

81
24



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PROSPECCION DE LA COMUNIDAD BENTONICA - MARINA
PREVIA A LA AMPLIACION DE LA CENTRAL
TERMoeLECTRICA EN ROSARITO, B.C.

T E S I S

Que para obtener el Título de
LICENCIADO EN BIOLOGIA

p r e s e n t a

Sergio Guerrero Sánchez





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

	Pág.
1.0 INTRODUCCION	1
1.1 <i>Antecedentes</i>	7
1.2 <i>Objetivos</i>	9
2.0 AREA DE ESTUDIO	10
2.1 <i>Climatología</i>	10
2.2 <i>Geología y suelo</i>	12
2.3 <i>Morfología de costa</i>	14
2.4 <i>Oceanografía</i>	15
2.5 <i>Vegetación terrestre</i>	18
2.6 <i>Flora y fauna acuática</i>	20
3.0 METODOLOGIA	22
3.1 <i>Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos</i>	23
3.2 <i>Parámetros biológicos</i>	27
3.3 <i>Parámetros de respuesta biológica</i>	28
4.0 RESULTADOS	34
4.1 <i>Parámetros fisicoquímicos</i>	34
4.2 <i>Parámetros bióticos</i>	51
5.0 DISCUSION	97
6.0 CONCLUSIONES	103
BIBLIOGRAFIA	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Fig.1 Esquema de una planta termoelectrica con un sistema de enfriamiento	3
Fig.2 Localización de la C.T. Rosarito y su área de influencia	11
Fig.3 Rosa de alturas de ola	19
Fig.4 Rosa de periodos de ola	19
Fig.5 Area de estudio (batimetría) y estaciones de muestreo	24
Fig.6 Distribución log-normal de abundancias relativas, (a) fase de no alteración (b) fase de transición, (c) fase de contaminación	33
Fig.7 Variación estacional de temperatura en la C.T. Tijuana	37
Fig.8 Variación estacional de salinidad en la C.T. Tijuana	38
Fig.9 Variación estacional de oxígeno disuelto en la C.T. Tijuana	40
Fig.10 Variación estacional de transparencia en la C.T. Tijuana	42

	Pag.
Fig.11 Variación de cloro libre residual en la C.T. Tijuana	43
Fig.12 Variación de grasas y aceites en el área de la C.T. Tijuana	45
Fig.13 Contenido de materia orgánica en sedimen- to en el área de el área de la C.T. Tijuana	49
Fig.14 Distribución de los grupos de sedimento en el área de la C.T. Tijuana, 1988	52
Fig.15 Especies totales bentónicas en el área de la C.T. Tijuana, B.C. junio, 1988	55
Fig.16 Especies totales bentónicas en el área de la C.T. Tijuana, B.C. octubre,1988	59
Fig.17 Abundancia total de organismos de in- fauna bentónica de la C.T. Tijuana junio,1988	63
Fig.18 Abundancia total de organismos de in- fauna bentónica de la C.T. Tijuana octubre,1988	63
Fig.19 Abundancia total de organismos de epi- fauna bentónica de la C.T. Tijuana junio,1988	67

	Pag.
Fig.20 Abundancia total de organismos de epifauna bentónica de la C.T. Tijuana octubre,1988	67
Fig.21 Diversidad de infauna bentónica en el área de la C.T. Tijuana. draga Van Veen	70
Fig.22 Diversidad de epifauna bentónica en el área de la C.T. Tijuana red de arrastre Pickard	70
Fig.23 Diagrama de afinidad de infauna bentónica por periodo de muestreo en el área de la C.T. Tijuana	71
Fig.24 Diagrama de afinidad de epifauna bentónica por periodo de muestreo en el área de la C.T. Tijuana	73
Fig.25 Distribución log-normal espacial por profundidad, junio, 1988	80
Fig 26 Distribución log-normal espacial por profundidad, octubre, 1988	84
Fig.27 Distribución log-normal temporal para dos periodos de campaña	86

- Fig.28 Evaluación de la actual zona de influencia
térmica (C.T. Tijuana, junio-octubre 1988 91
- Fig.29 Determinación del área de influencia de la
futura descarga térmica según parámetros
registrados y modelaciones (C.F.E. ,1986) 92
- Fig.30 Evaluación de la actual zona de influencia
para la comunidad de infauna bentónica 94
- Fig.31 Determinación del área de influencia para
la comunidad bentónica por efecto de la
futura descarga. 96

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla I Resumen climatológico del área de la C.T. Tijuana B.C.	13
Tabla II Temperatura media mensual del agua medida con equipo autónomo	16
Tabla III C.T. Tijuana, referencias cruzadas relativas y absolutas. Dirección vs Velocidad, crucetas de deriva, profundidad: 2 mts., 1985.	17
Tabla IV Métodos de colecta en campo y análisis de laboratorio utilizados para la de-- terminación de parámetros fisicoquimi-- cos.	25
Tabla V Agrupamiento de unidades de escala -- aritmética en unidades de escala geo-- metrica para tres tipos de escala -- geométrica.	31
Tabla VI Evaluación de parámetros fisicoquimi--	

Tabla VII Determinación de humedad y materia orgánica por pérdidas por ignición (PPI)	47
Tabla VIII Porcentajes de arena-limo-arcilla contenidos en los sedimentos del -- área de la C.T. Tijuana, B.C.	50
Tabla IX Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen	53
Tabla X Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante red de arrastre Pickard	54
Tabla XI Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen	57
Tabla XII Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la	

Tabla XIII	Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen		
		JUNIO, 1988	61

Tabla XIV	Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen		
		OCTUBRE, 1988	62

Tabla XV	Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante red de arrastre		
	Pickard	JUNIO, 1988	64

Tabla XVI	Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante red de arrastre		
	Pickard	OCTUBRE, 1988	66

Tabla XVII	Valores de diversidad (H'), diversi-		
------------	--------------------------------------	--	--

Tabla XVIII	Correlación cruzada por parámetro físicoquímico y biológico	74
Tabla XIX	Distribución logarítmico-normal espacial de abundancias relativas por -- profundidad muestreada JUNIO, 1988	78
Tabla XX	Distribución logarítmico-normal espacial de abundancias relativas por -- profundidad muestreada OCTUBRE, 1988	81
Tabla XXI	Distribución logarítmico-normal temporal de abundancias relativas	85
Tabla XXII	Evaluación de promedios de parámetros físicoquímicos y biológicos en la zona de estudio de la C.T. -- Tijuana, B.C.	88

1. INTRODUCCION

El aprovechamiento de los recursos marinos implica su conocimiento para una correcta explotación, siendo además una necesidad prioritaria la conservación de los ecosistemas donde estos recursos se desarrollan; por otro lado la contaminación marina amenaza gravemente la producción y la supervivencia de diversas especies presentes en dichos ecosistemas, siendo ésta generalmente resultado de una mala administración en el manejo y explotación de los recursos marinos.

Entre la contaminación marina, la térmica a adquirido gran importancia debido al aumento de centrales termoeléctricas (C.T.) en el país, las cuales se encuentran establecidas en las márgenes litorales, ya que se sirven de sus aguas para los sistemas de

enfriamiento devolviéndolas al medio acuático con un incremento de temperatura (North y Adams, 1969; Marshall, 1971).

Las centrales termoeléctricas costeras convencionales constan de una fuente de calor a partir de la quema de un combustible fósil (combustóleo o carbón), en la caldera, para generar vapor a alta presión; constan además de : turbina, generador y un sistema de condensación. El vapor de la caldera impulsa la turbina que hace girar el generador para producir electricidad; posteriormente el vapor debe ser condensado (sistema de enfriamiento) para retornar a la caldera cerrando el ciclo termodinámico. El camino más económico de este logro es por medio de un sistema de enfriamiento de ciclo-abierto, pasando agua cruda del medio marino a través del condensador y descargando ésta al ambiente con un incremento de temperatura (Fig.1).

Sin embargo la contaminación térmica a pesar de ser inherente al proceso industrial de generación eléctrica no constituye un problema de irremediable solución, dado que existen métodos constructivos y operativos de ingeniería capaces de atenuar o minimizar sus efectos al ambiente, propiciando inclusive el mejoramiento del habitat inmediato a la descarga del agua de enfriamiento, sobre todo cuando ésta se hace en regiones de aguas templadas o frías.

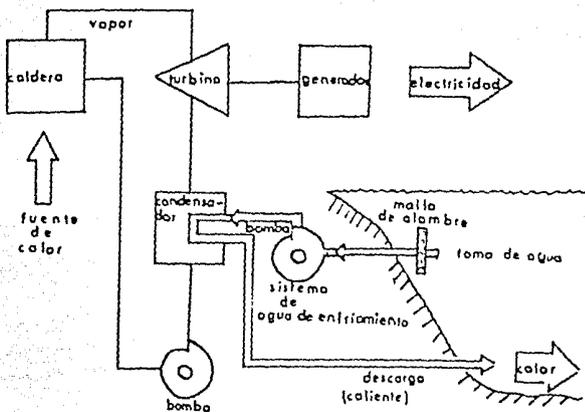


Fig 1. Esquema de una planta termoeléctrica con un sistema de enfriamiento.

Otros aspectos a considerar en el establecimiento de estas centrales son la influencia directa de la turbulencia y la presión de la descarga las cuales pueden producir enterramiento en las comunidades faunísticas del bentos; pero quizá el efecto más notorio es el que directamente produce el incremento de la temperatura, ya que a los organismos se les induce cambios en su metabolismo, ritmo respiratorio, reproductivo y de alimentación.

Estudios llevados a cabo sobre este problema (Gerchatov et al. 1971, Roessler, 1971; Roessler et al., 1975; Kolhemainen et al.1975;Blake et al., Kerambrun; 1978; Khalansky, 1978; Thorhaugh et al., 1978) muestran alteraciones significativas sobre el medio marino por descargas de aguas de enfriamiento.

Kinne (1970) señala que el incremento de temperatura afecta a sistemas vivos en tres vías principales

- a.- Determina la velocidad e intensidad de las reacciones químicas y por tanto de los procesos biológicos.
- b.- Afecta el estado del agua, medio de soporte básico de la vida.
- c.- Modifica las propiedades básicas de la materia viviente.

Asimismo se han evaluado otros efectos producidos por incremento de temperatura determinandose éstos de dos tipos:

DIRECTOS

- muerte a través de calor
- posible aberración fisiológica (crecimiento)
- interferencia con desoves
- reemplazamiento por especies competitivas
- desarrollo de especies indeseadas
- efectos sinergísticos con sustancias presentes.

INDIRECTOS

- pérdida de suministro de alimento
- cambios en el régimen sedimentario
- cambios en la producción y en las poblaciones

El bentos es quizá la comunidad que aparentemente puede resultar más afectada por sus escasa o nula capacidad de movimiento: se ha considerado que cambios de temperatura menores de 1°C no tienen efecto significativo en la ecología de las comunidades bióticas (Cayot y North, 1968; Adams et al., 1971). Cambios entre 1 y 6°C pueden adaptarse ocasionalmente, sin embargo cambios mayores de 6°C pueden producir trastornos ecológicos sustanciales (Ebert, 1966).

Los estudios a nivel nacional referentes a esta problemática han sido realizados principalmente por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. (Cobo et al., 1978; Treviño, 1980; Cobo, D., Villaroel, M., 1981; Treviño, 1982; Treviño, A., P. Magaña, 1988), y algunos

otros trabajos realizados por: Martínez, 1985; Osuna, I. Páez, F., 1986; Rosales, 1986; Secretaría de Marina, 1986; muestran resultados de investigaciones realizadas en centrales termoeléctricas sobre los efectos térmicos que pueden tener sobre flora y fauna, así como la evaluación de cloración de agua de mar en la supervivencia de huevos de peces, haciendo referencia a los sistemas de enfriamiento, en obras de toma y descarga y sus consideraciones ecológicas, sobre el impacto al ambiente debido a la construcción y operación.

El método comúnmente utilizado en estos casos para el análisis de la estructura de la comunidad bentónica es el empleo de índices de diversidad como el de Shannon-Wiener ó el aplicado por Margalef (1968), los que permiten observar cambios en espacio y tiempo, así como el observar la ocurrencia, abundancia-densidad de las especies ó la relación que guardan estos parámetros con algunos fisicoquímicos; sin embargo, ningún estudio plantea en el país hasta el momento el uso de nuevas metodologías para el análisis de estructuras de comunidades (bentónicas), que no vayan más allá del análisis de ciertos parámetros ecológicos y de que manera son estos alterados por la contaminación térmica debida a centrales generadoras de electricidad.

El presente trabajo estudia y analiza un posible método para la detección de contaminación-inducida sobre

comunidades bentónicas, tanto espacialmente como temporalmente, partiendo del hecho de que en una comunidad el número de especies aumenta conforme lo haga la estabilidad de los parámetros ambientales, hasta alcanzar un estado de madurez.

1.1 Antecedentes

La Comisión Federal de Electricidad (C.F.E) tiene proyectado construir dos unidades generadoras de energía eléctrica de 160 Megawatts cada una, de tipo convencional, las cuales se ubicarán cercanas a la población de Rosarito en el Estado de Baja California Norte. Estas unidades (C.T. Rosarito II) dado que se establecieran en el mismo predio pueden considerarse como una ampliación de la central termoeléctrica Tijuana (C.T. Tijuana) ya existente en el sitio desde 1959.

La C.T. Rosarito II generará en total 320MW; utilizará agua del mar para su sistema de enfriamiento (ciclo - abierto) y combustóleo para la generación de electricidad, se considera que el proyecto entrará en operación comercial para fines de 1990.

Como en todo proyecto de desarrollo, a través del cual se pretende obtener satisfactores y mejoría en las condiciones de vida para la sociedad, las múltiples actividades que éste implica deben generar efectos

favorables en un ámbito socioeconómico, pero también pueden provocar efectos adversos sobre el ambiente natural por lo que es necesario identificar aquellos aspectos y acciones del proyecto que puedan tener implicaciones ambientales durante su construcción y operación; en este sentido, uno de los aspectos del funcionamiento de las centrales termoeléctricas que puedan tener mayores implicaciones ambientales es la toma y descarga del agua para el enfriamiento, que en el caso de la C.T. Rosarito II será directamente al mar, con un gasto aproximado de $25\text{m}^3/\text{s}$ considerando la demanda de las unidades existentes (3 X 75MW), (1 X 84MW) y las futuras (2 X 160MW).

El presente trabajo forma parte de un estudio prospectivo y predictivo para determinar el grado de afectación de la Central Termoeléctrica Rosarito II sobre la comunidad bentónica en la zona aledaña a ésta, a partir de datos tomados por el funcionamiento de la C.T. Tijuana con condiciones de operación máxima (junio) y mínima (octubre).

Por lo anteriormente dicho, C.F.E. determinó que se llevara a cabo dicho estudio, encomendando su realización al Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.

1.2 Objetivos

Con el objeto de establecer si existirá alguna alteración ecológica en la comunidad bentónica del área de la C.T. Rosarito II. después que entre en operación, este estudio tiene los siguiente objetivos:

- 1.- Determinar si hay variaciones en la abundancia, densidad e índice de diversidad de organismos bentónicos por efecto del agua de enfriamiento de la C.T. Tijuana, para la extrapolación de los posibles efectos que pueda producir la C.T. Rosarito II por medio de afinidades y correlación múltiple de parámetros bióticos y abióticos en la zona de estudio

- 2.- Aplicación del método log-normal (Gray,1979) para la detección de contaminación - inducida y su efecto en la comunidad bentónica.

2 AREA DE ESTUDIO

La central termoeléctrica Rosarito II se localiza a una distancia de 2 km al norte de la población del mismo nombre y 18 km al sur de la Ciudad de Tijuana en el Estado de Baja California Norte a una latitud de $32^{\circ} 22' N$ y $117^{\circ} 03'$ de longitud W (Fig.2).

2.1 CLIMATOLOGIA

El tipo de clima correspondiente a la zona de estudio es Ksks(e), que en este caso es seco templado ($12-18^{\circ}C$) con verano cálido e invierno húmedo (precipitación mayor a los 36 mm), y extremoso con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y $14^{\circ}C$.

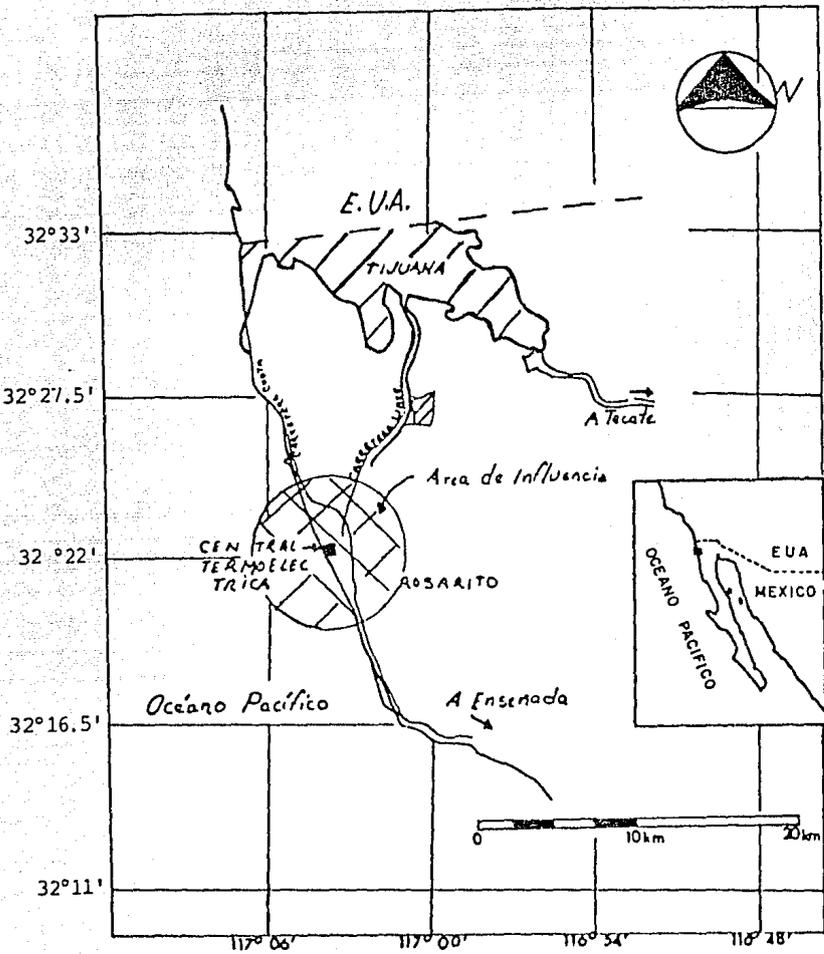


Fig 2 Localización de la C.T. Rosarito y su área de influencia.

(García, 1987).

Se dispone de registros ambientales medidos en la C.T. Tijuana por C.F.E. de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y temperatura del agua Tabla I .

Se observan vientos de 6 a 12 m/s, humedad relativa media de 77.7% , temperatura media del agua de 16.8°C en la obra de toma.

2.2 GEOLOGIA Y SUELO

Las rocas de Baja California contienen el registro de dos revoluciones geológicas: el evento mesozoico medio y el evento cenozoico medio. El evento mesozoico medio ocurre desde el jurásico hasta el cretácico medio y está documentado por estratos volcánicos del tipo arco de islas, metamorfismo regional y el emplazamiento de rocas graníticas. Esto involucra profunda deformación estructural, levantamiento, erosión y ha resultado probablemente en cambios geográficos fundamentales.

El evento cenozoico involucra la acumulación de una amplia variedad de rocas volcánicas, menor metamorfismo y emplazamiento granítico, y la creación del Golfo de California.

Estos dos eventos dividen la historia de Baja California

Tabla I RESUMEN CLIMATOLOGICO DEL AREA DE LA C.T. TIJUANA B.C.

FECHA	TEM. DEL AGUA TOMA °C			TEM. AMBIENTE °C			HUMEDAD RELAT. %			VIENTOS m/s
	MAX.	MIN.	MEDIA	MAX.	MIN.	MED.	MAX.	MIN.	MED.	
1984										
AGOST.	21.5	17.5	20.2							
SEPT.	23.8	17.9	21.4	32.0	16.0	22.8	99.0	51.0	82.1	6 a 12
OCT.	21.3	17.0	18.7	33.0	11.0	19.0	99.0	14.0	75.6	6 a 12
NOV.	18.4	15.0	16.4	28.0	7.8	15.5	100	16.5	79.8	6 a 12
DIC.	16.8	14.5	15.8	23.0	5.9	13.2	99.9	23.0	80.3	6 a 12
1985										
ENE.	16.5	14.6	15.2	24.0	6.0	13.6	99.0	15.5	67.6	6 a 12
FEBR.	16.0	13.5	14.9	32.0	4.5	13.2	99.0	12.0	72.4	6 a 12
MAR.	15.5	13.1	14.5	19.0	5.0	12.5	98.5	43.0	80.7	6 a 12
ABRIL.	16.0	13.5	14.9	32.5	8.5	15.2	97.0	38.0	81.1	6 a 12
MAY.				21.0	9.0	16.2	95.5	60.0	79.8	6 a 12

Tomado de: (C.F.E., 1986)

cretácico medio conocidos como prebatolíticos y las que ocurrieron después (Gordon et al.,1975).

El lugar correspondiente a la ampliación de la C.T.Rosarito II pertenece al evento postbatolítico según la carta geológica de la Geol.Soc.Amer.Inc.1971.

Para el área de la C.T.Rosarito II, la textura del suelo es fina por tener un porcentaje muy alto de arcilla (46% o mayor) y su clasificación textural es arcilla, correspondiendo a suelos muy compactos y duros (SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO, 1982).

El suelo se clasifica como vertisol cromico, presentando grietas anchas (mayor o igual a 1cm) y profundas en épocas de sequia. El contenido de materia orgánica es bajo con un 2.5% de ésta en los 17 cm superficiales, un 1.1% entre 17 y 37 cm de profundidad y 1% de 37 a 60 cm de profundidad.

2.3 MORFOLOGIA DE COSTA

La costa en la región se caracteriza por: acantilados, playas arenosas y playas de cantos rodados, particularmente la zona de La C.T. Rosarito II corresponde a playa arenosa debido al alto nivel energético del oleaje, siendo su área de mayor o menor amplitud, conforme a las variaciones en la incidencia del oleaje y amplitudes de marea. Por ser zona abierta,

el efecto del oleaje, viento y clima son de gran influencia en la conformación fisiográfica local.

El lecho marino presenta una pendiente suave, lo que desde el punto de vista económico y de ingeniería representa una ventaja para la construcción de estructuras costeras, tendido de tuberías y cables submarinos, tomando en consideración desde luego los riesgos que implica un oleaje, viento y mareas como las locales.

2.4 OCEANOGRAFIA

De la misma información recabada en el frente marino por la C.F.E. se obtuvieron datos de temperatura del agua (equipo autónomo) y corrientes litorales (cruceas de deriva) a 2m de profundidad.

En la Tabla II se muestran las temperaturas medias del agua para cada mes; en la Tabla III, la dirección y velocidad de las corrientes.

Para la temperatura del agua se aprecia un intervalo de variación de 4°C entre la media mensual máxima (septiembre) y la mínima (abril), con un promedio anual de 14.5°C, correspondiente a aguas templadas.

La corriente marina dominante es en dirección S-SSE (46%) con velocidades entre 5 y 15 cm (61%), resultando una probabilidad conjunta de 28%. La velocidad media de

Tabla II TEMPERATURA MEDIA MENSUAL DEL AGUA
MEDIDA CON EQUIPO AUTONOMO

M E S	temperatura ^o C media del agua
FEBRERO, 1985	14.1
MARZO	12.8
ABRIL	12.3 *
MAYO	13.8
JUNIO	13.3
JULIO	15.9
AGOSTO	15.6
SEPTIEMBRE	16.4 **
OCTUBRE	16.1
NOVIEMBRE	15.4
DICIEMBRE	14.6
ENERO, 1986	14.2

* TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MINIMA

** TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MAXIMA

Tomado de; (C.F.E., 1986)

TABLA III. C.T. TIJUANA, REFERENCIAS, CRUZADAS RELATIVAS Y ABSOLUTAS. DIRECCION VS VELOCIDAD CRUCETAS DE DERIVA PROFUNDIDAD: 2 mts., 1985

DIREC. \ VELOCIDAD cm/s	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	TOTAL	TOTAL ACUM.
N	1 0.41	12 4.92	10 4.10	3 1.23	1 0.41					27 11.07%	27 11.07%
NNE	2 0.82	2 0.82	1 0.41							5 2.05%	32 13.12%
NE	2 0.82	9 3.69	2 0.82							13 5.33%	45 18.45%
ENE	7 2.87	2 0.82	1 0.41							10 4.10%	55 22.55%
E	3 1.23	5 2.05	1 0.41							9 3.69%	64 26.24%
ESE	1 0.41	5 2.05	1 0.41	1 0.41						8 3.28%	72 29.52%
SE	3 1.23	17 6.97	17 6.97	16 6.56	1 0.41	4 1.64		5 2.05		63 25.82%	135 55.34%
SSE	2 0.82	11 4.51	18 7.38	11 4.52	6 2.46			1 0.41	1 0.41	50 20.44%	185 75.83%
S	2 0.82	8 3.28	2 0.82	1 0.41						13 5.33%	198 81.16%
W		3 1.23								3 1.23%	201 82.39%
WNW		3 1.23								3 1.23%	204 83.62%
NN	1 0.41		1 0.41							2 0.82%	206 84.43%
NNW	3 1.23	9 3.69	9 3.69	4 1.64	4 1.64	5 2.05	2 0.82	1 0.41	1 0.41	38 15.57%	244 100%
TOTAL	27 11.07%	86 35.25%	63 25.82%	36 14.75%	12 4.92%	9 3.69%	2 0.82%	7 2.87%	2 0.82%	244 100%	
TOTAL ACUM.	27 11.07%	113 46.32%	176 71.14%	212 86.89%	224 91.81%	233 95.50%	235 96.32%	242 99.19%	244 100%		

Tomado de: (C.F.E., 1986)

la corriente es de 10.8 cm/s.

El oleaje predominante corresponde a las direcciones: SW, W y NW, con 50.3% , 39.2% y 3.7% de probabilidad de ocurrencia respectivamente con alturas desde 1.03 a 1.82 m y periodos de 13 a 16 segundos (Figs.3 y 4).

Se ha observado que estos parámetros del oleaje junto con la configuración de la obra de toma, tienen un efecto directo en la dinámica y procesos morfológicos de la costa, ya que de acuerdo con la variación normal de la línea de costa (cota 0.0) se concluye que la playa sufre erosión de octubre a abril y depósito de mayo a septiembre; sin embargo del análisis de perfiles playeros levantados por (Peña,S.,Rámirez,L,H.,1987) se encontró que durante la época que se considera de depósito, hay erosión, cuando existe un cambio en la dirección de incidencia del oleaje y las alturas de ola aumentan; y para la época de erosión hay depósito, cuando la altura de ola disminuye, aunque no hay cambio en la dirección de incidencia.

2.5 VEGETACION TERRESTRE

Baja California Norte tiene una extensión de 6,992, 100 hectáreas, la superficie dedicada a las actividades agrícolas apenas alcanza el 4% y está concentrada en la faja fronteriza.

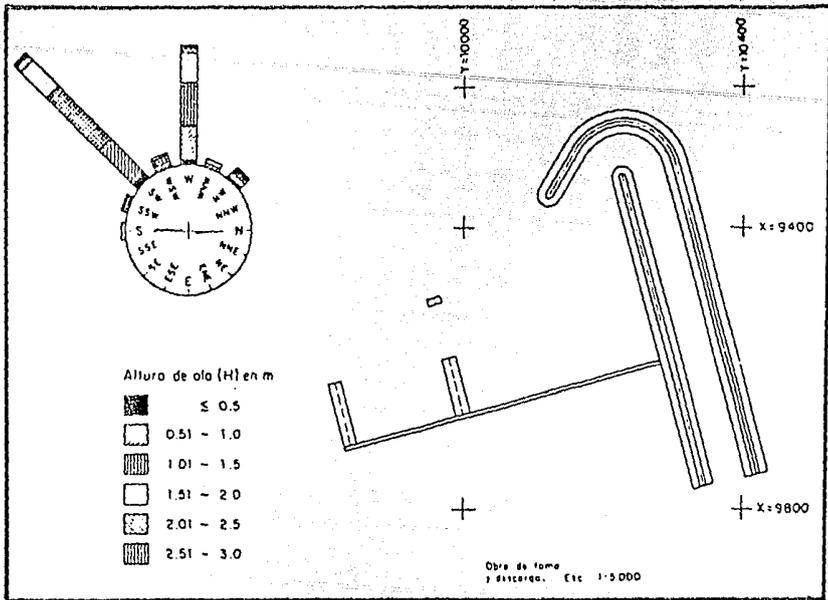


Fig. 3. Rosa de alluros de ola

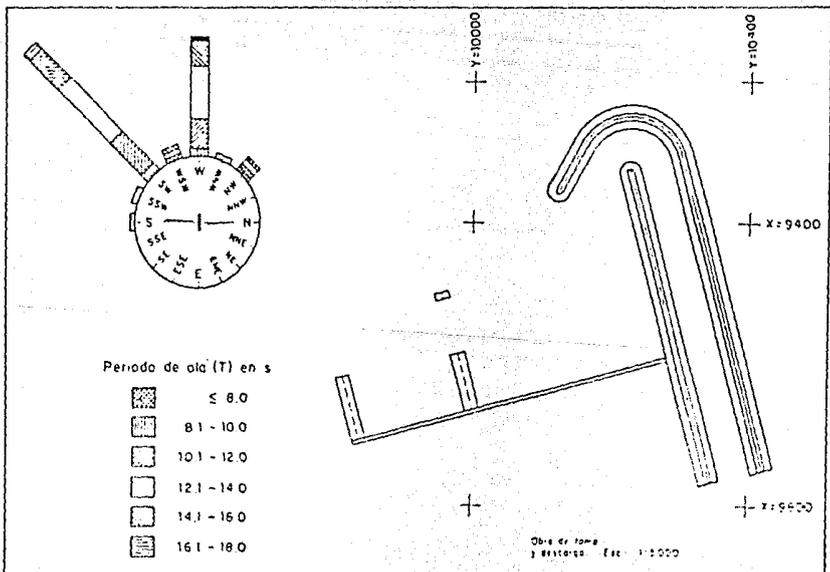


Fig. 4. Rosa de periodos de ola

Se han identificado 15 diferentes tipos de vegetación para el estado, de las cuales para el área de estudio solo se encuentra del tipo chaparral y matorral xerófilo. (Flores et al., 1988)

2.6 FLORA Y FAUNA ACUATICA

El área de estudio se encuentra situada dentro de la corriente de California, entre los componentes fitoplanctonicos más importantes destacan las diatomeas y dinoflagelados siendo los géneros más representativos *Chaetoceros spp.*, al igual que las especies *Hemulus hauckii*, *Oytilum brightwellii*, *Rhizosolenia bergoni*, *R. robusta*, *Dactyliosolen mediterraneus*, para dinoflagelados se reporta a: *Dinophysis odiosa*, *D. tripos*, *D. caudata*, *Noctiluca scintilliansy*, *Ceratium horridum*. La composición del zooplancton tiene una dominancia de los crustáceos y de estos los copépodos son el grupo más representativo con los géneros *Calanus*, *Paracalanus*, *Euterpina* y *Microsetella*. Respecto a la composición del ictioplancton esta constituido por 75.5% de larvas pelágicas como *Engraulis mordax*, 16.7% de larvas mesopelágicas y 7% de larvas de plataforma como peces planos. La comunidad bentónica esta caracterizada en su mayoría por moluscos, crustáceos, poliquetos y equinodermos. En cuanto a la flora bentónica se

encuentra constituida por algas Phaeophytas de importancia económica ya que su extracción es muy importante para exportación como materia prima (Treviño et al, 1989).

3 METODOLOGIA

Para determinar los posibles efectos por el proceso de operación de la C.T. Rosarito II sobre la comunidad bentónica, los trabajos realizados consistieron en la toma y análisis de muestras, para caracterizar las condiciones fisicoquímicas y biológicas del área de estudio a partir de la operación actual de la C.T. Tijuana.

La ubicación de las estaciones se llevó a cabo tomando en cuenta profundidades especificadas por C.F.E. y empleando el método de triangulación por azimut con 2 referencias en tierra: se utilizó un compas de mano desde una lancha de 4.5 m de eslora con motor fuera de borda de 48HP, la cual fué utilizada durante todos los muestreos.

El criterio para la ubicación de estas estaciones se basó en la intención de establecer posibles diferencias entre una zona influenciada por la toma y descarga del agua para enfriamiento, contra una zona libre de dicha influencia, ubicándose mediante la siguiente simbología E1, E5, E7, y E8 como estaciones comprendidas dentro de la influencia de la pluma térmica y la E9, E10 y E11 como estaciones fuera de la influencia de la pluma térmica. (Fig.5).

3.1 PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS

Se evaluó un total de 10 parámetros fisicoquímicos y 2 bacteriológicos con el objeto de caracterizar las condiciones actuales de calidad en el agua del cuerpo receptor, identificar las modificaciones debidas a la descarga térmica y pronosticar los posibles efectos de la futura descarga.

Los métodos utilizados en esta evaluación son estándar y se consideran de uso común (Strickland,1972; Standar Methods,1976), dichos parámetros se muestran en la Tabla IV .

Para el análisis de la materia orgánica en los sedimentos se contó con la técnica de pérdidas por ignición la cual comprende la medición de la pérdida de peso de la muestra después de realizar una combustión

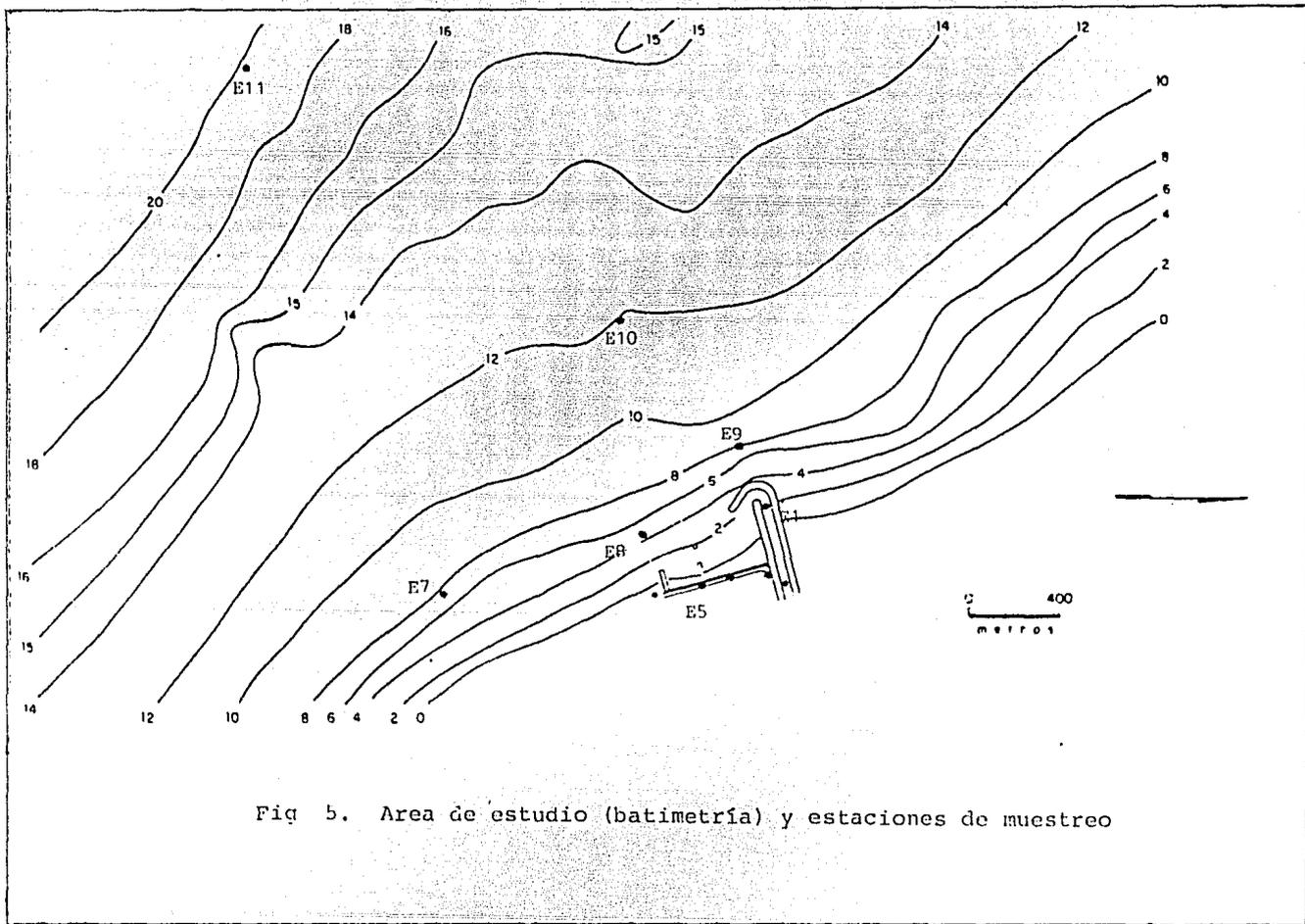


Fig 5. Area de estudio (batimetría) y estaciones de muestreo

TABLA IV METODOS DE COLECTA EN CAMPO Y ANALISIS DE LABORATORIO UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	METODO DE MEDICION Y/O COLECTA DE MUESTRA Y SUBMUESTRA	METODO DE ANALISIS EN LABORATORIO Y/O GABINETE	UNIDADES	OBSERVACIONES O COMENTARIOS
Profundidad	Medición con sondaleza de plomo y cable marcado cada 10 cm.	Se corroboró ubicación y profundidad del punto de muestreo.	(m)	Se determinó la profundidad al fondo del punto de muestreo.
Temperatura	Medición por método directo, con termistor Beckman mod. 504, calibrado con termómetro Taylor de -10 a 50°C.	Se corroboró con información local reportada para la misma época de muestreo.	(°C)	Medición superficial
Conductividad	Medición por método directo, con conductímetro-salinómetro Beckman, mod. 504, calibrado a una resistencia de 50 mhos.	Se corroboró con información local	(mhos/cm ²)	Medición superficial
Salinidad	Medición por método directo, con conductímetro-salinómetro Beckman mod. 504.	Se corroboró con información local	(gr/l) (‰)	Medición superficial
Transparencia	Medición por método directo, con disco de Secchi.	Se corroboró con información local	(m) (%)	Hasta la profundidad de visibilidad del disco.
Oxígeno Disuelto	Medición por método directo, con oxímetro YSI mod. 514, calibrado por método yodométrico a temperatura y presión local; colecta de submuestra con botella Van Dorn.	Se corroboró con información local.	(mg/l)	Colecta superficial
Cloro libre residual	Colecta con botella Van Dorn, submuestra en botella de vidrio óptico (1 lt).	Se utilizó el método No. 408 de APWA, APWA y WPCF (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial
Sólidos Sedimentables	Colecta de muestra con botella Van Dorn, submuestra en botella de plástico óptico (1 lt).	Se utilizó el método No. 209 de APWA, APWA y WPCF (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial
Grasas y aceites	Colecta de muestra con botella Van Dorn, submuestra en botella de plástico óptico (1 lt).	Se utilizó el método No. 503 de APWA, APWA y WPCF (16 ed.)	(mg/l)	Colecta superficial
Coliformes totales y fecales*	Colecta de muestra con botella Van Dorn, submuestra en botella de plástico óptico (1 lt)	Se utilizó el método No. 908 de APWA, APWA y WPCF (16 ed.)	(NMP/1000 ml)	Colecta superficial

* A pesar de ser un parámetro biológico, se considera dentro de parámetros físicoquímicos

seca del material orgánico.

Se tomó una alícuota de 50 g de sedimento por estación colocando éstas en crisoles por separado, posteriormente es secada cada una de las muestras a 105°C durante 24 horas para ser calcinadas posteriormente en una mufla a 550°C durante 1 hora y enfriadas en un desecador y pesadas nuevamente, empleándose la diferencia de peso para calcular el porcentaje del material perdido por la ignición.

El sedimento de cada una de las estaciones también fue definido tanto texturalmente como por el coeficiente de clasificación propuesta por Folk (1957) , no sin antes separar los organismos bentónicos presentes en éstos.

Los números de mallas utilizadas fueron: 8, 10, 16, 30, 40, 50, 100 y 200 que contemplan la separación de sedimentos constituidos por gravas hasta sedimentos muy finos.

Con los porcentajes de arena, limo y arcilla se determinó el tipo de sedimento de cada estación graficando los valores en el triángulo propuesto por Shepard 1954.(en: Stuardo,J., Villarroel,M. 1976).

Para la elaboración de éste mapa de distribución textural de los sedimentos se les reunió en tres grupos basados en los porcentajes de arena siguientes:

GRUPO I Arenas con un porcentaje de arena mayor que 60%

GRUPO II Mezcla de arena-limo-arcilla; con un

porcentaje de arena mayor que 20% y menor que 60% .

GRUPO III limo-arcilla; arcilla-limo; con un porcentaje de arena inferior a 20% .

3.2 PARAMETROS BIOLOGICOS

La infauna bentónica fué obtenida a partir del sedimento que se obtuvo con la draga Van Veen de 1 litro de capacidad con un área de 400 cm² , la separación de los organismos se efectuó mediante un lavado en un juego de tres tamices de 0.5, 2 y 10 mm de abertura de malla colocados uno sobre otro. El material resultante fué preservado y conservado en formol al 4% y alcohol absoluto al 70% en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas con la fecha, localidad y número de estación, su separación por grupos e identificación posterior se llevo a cabo en el laboratorio.

Se tomaron muestras de epibentos con una red de arrastre Pickard de 60 X 22 cm de boca y 2 mm de abertura de malla, durante 10 minutos para el mes de junio, mientras que para el mes de octubre se decidió aumentar el tiempo de arrastre a 20 minutos, separando y preservando las muestras en formol al 4 % y alcohol absoluto al 70 % en bolsas de polietileno.

3.3 PARAMETROS DE RESPUESTA BIOLÓGICA

Para el análisis ecológico de la población bentónica se calculó la abundancia total por volumen total de sedimento para la draga y organismos totales por área de arrastre para la red.

La diversidad se evaluó a través de la fórmula de Shannon-Wiener expresándose ésta en bits, donde un bit es la resolución en una alternativa equiprobable, como cara o cruz al echar una moneda, y el contenido de la información es una medida de la magnitud de la incertidumbre de modo que esta última aumenta conforme lo hace el valor de la diversidad.

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

donde:

H = contenido de información de la muestra
(bits/individuo)

= índice de diversidad

s = número de especies

p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

Se obtuvo una medición de igualdad a través de la diversidad máxima esperada:

$$H \text{ máx} = -S \left(-\frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

donde:

H máx = diversidad de especies bajo condiciones de igualdad máxima ó valor máximo de H'esperado

S = número de especies de la comunidad

De acuerdo a esto también se puede expresar o diferir a la igualdad como la proporción siguiente:

$$E = \frac{H}{H_{\text{máx}}}$$

donde:

E = equidad (gama de 0 a 1)

H = diversidad

Hmáx = diversidad máxima esperada

Para el análisis de la afinidad se empleó la fórmula de Czechanovski 1913: (en : Antoll, F.V., Garcia-Cubas, 1985).

$$A = 100 \frac{2N_c}{N_a + N_b}$$

donde:

N_a = número de especies en la estación a

N_b = número de especies en la estación b

N_c = número de especies comunes entre a y b

Se evaluó el método de Pearson (correlación) para analizar la variación simultánea de variables (parámetros), para indicar aquellos casos en que los cambios de otra(s) variable(s), exista una relación -- concreta entre dichas variables, estimándose el

estadístico con las siguientes formulas:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{x}) (Y - \bar{y})}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

donde:

$(X - \bar{x})$ = x, desviación de la variable X;

$(Y - \bar{y})$ = y, desviación de la variable Y;

xy = producto de las desviaciones;

$\sum xy$ = suma de los productos;

$\sum x^2$ = suma de los cuadrados de las desviaciones
de X;

$\sum y^2$ = suma de los cuadrados de las desviaciones
de Y;

Para la aplicación del método log-normal propuesto por Gray (1979) se empleó una escala geométrica en logaritmo base dos, Tabla V .

Una vez hecha la conversión de escala, los datos de abundancia son representados como una distribución normal, por lo que se le da el nombre de distribución logarítmico-normal .

El método log-normal contempla tres fases, una de no alteración, una fase transitoria y una fase de contaminación.

Tabla V Agrupamiento de unidades de escala aritmética en unidades de escala geométrica para tres tipos de escala geométricas

CIFRAS ARITMETICAS AGRUPADAS CONFORME A:			
ESCALA GEOMETRICA No.	^a ESCALA x 2	^b ESCALA x 3	^c ESCALA x 10
1	1	1	1-9
2	2 - 3	2 - 4	10-99
3	4 - 7	5 - 13	100-999
4	8 - 15	14 - 40	1000-9999
5	16 - 31	41 - 121	10000-99999
6	32 - 63	122 - 364	100000-999999
7	64 - 127	365 - 1093	_____
8	128 - 255	1094 - 3280	_____
9	256 - 511	3281 - 9841	_____

a Escala de octava de Preston(1948),equivalente a la escala \log_2

b Equivalente a la escala \log_3

c Equivalente a la escala \log_{10}

En la fase de no alteración el estado del agua que soporta la comunidad no se encuentra afectada, encontrándose una distribución log-normal perfecta a la vez que las especies se registran en pocas clases geométricas.

La fase transitoria es caracterizada por la aparición de especies competitivas más tolerantes, encontrándose que la línea recta de la distribución log-normal es interrumpida, dándose un incremento en el número de clases geométricas.

La fase de contaminación esta caracterizada totalmente por el establecimiento de especies adaptadas a los nuevos cambios del medio ambiente, la distribución log-normal retorna a la típica línea recta, pero con la característica de que esta línea está más acostada y con un ángulo menor al observado en la línea de la fase de no alteración en la cual se observa un ángulo de 50° o más y para la fase de contaminación de 35° o menos (Fig.6).

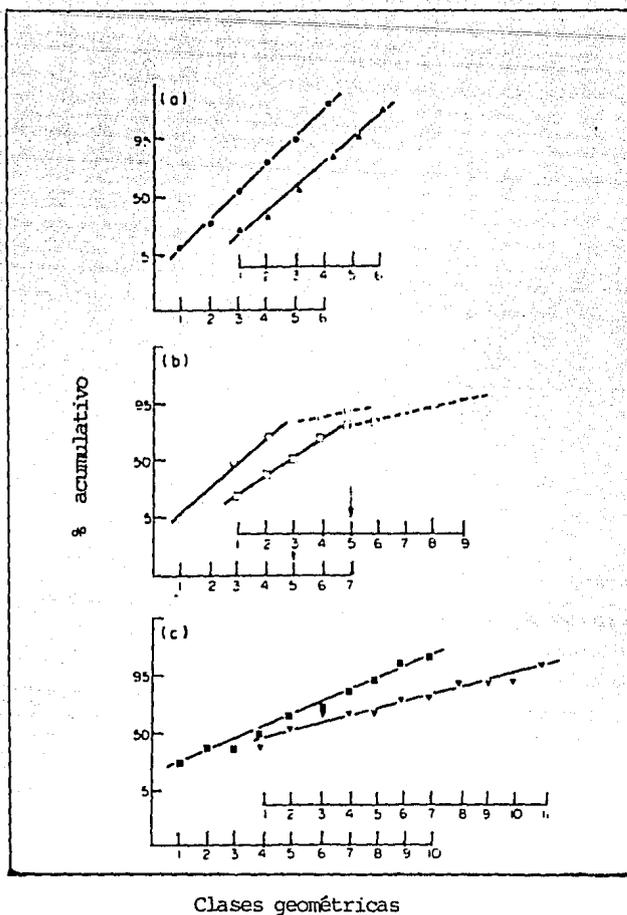


Fig 6. Distribución log-normal de abundancias relativas, (a) fase de no alteración, (b) fase de transición, (c) fase de contaminación.

4 RESULTADOS

La tabla VI presenta los resultados fisicoquímicos obtenidos para el mes de junio y octubre.

4.1 PARAMETROS FISICOQUIMICOS

TEMPERATURA

Respecto a los valores de temperatura determinados en el presente estudio, se observa una relativa homogeneidad de su distribución entre las estaciones de muestreo E1, E7, E8, E9, E10 y E11, mientras que en la estación E5 se aprecia el incremento de temperatura debido al paso a través del condensador.

Tabla VI Evaluación de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en la zona de estudio de la C.T. Tijuana, en Rosarito, B.C

ESTACIONES DE MUESTREO

PARAMETRO	ZONA DE INFLUENCIA				* *			
	E1	E5	E7	E8	E9	E10	E11	
TEMPERATURA °C	16.9 16.5	27.3 30.3	15.5 17.0	14.5 17.0	14.5 16.5	14.2 17.0	14.2 17.0	← JUNIO ← OCTUB
SALINIDAD ‰	32.6 35.7	34.3 36.4	33.5 33.0	34.2 35.0	33.5 35.5	33.0 35.7	32.9 35.7	
TRANSPARENCIA m	4.0 4.2	1.5 1.5	5.3 6.0	4.2 6.0	4.3 6.0	4.3 6.0	8.3 4.3	
OXIGENO DIS. mg/l	11.2 6.9	- 6.2	10.4 7.5	12.0 7.3	13.0 7.4	11.5 7.4	14.0 7.9	
COLORO LIBRE R. mg/l	0.35 0.24	0.32 0.20	0.32 0.16	0.35 0.04	0.32 0.20	0.32 0.20	0.32 0.28	
GRASAS Y ACEITE mg/l	2.0 15.0	- -	5.0 22.0	4.0 16.0	4.6 17.0	12.0 34.0	3.6 21.0	
SOLIDOS SEDIM. mg/l	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	
COLIFOR. TOT y PEC. NMP/100	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	

* * = ZONA DE NO INFLUENCIA

El valor máximo para el mes de junio es de 27.3°C registrado en la estación E5 y el valor mínimo de 14.2°C en las estaciones E10 y E11; para el mes de octubre el valor máximo es de 30.3°C en la estación E5 y el mínimo de 16.5°C en las estaciones E1 y E9 (Fig.7).

En este sentido se observa que la zona con influencia presenta una temperatura media de 18.5°C para el mes de junio y de 20.2°C en el mes de octubre, en tanto que para la zona sin influencia se observó para junio una temperatura media de 14.3°C y para octubre de 16.8°C .

SALINIDAD

Este parámetro tiende a ser muy estable dado que el factor de evaporación menos precipitación es muy pequeño y no hay aporte considerable de agua dulce.

El valor máximo para el mes de junio es de 34.3 ‰ en la estación E5 y el mínimo de 32.6 en la E1; para octubre el máximo es de 36.4 ‰ en la E5 y el mínimo de 33.0 ‰ en la E7. (Fig.8).

La zona con influencia presenta una salinidad promedio de 33.6 ‰ , mientras que en la zona de no influencia es de 33.1 ‰ para el mes de junio.

El promedio para las condiciones de octubre en la zona de influencia fue de 35.0 ‰ , mientras que para la zona de no influencia fue de 35.6 ‰ .

**Fig. 7 VARIACION ESTACIONAL DE
TEMPERATURA EN LA C.T. TIJUANA**

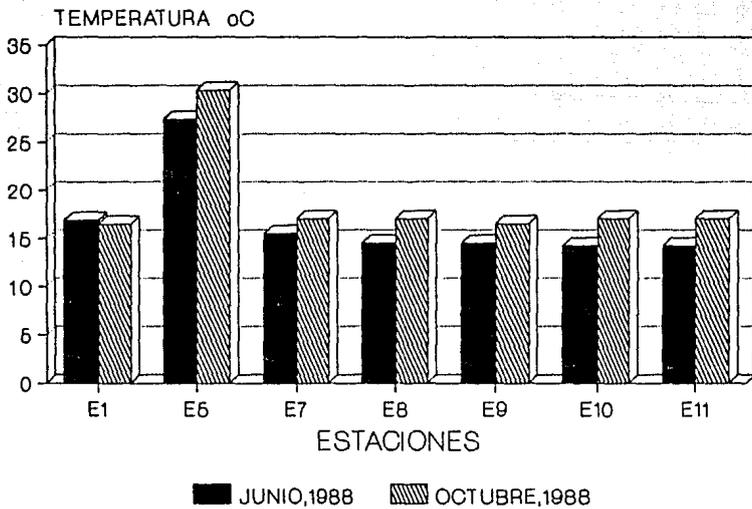
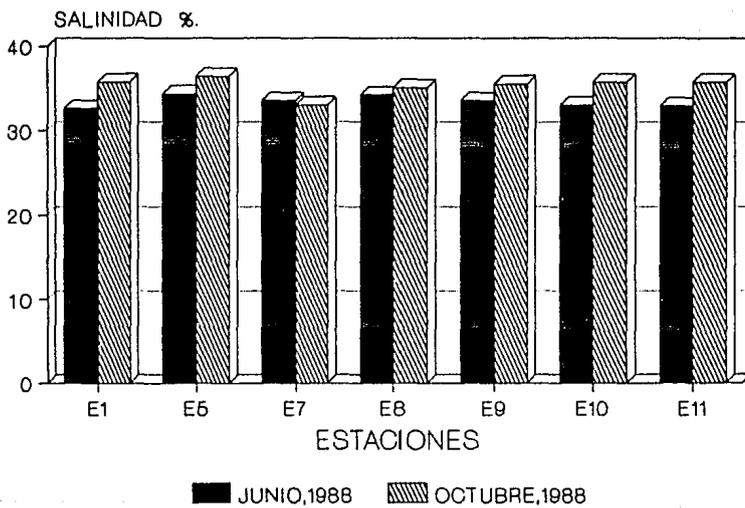


Fig. 8 VARIACION ESTACIONAL DE
SALINIDAD EN LA C.T. TIJUANA



OXIGENO DISUELTO

Respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto evaluados para el área de Rosarito se observa que el valor máximo se registra en la estación E11 con 14.0 mg/l y el mínimo de 10.4 mg/l en la E7 para el mes de junio.

En el mes de octubre el valor máximo es de 7.9 mg/l en la estación E11 y el mínimo de 6.2 mg/l en la estación E5 (Fig. 9).

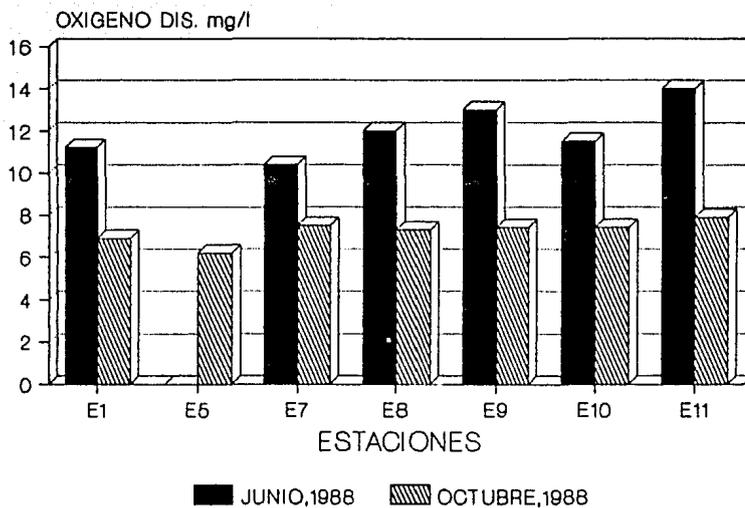
Se observa que en las estaciones dentro de la zona de influencia presentan una media de 11.2 mg/l, para junio y de 6.9 mg/l para octubre. En la zona de no influencia la media corresponde a 12.8 mg/l para junio y de 7.5 mg/l para octubre.

TRANSPARENCIA

Aunque este parámetro está en función de la profundidad de la columna de agua, del aporte de material terrígeno y de la productividad orgánica de las aguas, se observa que la transparencia del agua de la zona es buena con porcentajes mayores al 50% de visibilidad en la mayoría de las estaciones.

En forma general la mayor transparencia sin tomar la estación E5 por su poca profundidad(1.5 m), en la zona

**Fig. 9 VARIACION ESTACIONAL DE
OXIGENO DIS. EN LA C.T. TIJUANA**



de influencia se da en la E7 con 81.5 % para junio, mientras que para octubre fue de 92.3 % en la misma E7, para la zona de no influencia ésta es de 66.1 % en la E9 para junio y de 92.3 % para octubre (Fig.10).

La transparencia promedio en la zona de influencia para el mes de junio es de 74.3 % y para la zona de no influencia de 47.8 % .

Para las condiciones de octubre el promedio es de 83.2 % para la zona de influencia, mientras que para la zona de no influencia es de 54.6 % .

CLORO LIBRE RESIDUAL

Se obtiene tras una serie de reacciones de reducción (agentes reductivos: nitritos, iones de Hierro etc) y oxidación de cloraminas hasta alcanzar el punto de quiebre (breakpoint) a partir del cual se considerará disponible un remanente de cloro libre residual.

De las evaluaciones realizadas en este trabajo para el mes de junio se determinó que la concentración de cloro libre residual máximo fué de 0.35 mg/l en las estaciones E1 y E8 y el mínimo de 0.32 mg/l en el resto de las estaciones, para el mes de octubre el máximo fué de 0.28 mg/l en la estación E11 y el mínimo de 0.04 mg/l en la estación E8 (Fig.11).

**Fig. 10 VARIACION ESTACIONAL DE LA
TRANSPARENCIA EN LA C.T. TIJUANA**

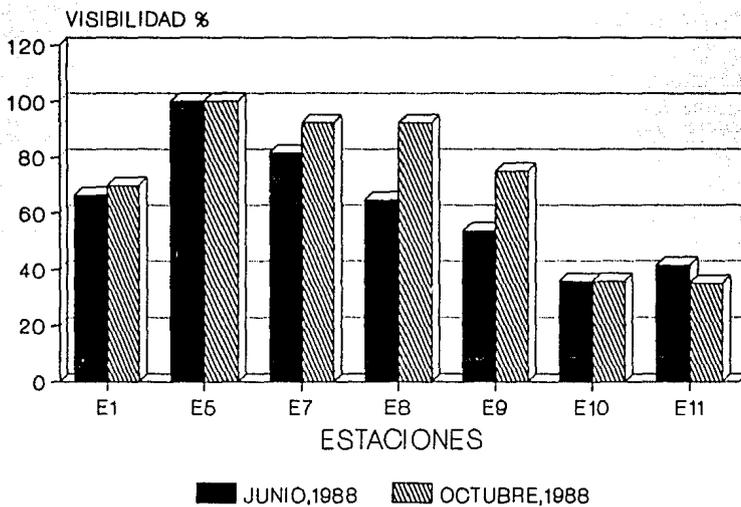
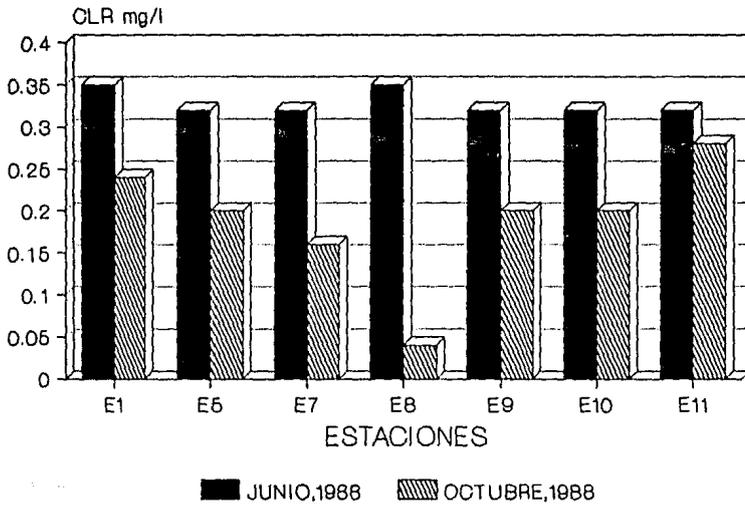


Fig.11 VARIACION DE CLORO LIBRE RESIDUAL EN LA C.T. TIJUANA



El promedio para la zona de influencia es de 0.33 mg/l para junio, mientras que para octubre es de 0.16 mg/l. Para la zona de no influencia es de 0.32 mg/l y 0.22 mg/l respectivamente.

GRASAS Y ACEITES

Este parámetro se relaciona directamente con las descargas de tipo industrial y urbano, así como derrames accidentales u operativos de combustóleo, lo cual para la zona de la C.T. Rosarito II es importante dado que se caracteriza por corresponder a esa situación.

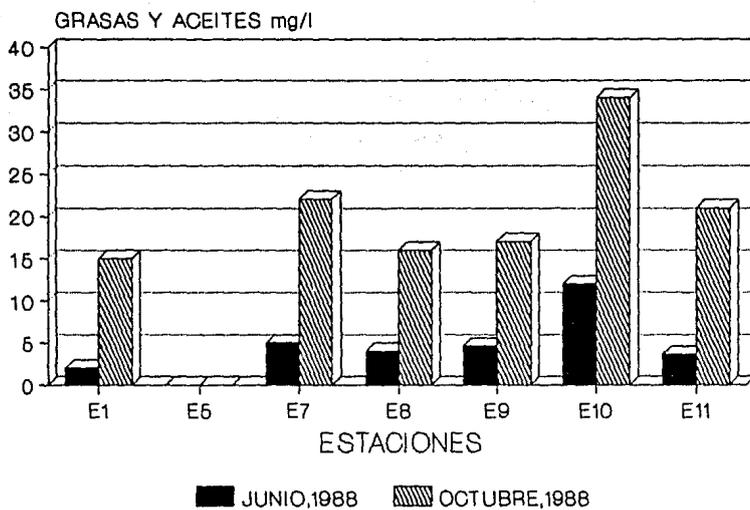
Las mediciones efectuadas durante este trabajo presentan valores máximo de 12.0 mg/l para el mes de junio y de 34.0 mg/l para el mes de octubre (Fig.12).

Los valores medios para la zona de influencia corresponde a 3.6 mg/l para el mes de junio y 17.6 mg/l para el mes de octubre, en la zona de no influencia se registran valores de 6.7 mg/l y 24 mg/l para junio y octubre respectivamente.

SOLIDOS SEDIMENTABLES

No se registran valores para este parámetro, lo que indica por un lado la ausencia de un aporte por la

Fig. 12 VARIACION DE GRASAS Y ACEITES EN EL AREA DE LA C.T. TIJUANA



descarga de la C.T. Tijuana y por otro lado que la transparencia del agua es buena y el contenido orgánico e inorgánico de los sedimentos no se encuentra afectado por agentes extraños.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

No se registran valores para estos parámetros, ya que en todas las muestras analizadas a las 48 horas no hubo producción de gas en los tubos Durhan, lo que indica ausencia de organismos coliformes. Sin embargo si se detectó crecimiento bacteriano debido a que los medios de cultivo se tornaron turbios a las 48 horas denotando la presencia de bacterias de origen marino.

MATERIA ORGANICA

El contenido de materia orgánica por pérdidas por ignición (PPI) en los sedimentos tuvo un patrón variable en todas las estaciones registrándose los valores más altos en las estaciones E1 y E8 para el mes de junio y nuevamente la E1 junto con la E10 para el mes de octubre Tabla VII .

Se observó en los dos periodos de muestreo que en las estaciones donde el sedimento es más fino presenta un

Tabla VII Determinación de humedad y materia orgánica por pérdidas por ignición (PPI)

JUNIO, 1988

ESTACION	MUESTRA	H ₂ O %	PPI %
E1	1000g	27.8	13.4
E5	1000g	23.82	9.6
E7	1000g	24.86	2.4
E8	1000g	24.33	11.2
E9	1000g	20.46	7.2
E10	1000g	25.42	9.8
E11	-	-	-

OCTUBRE, 1988

ESTACION	MUESTRA	H ₂ O %	PPI %
E1	1000g	28.34	13.4
E5	1000g	23.73	5.4
E7	1000g	23.64	4.6
E8	1000g	21.98	5.0
E9	1000g	22.76	4.6
E10	1000g	26.06	8.6
E11	1000g	27.4	8.2

contenido más alto de materia orgánica y en aquellas donde la materia es muy pobre es debido a que los sedimentos o tamaño de grano es más grueso.

El valor promedio para la zona de influencia es de 9.15% para el mes de junio, mientras que para octubre es de 7.1 % . Para la zona de no influencia es de 8.5 % y 7.1 % respectivamente.(Fig.13)

GRANULOMETRIA

Con los porcentajes calculados de arena-limo-arcilla, el grupo de sedimento dominante es el I , donde las arenas tienen un porcentaje mayor a 60% estando presente en las estaciones E5, E7, E8, E10 y E11, siguiendo el grupo II con porcentajes de arena mayores a 20% y menores a 60% representado por las estaciones E1 y E9.

El grupo III no fue representado debido a que ninguna de las estaciones presentó porcentajes menores al 20% . Por otro lado las estaciones que presentan mayores porcentajes de limo son la E1 y E9 con 52.27% y 48.80% respectivamente, las arcillas se encuentran representadas en las estaciones E7 y E9 con 11.62% y 8.23% cada una .

De manera general se puede decir que el área de la C.T. está caracterizada por las arenas. Tabla VIII .

Fig. 13 CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN
SEDIMENTO DE EL AREA DE LA C.T. TIJUANA

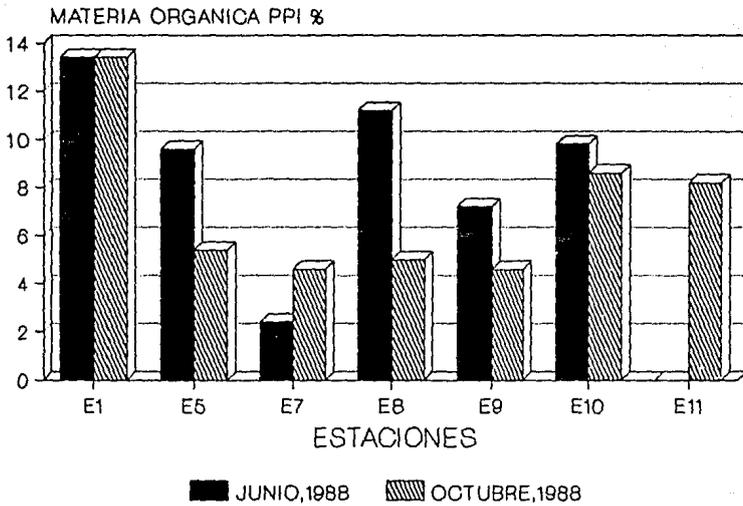


Tabla VIII Porcentajes de arena-limo-arcilla contenidos en los sedimentos del área de la C.T. Tijuana.B.C.

ESTACION	PROF m	arena %	limo %	arcilla %	tipo de sedim.
E1	6.0	44.48	52.27	3.14	limo
E5	1.5	98.26	0.27	1.05	arena
E7	6.5	69.43	18.92	11.62	arena
E8	8.5	61.1	33.89	4.96	arena
E9	6.5	42.95	48.80	8.23	limo
E10	12.0	96.29	3.34	0.41	arena
E11	20.0	96.27	3.32	0.39	arena

Con base en la definición de estos tres grupos, el mapa de distribución empleando el triángulo de Shepard se presenta en la (Fig.14).

4.2 PARAMETROS BIOTICOS

OCURRENCIA DE ESPECIES BENTONICAS

La ocurrencia de organismos bentónicos en el área de estudio obtenidas por diferentes métodos de muestreo durante la primera campaña están contenidas en las Tablas IX y X .

De la revisión de este primer muestreo se determinaron 5 Phylum, dominando los moluscos con 17 especies, artrópodos (crustáceos) con 8 especies. Los anélidos (poliquetos) con 5 especies, nemátodos a nivel de grupo con una especie y una especie de equinodermo.

Las estaciones con mayor ocurrencia por número de especies presentes para este muestreo son la E7 con 15 especies, E11 con 14 especies y E9 con 12 especies.(Fig.15).

Las especies con mayor distribución de acuerdo a su ocurrencia en las estaciones son: *Olivella biplicata*, *Dendraster excentricus*, *Penaeus californiensis*, *Epitonium tinctum* y *Nassarius perpengüis*, todas estas especies estuvieron representadas por organismos vivos

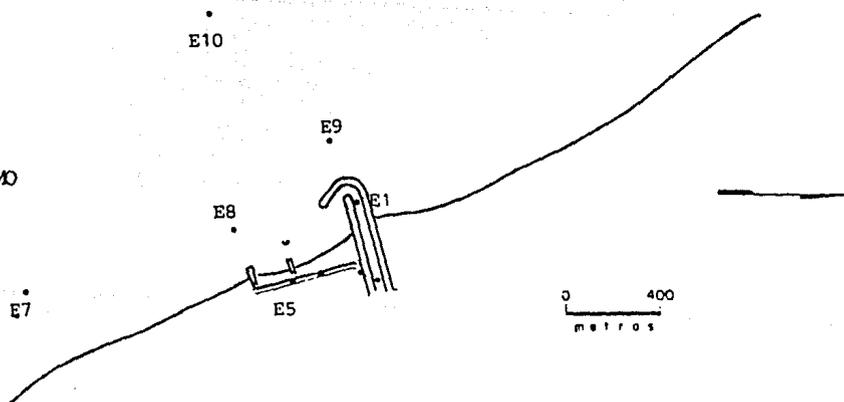
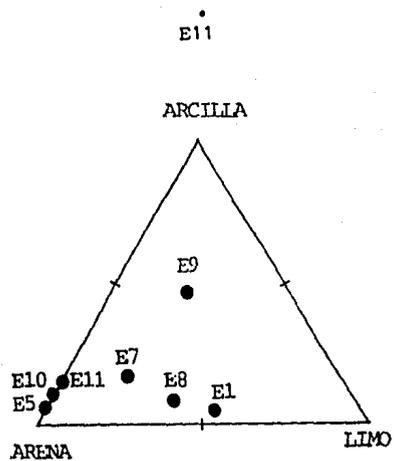


Fig 14. Distribución de los grupos de sedimentos en el área de la C.T. Tijuana 1988.

Tabla IX Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma termica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen.

JUNIO, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				**		
	E1	E5*	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Chepalocaridos sp1</i>				x			
<i>Jassa sp</i>			x	x			
<i>Panulirus interruptus</i>			x				
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>					x	x	
MOLUSCOS							
<i>Chalamys sp</i>				x			
<i>Leptopecten latiauratus</i>	x			x			
<i>Mytilus californianus</i>				x			
<i>Olivella biplicata</i>				x			
NEMATODOS							
sp1	x						
POLIQUETOS							
FAM. ARENICOLIDAE							
sp1						x	
ORD. CTENODRILIDA							
sp1	x			x			
FAM. NEREIDAE							
sp1	x				x		
ORD. OPHELIDA							
sp1	x						
ORD. SABELLIDA							
sp1	x				x		
No. de especies	6	-	2	6	3	2	0
Volumen de sedimento ml	324	435	175	200	314	854	0

x = vivo;

Ø = muerto;

* NO SE MUESTREO CON ESTA TECNICA

** ZONA DE NO INFLUENCIA

Tabla X Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante red de arrastre Pickard

JUNIO, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				***		
	E1*	E5	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Balanus improvisus</i>					x		
Isopodos sp1			x				x
<i>Pachygrapsus crassipes</i>		x					
<i>Penaeus californiensis</i>			x		x		x
<i>Portunus xantusi</i>							x
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>					x	x	x
MOLUSCOS							
<i>Aplysia californica</i>		x					
<i>Alia sp1</i>							x
<i>Cerithiopsis cosmia</i>							x
<i>Cylichna alba</i>			x				
<i>Donax sp1</i>			x				x
<i>Epitonium tinctum</i>			x		x		x
<i>Littorina sp1</i>			x		x		x
<i>Littorina pullata</i>			x				x
<i>Mitrella gausapata</i>			x		x		
<i>Mytilus californicus</i>			x				
<i>Nassarius perpengüis</i>			x		x		x
<i>Nassarius tegula</i>					x		
<i>Olivella biplicata</i>			x		x		x
<i>Rictaxis punctocaelatus</i>			x				
<i>Tricolia compta</i>					x		x
POLIQUETOS							
FAM. NEREIDAE							
sp1			x				x
No. de especies	-	2	13	0	10	1	14

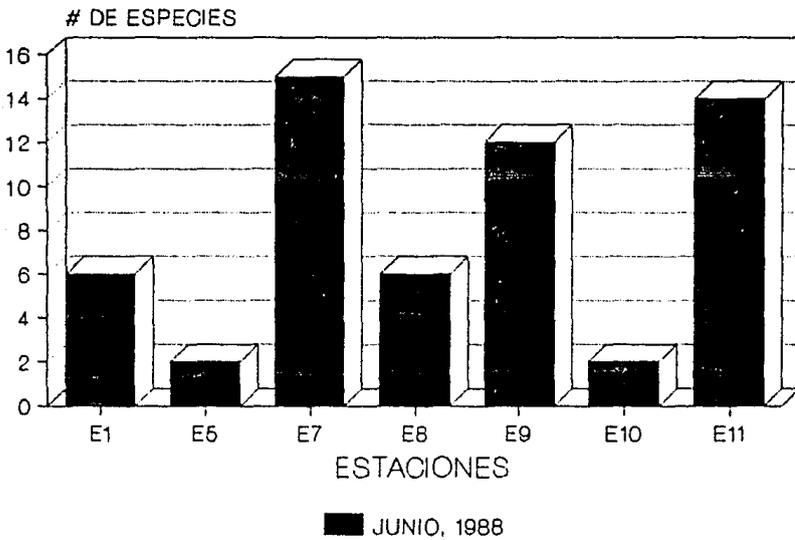
x = vivo;

Ø = muerto;

* NO SE MUESTREO CON ESTA TECNICA

*** ZONA DE NO INFLUENCIA

Fig.15 ESPECIES TOTALES BENTONICAS EN EL
AREA DE LA C.T. TIJUANA, B.C.



en su totalidad.

Para la segunda campaña se determinaron 6 Phylum, dominando nuevamente los Moluscos con 19 especies, Artrópodos (crustáceos) con 11 especies y 1 de pignogonido, Anélidos (poliquetos) con 4 especies, peces con dos especies, Equinodermos con 1 especie y finalmente el phylum Cnidaria con 1 especie Tablas XI y XII .

Las estaciones con mayor ocurrencia en este muestreo son: E9 con 21 especies y E10 con 17 especies (Fig.16)

Las especies con mayor distribución de acuerdo a su presencia por estación fueron: *Jassa sp* (Van Veen), *Cancer antennarius* (Pickard), *Crangon nigromaculata* (Pickard), *Dendraster excentricus* (los dos métodos), apareciendo en esta campaña especies muertas como: *Alia carinata*, *Cerithiopsis cosmia*, *Crepidula convexa*, *Conus californicus*, *Hiatella sp*, *Marginella californica*, *Polinices lewessi* y *Spisula falcata*.

Se observó también que para esta campaña las especies *Jassa sp*, *Cancer antennarius*, *Crangon nigromaculata* y el pez *Sygnathus leptorhynchus* viven resguardados en poblaciones de macroalgas de las especies *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum sp* de las cuales su distribución es estacional siendo máxima en verano y decreciendo en los meses más fríos (noviembre-enero), estas poblaciones de macroalgas fueron observadas a partir de la E7 hasta la E11, es decir su ocurrencia fué a partir de los 6.5 m

Tabla XI Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen.

OCTUBRE, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				**		
	E1	E5	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Ideotea sp</i>	x						
<i>Jassa sp</i>	x		x	x	x	x	x
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>						x	x
MOLUSCOS							
<i>Haminoea virescens</i>		x					
<i>Leptopecten latiauratus</i>						x	
<i>Nassarius fossatus</i>							x
<i>Nassarius perpenguis</i>						x	x
<i>Nucula sp</i>	x						
<i>Olivella buplicata</i>	x						
<i>Yoldia limatula</i>						x	
PIGNOGONIDA							
<i>Tanystylum orbiculare</i>	x						
CNIDARIA							
<i>Anthopleura elegantissima</i>		x					
POLIQUETOS							
FAM. ARENICOLIDADE							
sp1				x		x	x
ORD. CTENODRILIDA							
sp1	x				x		
FAM. NEREIDAE							
sp1	x		x				
ORD. OPHELIDA							
sp1	x				x	x	
No. de especies	8	2	2	2	3	7	5
Volumen de sediemnto	300	350	200	250	350	225	450

x = vivo;

0 = muerto;

** ZONA DE INFLUENCIA

Tabla XII Ocurrencia de especies bentónicas en la zona costera dentro y fuera de la influencia de la pluma térmica de la C.T.Tijuana mediante red de arrastre Pickard.

OCTUBRE, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				***		
	E1*	E5	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Araneus mexicanus</i>			x				
<i>Balanus improvisus</i>					x		
<i>Balanus nubilus</i>					x		
<i>Blepharipoda occidentalis</i>						x	
<i>Cancer antennarius</i>			x	x	x	x	
<i>Crangon nigromaculata</i>			x	x	x	x	x
<i>Idotea sp</i>			x				
<i>Pachygrapsus crassipes</i>		x					
<i>Panulirus interruptus</i>					x	x	
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>			x	x	x		x
MOLUSCOS							
<i>Alia carinata</i>					0		
<i>Cerithiopsis cosmia</i>					0		
<i>Crepidula convexa</i>					0		
<i>Conus californicus</i>					0		
<i>Hiatella sp</i>					0		
<i>Leptopecten latiauratus</i>			x			x	
<i>Macoma sp</i>						x	
<i>Marginella californica</i>		0					
<i>Mytilus californicus</i>					0	x	
<i>Mytilus edulis</i>					0	x	
<i>Nassarius fosatus</i>			x			x	
<i>Olivella baetica</i>					x		
<i>Olivella biplicata</i>					x		
<i>Polinices lewessi</i>					0		
<i>Spisula falcata</i>					0		
PIGNOGONIDA							
<i>Tanystylum orbiculare</i>					x		
PECES							
<i>Paralichthys californicus</i>			x			x	
<i>Sygnathus leptorhynchus</i>			x			x	
No. de especies	-	2	9	3	18	11	2

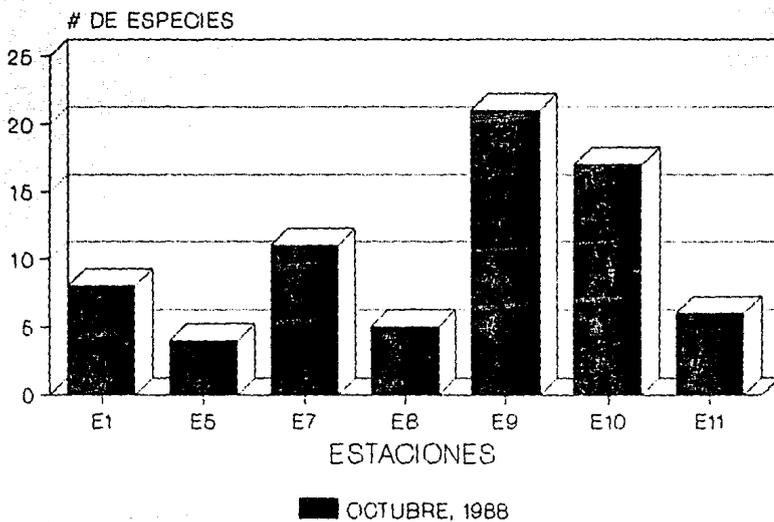
x = vivo;

0 = muerto;

* NO SE MUESTREO CON ESTA TECNICA

*** = ZONA DE NO INFLUENCIA

Fig 16 ESPECIES TOTALES BENTONICAS EN EL
AREA DE LA C.T. TIJUANA, B.C.



a los 20.0 m de profundidad.(Rosas et al., 1982).

ABUNDANCIAS DE ESPECIES BENTONICAS

Draga Van Veen

La abundancia total para la primera campaña por medio de la draga Van Veen se muestra en la Tabla XIII.

La mayor abundancia se presenta en la estación E1 con 310 organismos/0.2 m², E8 con 30 org./0.2 m², E10 con 9 org./0.2 m² y finalmente la E9 con 5 org./0.2 m² (Fig.17).

La abundancia promedio para la zona de influencia es de 104 org./0.2 m², para la zona de no influencia se registró un promedio de 7 org./0.2 m². Para la segunda campaña nuevamente la E1 presentó la mayor abundancia con un total de 62 org./0.2 m², E11 con 23 org./0.2 m², E8 y E10 con 19 org./0.2 m², E5 con 16 org./0.2 m² y finalmente E7 y E9 con 5 org./0.2 m² Tabla XIV y (Fig.18)

El promedio de organismos para la zona de influencia fue de 25.5 org./0.2 m², mientras que para la zona de no influencia fue de 15.6 org./0.2 m².

Red de arrastre Pickard

En el caso de la red de arrastre las abundancias totales para la primera campaña se presentan en la Tabla XV.

Tabla XIII Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen

JUNIO, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				***		
	E1	E5*	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
Chepalocaridos sp1				2			
<i>Jassa sp</i>			1	23			
<i>Panulirus interruptus</i>			1				
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>					2	7	
MOLUSCOS							
<i>Chalamys sp</i>				1			
<i>Leptopecten latiauratus</i>	3			1			
<i>Mytilus californianus</i>				1			
<i>Olivella biplicata</i>				1			
NEMATODOS							
sp1	253						
POLIQUETOS							
FAM. ARENICOLIDAE							
sp1						2	
ORD. CTENODRILIDA							
sp1	10			2			
FAM. NEREIDAE							
sp1	18				2		
ORD. OPHELIDA							
sp1	6						
ORD. SABELLIDA							
sp1	20				1		
No. de especies	6	-	2	6	3	2	-
Volumen de sedimento ml	324	435	175	200	314	854	0
organismos/0.2 m ²	310	-	2	30	5	9	-

* NO SE MUESTREO CON ESTA TECNICA

*** ZONA DE NO INFLUENCIA

- NO SE MUESTREO (E11)

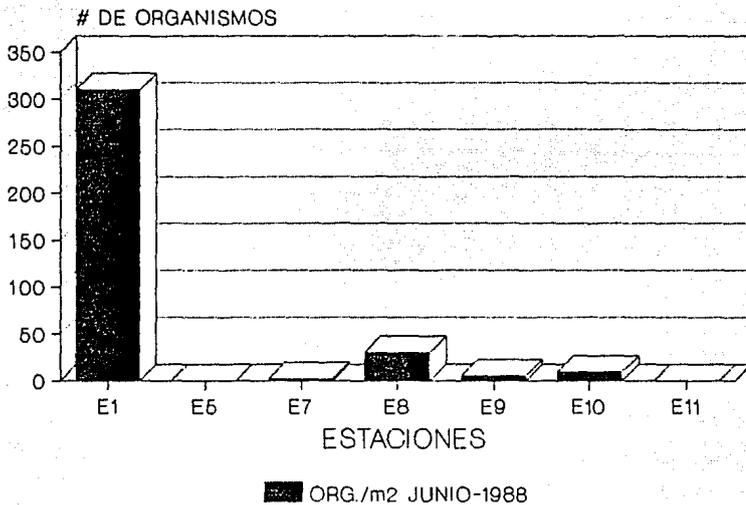
Tabla XIV Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante draga Van Veen

OCTUBRE, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA					**	
	E1	E5	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Ideotea sp</i>	2						
<i>Jassa sp</i>	19		4	18	2	4	8
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>						3	4
MOLUSCOS							
<i>Haminoea virescens</i>		11					
<i>Leptopecten latiauratus</i>						3	4
<i>Nassarius fossatus</i>							1
<i>Nassarius perpenguis</i>						2	
<i>Nucula sp</i>	31						
<i>Olivella biplicata</i>	1						
<i>Yoldia limatula</i>						1	
PIGNOGONIDA							
<i>Tanystylum orbiculare</i>	1						
CNIDARIA							
<i>Anthopleura elegantissima</i>		5					
POLIQUETOS							
FAM. ARENICOLIDADE							
sp1				1		5	6
ORD. CTENODRILIDA							
sp1	3				1		
FAM. NEREIDAE							
sp1	2		1				
ORD. OPHELIDA							
sp1	3				2	1	
No. de especies	8	2	2	3	3	7	5
Volumen de sedimento	300	350	200	250	350	225	450
organismos/0.2 m ²	62	16	5	19	5	19	23

** ZONA DE NO INFLUENCIA

**Fig.17 ABUNDANCIA TOTAL DE ORGANISMOS
DE INFAUNA BENTONICA DE LA C.T. TIJUANA**



• VAN VEEN

**Fig.18 ABUNDANCIA TOTAL DE ORGANISMOS
DE INFAUNA BENTONICA DE LA C.T. TIJUANA**

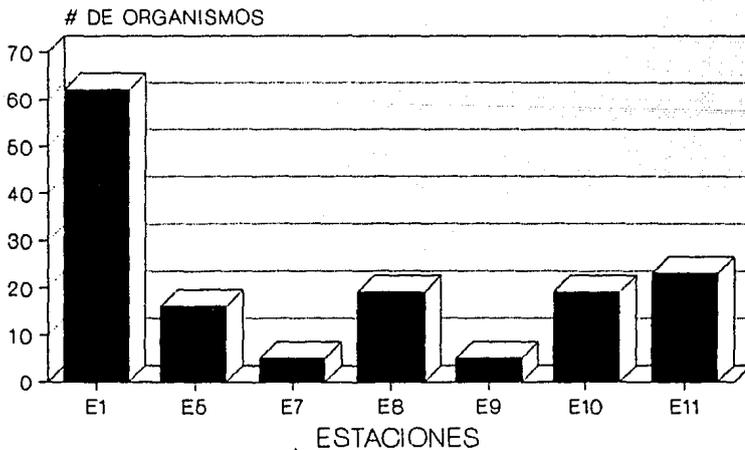


Tabla XV Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante red de arrastre Pickard

JUNIO, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				**		
	E1 ^{**}	E5	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Balanus improvisus</i>					27		
<i>Isopodos sp1</i>			4				11
<i>Pachygrapsus crassipes</i>		5					
<i>Peneaeus californiensis</i>			30		10		85
<i>Portunus xantusi</i>							1
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>					13	1	3
MOLUSCOS							
<i>Aplysia californica</i>		9					
<i>Alia sp1</i>							4
<i>Cerithiopsis cosmia</i>							1
<i>Cylichna alba</i>			1				
<i>Donax sp1</i>			2				2
<i>Epitonium tinctum</i>			1		2		1
<i>Littorina sp1</i>			4		3		1
<i>Littorina pullata</i>			1				1
<i>Mitrella gausapata</i>			6		3		
<i>Mytilus californicus</i>			1				
<i>Nassarius perpenguis</i>			7		3		1
<i>Nassarius tegula</i>					1		
<i>Olivella biplicata</i>			13		6		3
<i>Rictaxis punctocaelatus</i>			1				
<i>Tricolia compta</i>					3		1
POLIQUETOS							
FAM. NEREIDAE							
sp1			3				6
No. de especies	-	2	13	0	10	1	14
organismos/270 m ²	-	14	74	0	71	1	121

* NO SE MUESTREO CON ESTA TECNICA

** ZONA DE NO INFLUENCIA

Dado la poca profundidad de la estación E5, su abundancia total fue referida a 1 m², presentándose en esta campaña 14 org./1 m², siendo en el resto de las estaciones la mayor abundancia en la E11 con 121 org./270 m², E7 con 74 org./270 m², E9 con 71 org./270 m² y E10 con 1 org./270 m², no muestreándose la E1 con esta técnica (Fig.19).

El promedio de organismos bentónicos por medio de esta técnica para la zona de influencia es de 44 org./270 m² y para la zona de no influencia es de 64.3 org./270 m².

Para la segunda campaña, la E5 presentó 15 org./ 1 m², observándose en la E9 171 org./677.64 m², E8 65 org./677.64 m², E10 con 32 org./677.64 m², E11 con 31 org./677.64 m² y finalmente E7 con 28 org./677.64 m².
Tabla XVI y (Fig.20).

DIVERSIDAD DE ESPECIES BENTONICAS

Estos índices variaron notablemente a través de los dos muestreos en las diferentes estaciones; para la zona de influencia el valor máximo fué de 1.52 bits para infauna bentónica (draga Van Veen) y de 2.76 bits para la epifauna (red de arrastre), los mínimos fueron de 0 bits tanto para infauna como para epifauna en el mes de junio.

Tabla XVI Abundancia total bentónica dentro y fuera de la zona costera de la influencia de la pluma térmica de la C.T. Tijuana mediante red de arrastre Pickard

OCTUBRE, 1988

ESPECIE	ZONA DE INFLUENCIA				**		
	E1*	E5	E7	E8	E9	E10	E11
CRUSTACEOS							
<i>Araneus mexicanus</i>			1				
<i>Balanus improvisus</i>					4		
<i>Balanus nubilis</i>					1		
<i>Blepharipoda occidentalis</i>						3	
<i>Cancer antennarius</i>			2	17	37	6	
<i>Crangon nigromaculata</i>			55	35	66	15	8
<i>Idotea sp</i>			1				
<i>Pachygrapsus crassipes</i>		10			1	1	
<i>Panulirus interruptus</i>							
EQUINODERMOS							
<i>Dendraster excentricus</i>			4	13	18		23
MOLUSCOS							
<i>Alia carinata</i>					2		
<i>Cerithiopsis cosmia</i>					1		
<i>Crepidula convexa</i>					1		
<i>Conus californicus</i>					1		
<i>Hiatella sp</i>					2		
<i>Leptopecten latiauratus</i>			1			1	
<i>Macoma sp</i>						1	
<i>Marginella californica</i>		5					
<i>Mytilus californicus</i>					14	1	
<i>Mytilus edulis</i>					9	1	
<i>Nassarius fosatus</i>			10			1	
<i>Olivella baetica</i>					3		
<i>Olivella biplicata</i>					5		
<i>Polinices lewessi</i>					1		
<i>Spisula falcata</i>					2		
PIGNOGONIDA							
<i>Tanystylum orbiculare</i>					3		
PECES							
<i>Paralichthys californicus</i>			1			1	
<i>Sygnathus leptorhynchus</i>			3			1	
No. de especies	-	2	9	3	18	11	2
organismos/677.64 m ²	-	15	28	65	172	32	31

* NO SE MUESTREO CON ESTA TECNICA

** ZONA DE NO INFLUENCIA

Fig.19 ABUNDANCIA TOTAL DE ORGANISMOS DE EPIFAUNA BENTONICA DE LA C.T. TIJUANA

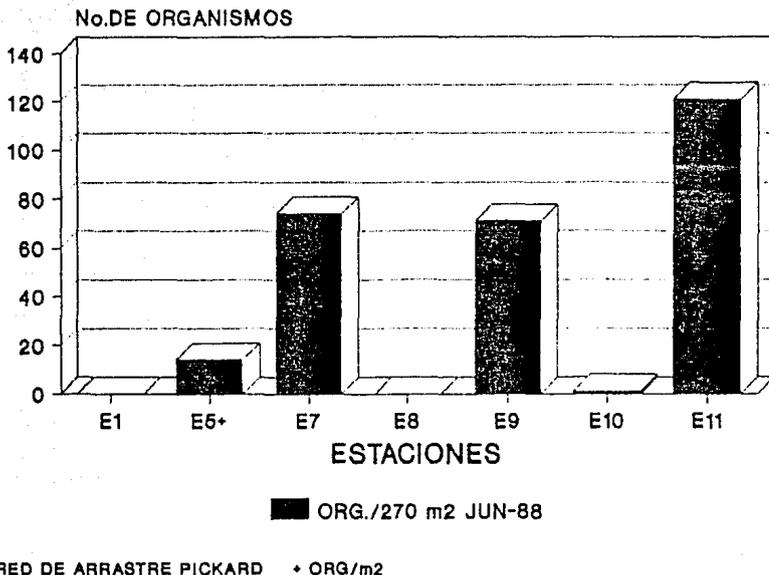
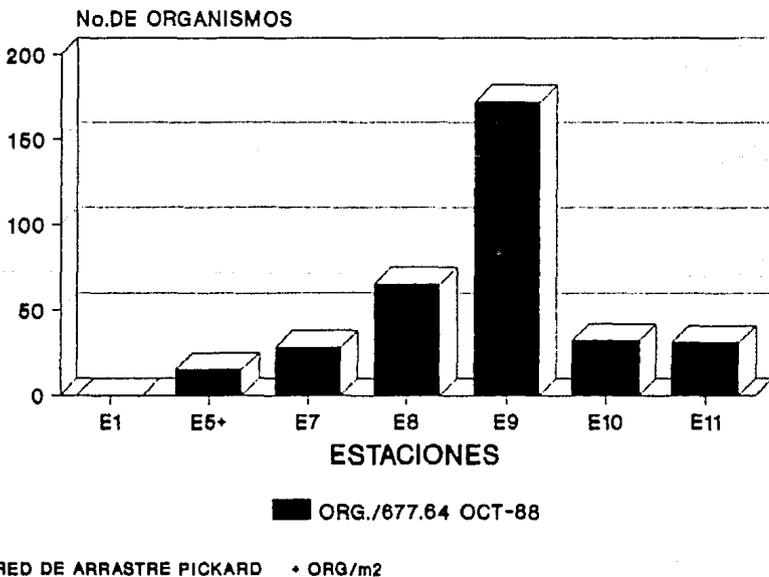


Fig.20 ABUNDANCIA TOTAL DE ORGANISMOS DE EPIFAUNA BENTONICA DE LA C.T. TIJUANA



Para el mes de octubre el valor máximo fué de 2.44 bits para infauna y de 2.83 bits para la epifauna bentónica, los valores mínimos son de 0 bits para la infauna y de 0.60 bits para la epifauna Tabla XVII y (Fig.21 y 22).

AFINIDAD

La afinidad se emplea como un elemento para la interpretación de comunidades y evaluar que tanto son semejantes las estaciones de muestreo a partir de los componentes taxonómicos presentes en cada una de éstas.

Los índices obtenidos para la infauna bentónica (draga Van Veen) para el mes de junio en el área de influencia muestran una afinidad máxima de 16.6 % entre las estaciones E1 y E8, registrándose afinidades menores a ésta en el resto de las estaciones comprendidas en esta zona.

Para la zona de no influencia la máxima afinidad es de 40.0 % entre las estaciones E9 y E10. En el mes de octubre la máxima afinidad en la zona de influencia es de 50.0 % en las estaciones E7 y E8, para la zona de no influencia ésta es de 66.6 % entre las estaciones E10 y E11 (Fig.23)

Para la epifauna bentónica (red de arrastre) el índice obtenido para la zona de influencia en el mes de junio es de 0 % , mientras que para la zona de no influencia

Tabla XVII Valores de diversidad (H'), diversidad máxima (H' máx) y equitabilidad (J') para cada estación de muestreo.

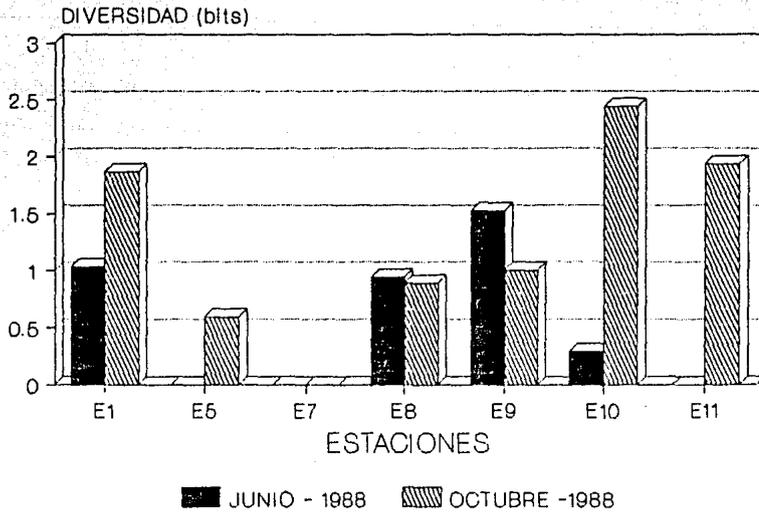
JUNIO, 1988

ESTACION	DRAGA VAN VEEN			RASTRA PICKARD		
	H'	H' máx	J'	H'	H' máx	J'
E 1	1.03	2.58	0.41	0	0	0
E 5	0	0	0	0.61	1.0	0.87
E 7	0	1.0	0.75	2.76	3.70	0.70
E 8	0.94	2.32	0.45	0	0	0
E 9	1.52	2.0	0.90	2.61	3.32	0.84
E 10	0.29	1.0	0.68	0	0	0
E 11	0	0	0	1.65	3.90	0.30

OCTUBRE, 1988

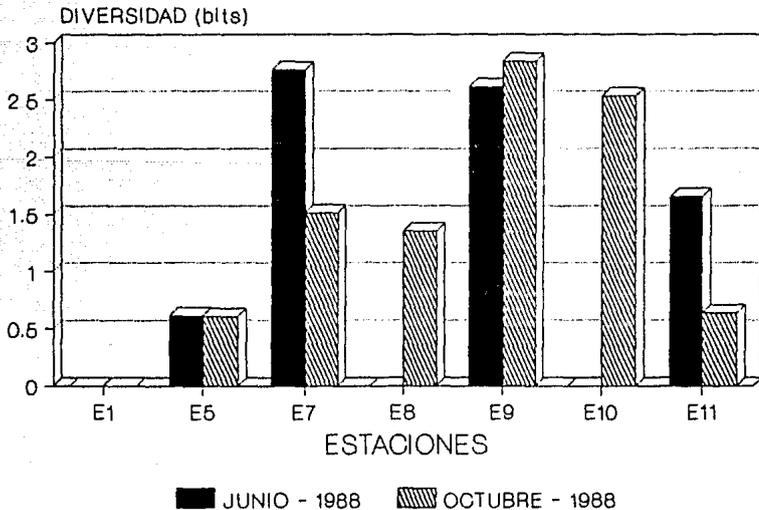
ESTACION	DRAGA VAN VEEN			RASTRA PICKARD		
	H'	H' máx	J'	H'	H' máx	J'
E 1	1.86	3.0	0.59	0	0	0
E 5	0.59	1.0	0.86	0.60	1.0	0.87
E 7	0	0	0	1.51	3.16	0.40
E 8	0.89	1.58	0.72	1.35	1.58	1.0
E 9	1.0	1.58	0.79	2.83	4.16	0.53
E 10	2.44	2.80	1.0	2.53	3.45	0.65
E 11	1.93	2.32	0.99	0.63	1.0	0.89

**Fig.21 DIVERSIDAD DE INFAUNA BENTONICA
EN EL AREA DE LA C.T. TIJUANA**



* DRAGA VAN VEEN

**Fig.22 DIVERSIDAD DE EPIFAUNA BENTONICA
EN EL AREA DE LA C.T. TIJUANA**



* RED DE ARRASTRE PICKARD

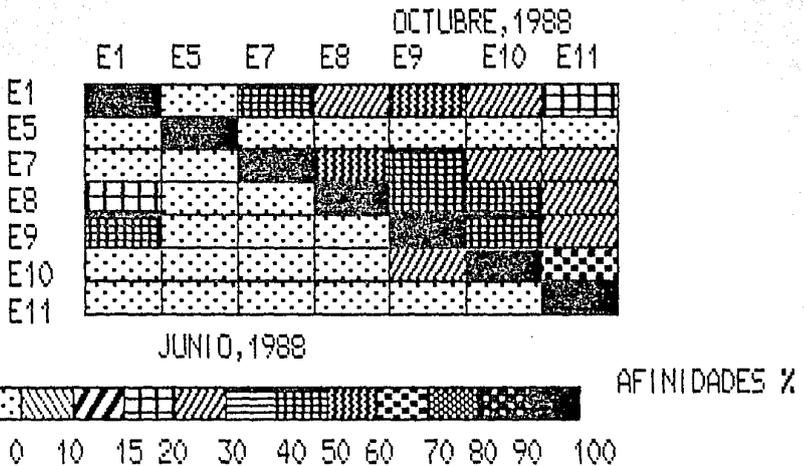


Fig.23 DIAGRAMA DE AFINIDAD DE INFAUNA BENTONICA POR PERIODO DE MUESTREO EN EL AREA DE LA C.T. TIJUANA.

la afinidad es de 58.3 % en las estaciones E9 y E11. En el mes de octubre para la zona de influencia la afinidad es de 50.0 % en las estaciones E7 y E8, en el caso de la zona de no influencia esta es de 52.6 % entre las estaciones E9 y E10 (Fig.24)

Cabe señalar que por medio de esta técnica de muestreo la mayor afinidad entre las estaciones en lo que corresponde a la epifauna bentónica para el mes de junio es de 59.2 % entre las estaciones E7 y E11, que respectivamente corresponden a una estación dentro de la zona de influencia y fuera de la zona de influencia, para octubre ésta es de 80.0 % entre las estaciones E8 y E11 (ver Fig.24).

CORRELACION CRUZADA DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BIOLOGICOS

Se han establecido relaciones directas entre la comunidad bentónica y parámetros fisicoquímicos como por ejemplo, tipo de sedimento y materia orgánica, en función de la riqueza específica, densidad e índice de diversidad.(Bader, 1954).

La Tabla XVIII muestra el coeficiente de correlación entre algunos parámetros fisicoquímicos y de la comunidad de la infauna bentónica.

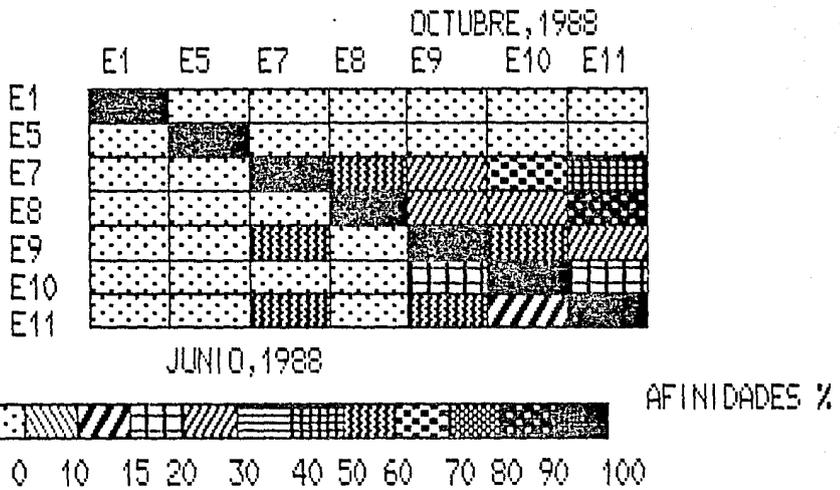


Fig.24 DIAGRAMA DE AFINIDAD DE EPIFAUNA BENTONICA POR PERIODO DE MUESTREO EN EL AREA DE LA C.T. TIJUANA.

Tabla XVIII Correlación cruzada por parámetro fisicoquímico y biológico

JUNIO, 1988

TEMP SAL OXIG. DIS GRAN M. ORG # ESP. DENS. DIV.

TEMP.	1.0							
SALIN.	0.51	1.0						
OXIG. DIS.	-0.97	-0.58	1.0					
GRANL.	0.14	0.39	-0.26	1.0				
MAT. ORG.	0.16	-0.14	-0.23	-0.04	1.0			
# ESP.	-0.36	-0.17	0.39	-0.67	0.17	1.0		
DENSID.	-0.34	0.44	0.26	0.20	0.0084	0.49	1.0	
IND. DIV.	-0.36	0.006	0.40	-0.71	0.0023	0.77	0.46	1.0

OCTUBRE, 1988

TEMP.	1.0							
SALIN.	0.69	1.0						
OXIG. DIS.	-0.49	0.89	1.0					
GRANL.	0.28	0.26	0.59	1.0				
MAT. ORG.	-0.23	-0.42	-0.55	-0.84	1.0			
# ESP.	-0.50	-0.09	-0.20	-0.75	0.73	1.0		
DENSID.	-0.46	0.38	0.24	-0.42	0.10	0.52	1.0	
IND. DIV.	-0.52	0.53	0.38	-0.16	0.23	0.74	0.58	1.0

Para el mes de junio se presenta una marcada correlación entre la temperatura y el oxígeno disuelto ($r = -0.97$), lo que indica que para el área de la C.T. Tijuana y Rosarito II a medida que se incrementa la temperatura superficial existe una menor capacidad de retención de oxígeno disuelto por parte del cuerpo receptor de agua.

El establecimiento de especies de infauna bentónica está muy relacionada con el tipo de sedimento presente en el área ($r = -0.67$), lo que quiere decir que a medida que el tamaño de grano (ϕ) del sedimento sea mayor, el número de especies que se establezcan en éste será mínimo. Este comportamiento también se puede relacionar con la diversidad ($r = -0.71$), es decir debido a que el establecimiento de las especies decae conforme el sedimento es más grueso, es lógico pensar que la diversidad variara de acuerdo al número de especies presentes en cada uno de los tipos de sedimento.

Otro comportamiento que se observa como en cualquier otra comunidad biológica, es que la diversidad de la infauna bentónica está muy relacionada con el número de especies presentes en dicha área de estudio ($r = 0.77$), lo que viene a acentuar más el comportamiento de las dos correlaciones anteriores (ver Tabla XVIII).

Para la campaña de octubre existe una relación entre salinidad y oxígeno disuelto ($r = -0.89$), lo que probablemente puede indicar que es más la presencia

de iones (sales) en el cuerpo de agua que no permite la solubilidad del oxígeno y este tenga que decaer.

La disposición de materia orgánica esta dependiendo del tipo de sedimento presente en cada una de las estaciones ($r = -0.75$), lo que indica que si el sedimento presenta una textura mas gruesa el contenido de materia orgánica es mínimo

El número de especies de la infauna está muy relacionada con la cantidad presente de materia orgánica en cada una de las estaciones ($r = 0.73$), lo que trae como consecuencia que se vea beneficiada la densidad de las especies presentes en cada una de las estaciones al igual que la diversidad de éstas ($r = 0.58$ y 0.74 respectivamente).

APLICACION DEL METODO LOG-NORMAL (Gray,1979) PARA DETERMINAR UNA POSIBLE CONTAMINACION - INDUCIDA

Una de las estrategias adoptadas recientemente es la aplicación del método log-normal propuesto por (Gray,1979), el cual indica que el número mayor de especies tiene abundancia mínima y el de las representadas por una sola muestra es el máximo aunque no es esto válido para todas las comunidades

El criterio que se siguió para el análisis de la comunidad bentónica a través de este método, fue

determinar por profundidad muestreada (6.5, 8.5, 12.0, y 20.0 m) que corresponden a las estaciones (E7, E8, E9, E10, E11), la distribución log-normal tanto espacial (estaciones) como temporalmente (campaña) a través del número de especies presentes, descartando la E1 y E5 por estar localizadas dentro del canal de toma y descarga respectivamente.

VARIACION ESPACIAL

La Tabla XIX muestra los valores registrados en la variación espacial; para el mes de junio se observa que en todas las profundidades muestreadas en el área de estudio se presentan de 4 a 5 clases geométricas compuestas por un número de especies no significativo entre estas clases, observando especies raras con muy poca abundancia y especies relativamente poco abundantes.

En la (Fig.25) se observa una fase transitoria a los 20 m de profundidad, en la cual está localizada la estación E11 que es considerada como una estación fuera de la influencia de la pluma térmica.

Las condiciones de octubre cambian totalmente a las registradas en junio teniendo de 4 a 7 clases geométricas en todas las profundidades muestreadas Tabla XX .

Tabla XIX Distribución logarítmico-normal espacial de abundancias relativas por profundidad muestreada JUNIO, 1988

a) profundidad 0.5m (E7, EB)

Número de individuos Clase geométrica	Clase aritmética	Número de especies	%	% acumulativa
I	1	9	50.0	50.0
II	2 - 3	3	16.6	66.6
III	4 - 7	3	16.6	83.2
IV	8 - 15	1	5.5	88.7
V	16 - 31	2	11.1	99.9

b) profundidad 8.5 (EP)

Número de individuos Clase geométrica	Clase aritmética	Número de especies	%	% acumulativa
I	1	2	16.66	16.66
II	2 - 3	6	50.00	66.66
III	4 - 7	1	8.33	74.99
IV	8 - 15	2	16.66	91.65
V	16 - 31	1	8.33	99.98

Tabla XIX CONTINUACION

c) profundidad 12.0m (E10)

Número de individuos Clase geométrica	Clase aritmética	Número de especies	%	% acumulativa
I	1	4	36.36	36.36
II	2 - 3	2	18.18	54.54
III	4 - 7	3	27.27	81.81
IV	8 - 15	2	18.18	99.99

d) profundidad 20.0m (E11)

Número de individuos Clase geométrica	Clase aritmética	Número de especies	%	% acumulativa
I	1	7	53.84	53.84
II	2 - 3	3	23.07	76.91
III	4 - 7	1	7.69	84.6
IV	8 - 15	1	7.69	92.29
V	16 - 31	-	-	-
VI	32 - 63	-	-	-
VII	64 - 127	1	-	-
VIII	128 - 255	1	7.69	99.98

ESTA COPIA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

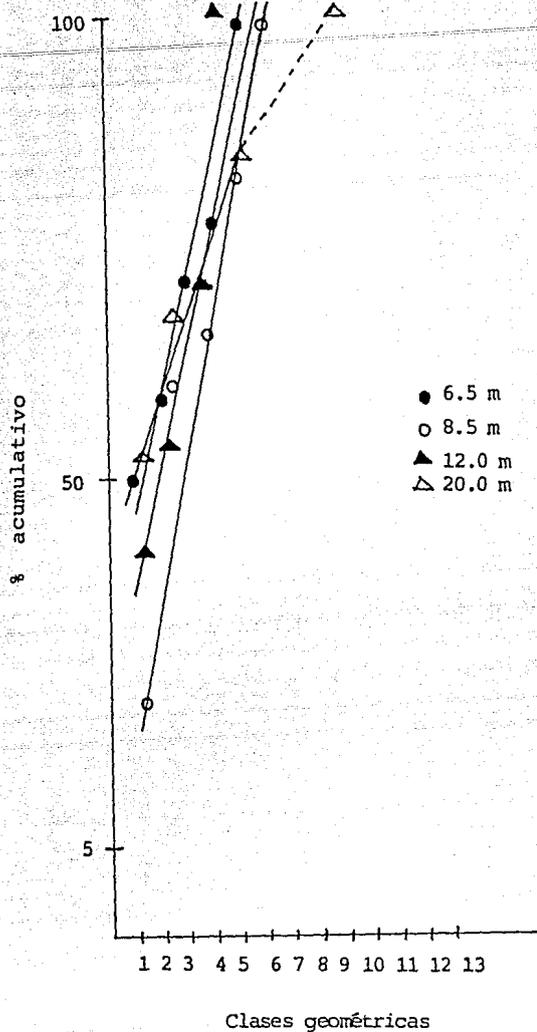


Fig 25. Distribución log-normal espacial por profundidad, junio 1988.

Tabla XX Distribución logarítmico-normal espacial de abundancias relativas por profundidad muestreada OCTUBRE, 1988

a) profundidad 6.5m (E7, E8)

Número de individuos Clase geométrica	Clase aritmética	Número de especies	%	% acumulativa
I	1	6	35.29	35.29
II	2 - 3	2	11.76	47.05
III	4 - 7	2	11.76	58.81
IV	8 - 15	3	17.64	76.45
V	16 - 31	2	11.76	88.21
VI	32 - 63	2	11.76	99.77

b) profundidad 8.5 (E9)

Número de individuos Clase geométrica	Clase aritmética	Número de especies	%	% acumulativa
I	1	9	39.13	39.13
II	2 - 3	7	30.43	69.56
III	4 - 7	2	8.69	78.25
IV	8 - 15	2	8.69	86.94
V	16 - 31	1	4.34	91.28
VI	32 - 63	1	4.34	95.62
VII	64 - 127	1	4.34	99.96

Tabla XX

CONTINUACION

c) profundidad 12.0m (E10)

Número de individuos		Número de especies	%	%
Clase geométrica	Clase aritmética			
I	1	10	55.55	55.55
II	2 - 3	4	22.22	77.77
III	4 - 7	3	16.66	94.43
IV	8 - 15	1	5.55	99.98

d) profundidad 20.0m (E11)

Número de individuos		Número de especies	%	%
Clase geométrica	Clase aritmética			
I	1	1	16.66	16.66
II	2 - 3	-	-	-
III	4 - 7	2	33.33	49.99
IV	8 - 15	2	33.33	83.32
V	16 - 31	1	16.66	99.98

Nuevamente se presenta una fase transitoria a los 8.5 m de profundidad en la E9 presentando la peculiaridad de que en esta estación es donde se presentó el mayor número de clases geométricas (Fig.26).

VARIACION TEMPORAL

La Tabla XXI muestra los valores registrados en la variación temporal para los dos periodos de muestreo (junio y octubre), se observa por igual el mismo número de clases geométricas, para los dos periodos, las abundancias por especies para estos muestreos no son significativamente diferentes.

En la (Fig.27) se observa que el área total muestreada se encuentra en una fase de no alteración.

PRONOSTICO DE LOS EFECTOS DE LA FUTURA DESCARGA DE LA C.T. ROSARITO II SOBRE LA COMUNIDAD

BENTONICA

Las modificaciones a la comunidad bentónica resultan difíciles de precisar por efecto de la descarga ya que se necesita un historial de dicha comunidad en la zona de estudio, el cual no se tiene, sin embargo de los resultados fisicoquímicos como de los biológicos

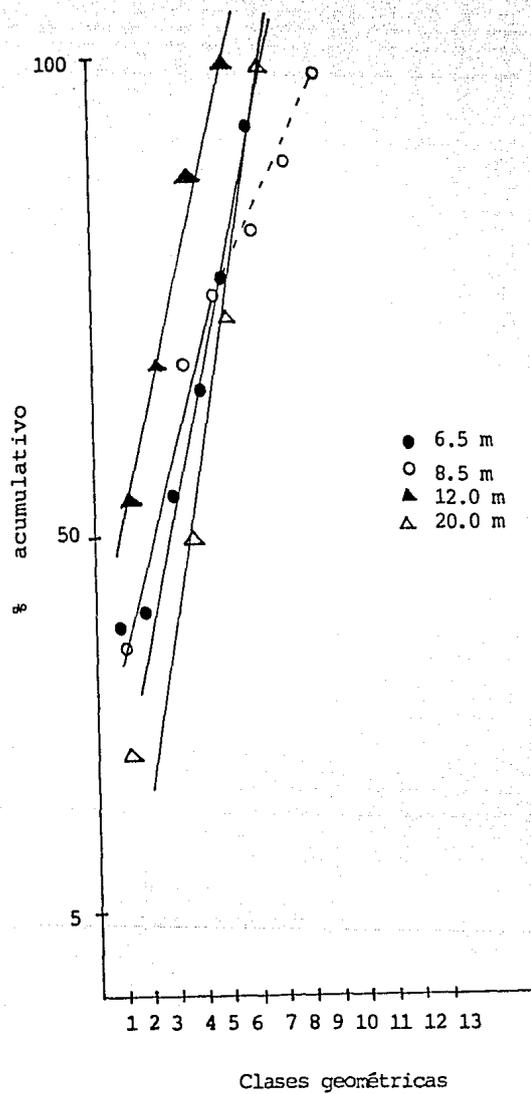


Fig 26. Distribución log-normal espacial por profundidad. Octubre 1988

Tabla XXI Distribución logarítmica-normal temporal de abundancias relativas

JUNIO, 1988

Número de individuos		número de especies	%	%
Clase geométrica	Clase aritmética			
I	1	4	13.33	13.33
II	2 - 3	6	20.00	33.33
III	4 - 7	6	20.00	53.33
IV	8 - 15	5	16.66	69.99
V	16 - 31	4	13.33	83.32
VI	32 - 63	3	10.00	93.32
VII	64 - 127	1	3.33	96.65
VIII	128 - 255	1	3.33	99.98

OCTUBRE, 1988

Número de individuos		número de especies	%	%
Clase geométrica	Clase aritmética			
I	1	8	20.51	20.51
II	2 - 3	8	20.51	41.02
III	4 - 7	10	25.64	66.66
IV	8 - 15	6	15.38	82.04
V	16 - 31	3	7.69	89.73
VI	32 - 63	2	5.12	94.85
VII	64 - 127	1	2.56	97.41
VIII	128 - 255	1	2.56	99.97

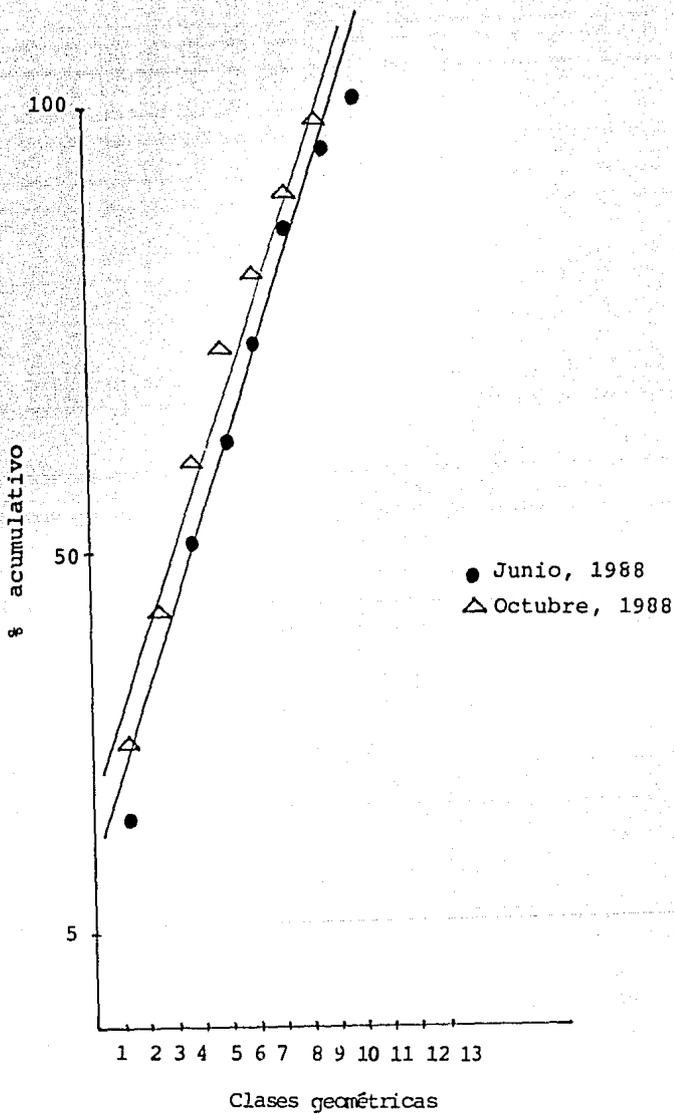


Fig 27. Distribución log-normal temporal para dos periodos de campaña.

obtenidos a partir de la operación de la C.T. Tijuana, se pretende extrapolar las posibles afectaciones que puede provocar la descarga de la C.T. Rosarito II después de entrar en operación.

En este contexto y conforme a las evaluaciones efectuadas, la Tabla XXII, presenta los promedios de algunos parámetros físicoquímicos y biológicos que caracterizan a la zona de influencia y zona de no influencia.

Se aprecia que el promedio de la temperatura es mayor para la zona de influencia, con respecto a la de no influencia, con una diferencia de 1.7 °C de campaña a campaña para la zona de influencia y de 2.5 °C para la de no influencia.

La salinidad para las dos campañas de muestreo es muy homogénea para las dos zonas. Con respecto a la transparencia ésta es mucho mayor para la zona de influencia que para la de no influencia. Los promedios más altos de oxígeno disuelto se presentan en la zona de influencia para las dos campañas que en la zona de no influencia.

Los promedios de cloro libre residual son muy homogéneos para las dos zonas durante las dos campañas de muestreo. Las grasas y aceites registran promedios superiores en la zona de no influencia con respecto a la zona de influencia para las dos campañas de muestreo.

Respecto a los parámetros que están más estrechamente

Tabla XXII Evaluación de promedios de parámetros
físicoquímicos y biológicos en la zona
de estudio de la C.T. Tijuana, B.C.

PARAMETRO	ZONA DE INFLUENCIA	ZONA DE NO INFLUENCIA
TEMPERATURA	18.5 °C	14.3 °C +
	20.2	16.8 **
SALINIDAD	33.6	33.1
	35.0 ‰	35.6 ‰
TRANSPARENCIA	74.3 %	47.8 %
	83.2	54.6
OXIGENO DIS.	11.2 mg/l	6.9 mg/l
	12.8	7.5
CLORO LIBRE RES.	0.33 mg/l	0.32 mg/l
	0.16	0.22
GRASAS Y ACEITES	3.6 mg/l	6.7 mg/l
	17.6 mg/l	24.0 mg/l
MATERIA ORGANICA	9.15 %	8.5 %
	7.1	7.1
ABUNDANCIA TOT.	114 org./0.2 m ²	7 org./0.2 m ²
DRAGA VAN VEEN	25.5 org./0.2 m ²	15.6 org./0.2 m ²
ABUNDANCIA TOT.	44 org./270 m ²	64.3 org./677.64 m ²
RED PICKARD.	36 org./270 m ²	78.3 org./677.64 m ²
DIVERSIDAD DE INFAUNA	0.65 bits	0.90 bits
	0.82	1.79
DIVERSIDAD MAX. ESPERADA	1.96 bits	1.5 bits
DIVERSIDAD DE EPIFAUNA	1.39	2.23
	1.53 bits	1.42 bits
DIVERSIDAD MAX. ESPERADA	1.15	1.99
	1.56 bits	2.40 bits
	1.91	2.87

* JUNIO-88

** OCTUBRE-88

relacionados con la comunidad bentónica (al menos la infauna), se aprecia que el promedio del contenido de materia orgánica en el sedimento es mucho mayor en la zona de influencia que en la zona de no influencia con una diferencia de campaña a campaña de 2.05 % para la primera zona y de 1.4 % para la segunda respectivamente. Debido a la presencia de mayor contenido de materia orgánica en la zona de influencia es mayor la abundancia total de infauna (draga Van Veen) en dicha zona que en la zona de no influencia, sin embargo las diversidades son menores en la zona de influencia con respecto a la zona de no influencia. A partir de estas diversidades se presupone que las diversidades máximas que puede soportar la infauna son mayores en la zona de no influencia (por lo menos en octubre). Con respecto a la abundancia de la epifauna (red de arrastre), las abundancias son relativamente mayores para la zona de no influencia que en la zona de influencia, con diversidades de igual comportamiento.

La diferencia entre las áreas de influencia actual y futura mediante las características fisicoquímicas antes citadas dependerán de la combinación de aspectos ambientales y factores técnicos, que en conjunto determinarán el tipo y área de influencia de la descarga así como la magnitud de su efecto sobre dichas variables fisicoquímicas, siendo un proceso dinámico en el tiempo y espacio.

Por el análisis de estos parámetros actualmente la zona de influencia de la descarga se restringe casi exclusivamente al canal de descarga, zona de mezclado y zona de rompientes de oleaje, comprendiendo una distancia aproximada de 400 m al sureste paralelo a la línea de costa y 200 m al suroeste perpendicular a la misma, cubriendo un área media de 0.19 km^2 (Fig.28)

La diferencia entre las áreas de influencia actual y futura es posible explicarla mediante el aumento de gasto en el agua para enfriamiento (de 16.5 a $25.0 \text{ m}^3/\text{s}$) y por fenómenos oceanográficos debidos a la presencia de la obra de toma, descarga y batimetría actual.

A través del seguimiento en el comportamiento en estos parámetros se estima que el área de influencia de la C.T. Rosarito II podría abarcar un área máxima de 0.49 km^2 , apoyándose esto también por simulaciones matemáticas efectuadas por (C.F.E.,1986,1987).

(Fig.29).

Desde el punto de vista biológico se puede considerar a la C.T. Rosarito II como un *depredador* no selectivo que puede reducir la abundancia de las especies presentes en una área determinada, trayendo como consecuencia un cambio en la estructura de la comunidad bentónica.

Sin embargo la situación anterior al menos para el bentos no está bien caracterizada, puesto que actualmente algunos parámetros que explican el estado de la estructura de la comunidad bentónica como:

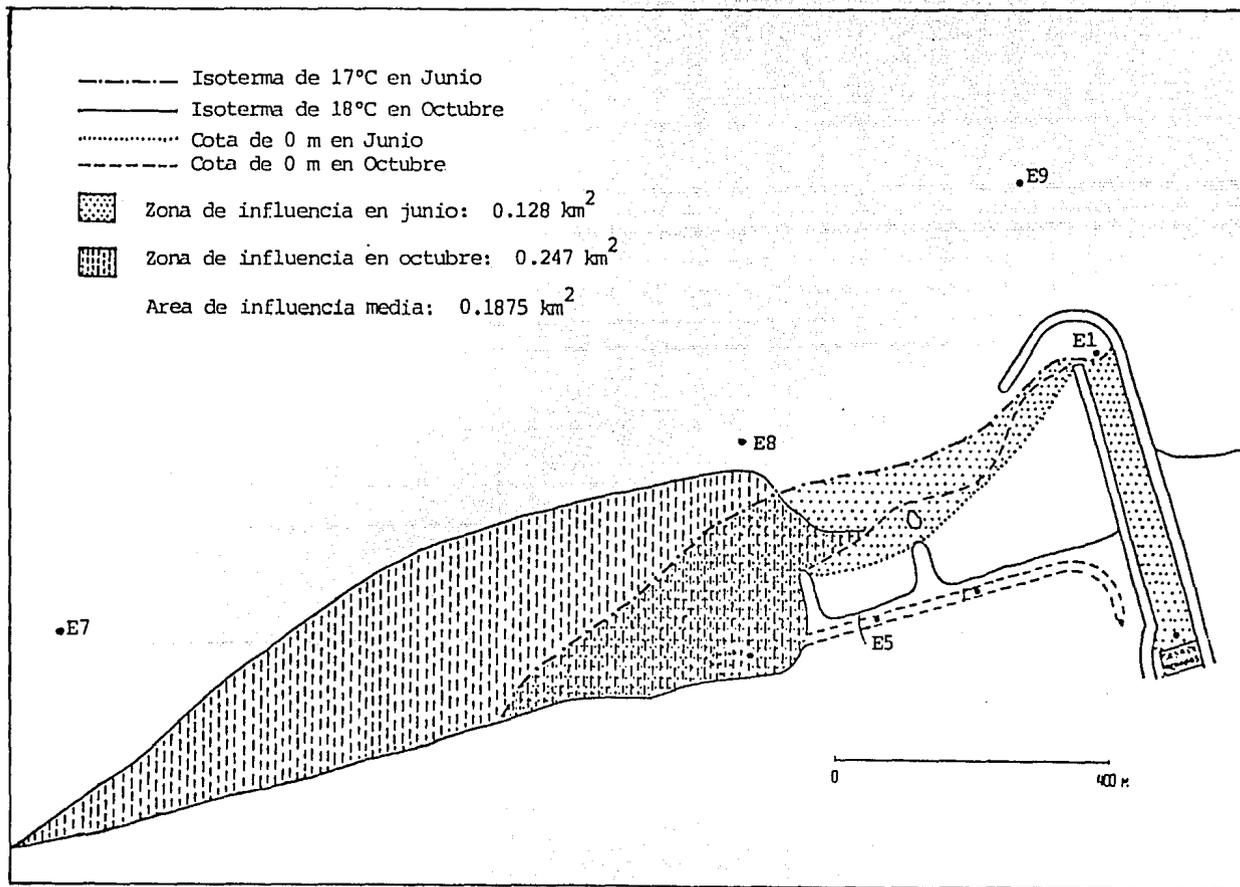
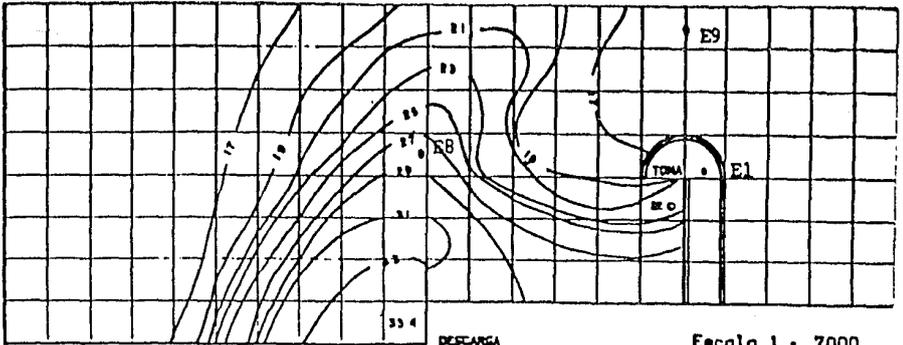


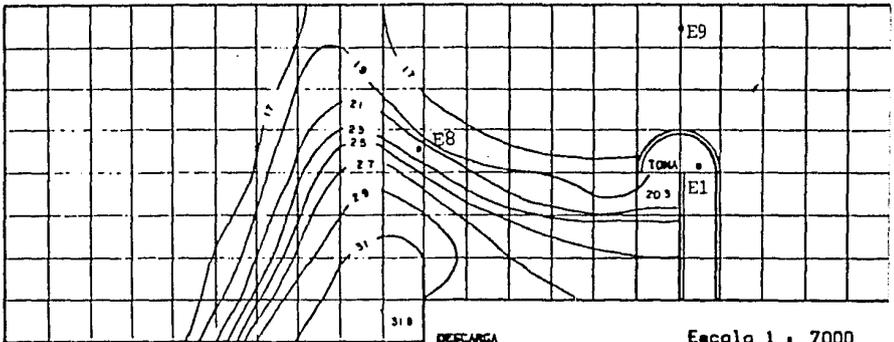
Figura 28. Evaluación de la actual zona de influencia térmica (C.T. Tijuana, junio-octubre 1988).



Escala 1 : 7000

Area de afectación: 0.496 km²

TIEMPO . 13:00 hrs
GASTO . 30.0 m ³ /seg
INC. TEMPERATURA . 11.5 °C
ESC. DE VEL. . 1 cm son cm/seg
CORRIENTES TIPO C
NNW 15 cm/seg



Escala 1 : 7000

Area de afectación: 0.369 km²

TIEMPO . 13:00 hrs
GASTO . 30.0 m ³ /seg
INC. TEMPERATURA . 11.5 °C
ESC. DE VEL. . 1 cm son cm/seg
CORRIENTES TIPO A
NNW 20 cm/seg
WSW 11 cm/seg
ENE 5 cm/seg

Fig.29 Determinación del área de influencia de la futura descarga térmica según parámetros registrados y modelaciones (C.F.E., 1986)

abundancia de organismos (Van Veen), número de especies así como la disposición de alimento (materia orgánica) son mayores en la zona de influencia que en la de no influencia, conjuntamente apoyándose esto con el análisis de correlaciones múltiples, que básicamente mostró resultados interesantes en : granulometría, materia orgánica, número de especies, densidad y diversidad, así como la aplicación del método log-normal que mostró etapas de transición para las dos campañas. Se aprecia que el área de influencia actual esta muy relacionada al tipo de corrientes locales (Peña,S.,Rámirez,L.H.,1987), generadas por la operación de la C.T. Tijuana y a la influencia que tienen estas corrientes sobre el sedimento (medio de soporte de la comunidad), y que directa o indirectamente se relaciona con ciertos parámetros básicos para el establecimiento de dicha comunidad, principalmente en las estaciones cercanas a la central termoeléctrica de baja profundidad E1, E5 E7 y E8 (Fig.30).

Dado que los aspectos ambientales (climatología, morfología, oceanografía) presentan cambios estacionales bien definidos, el comportamiento e influencia de la pluma térmica se mantendrá a su vez, dentro de una relativa estabilidad dependiendo de la condición ambiental predominante, es decir condiciones de invierno-primavera y/o verano-otoño . Por otro lado básicamente el área afectada a futuro por la operación

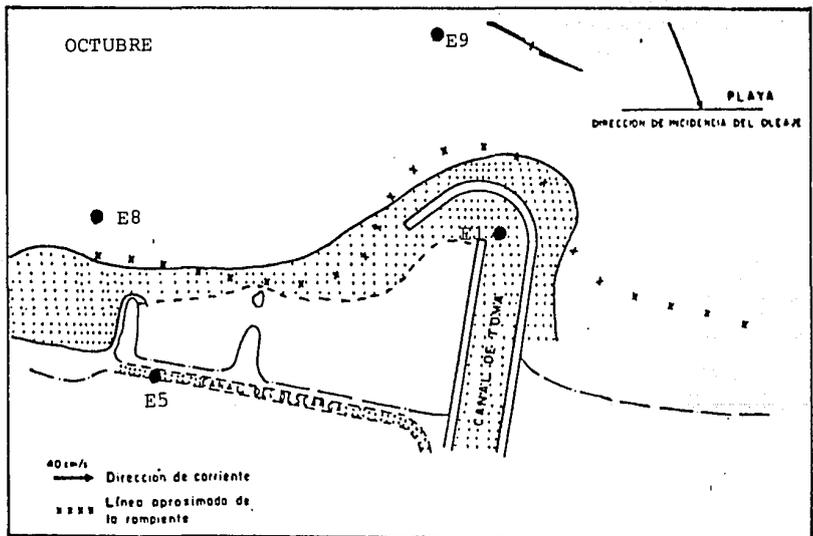
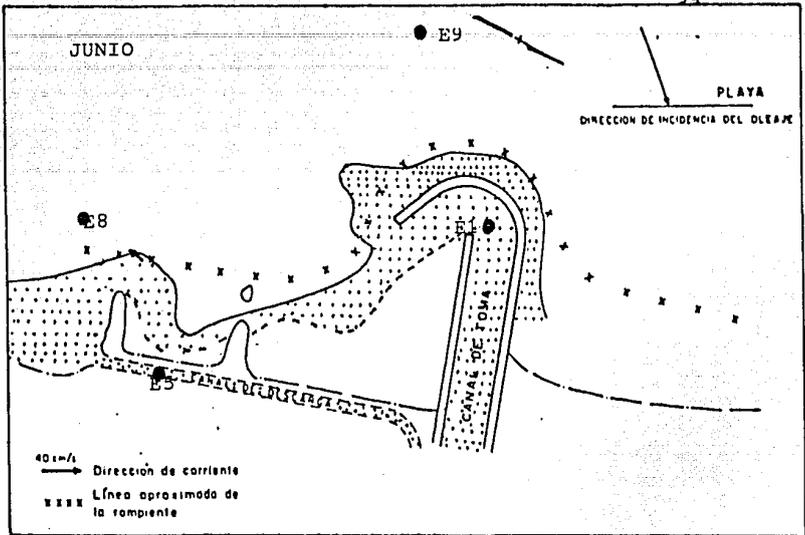


Fig.30 Evaluación de la actual zona de influencia para la comunidad de infauna bentónica.

de la C.T. Rosarito II, estará limitada a las afectaciones directas que se tengan sobre su medio de soporte (sedimento) y reclutamiento por las corrientes generadas por dicha operación (Fig.31).

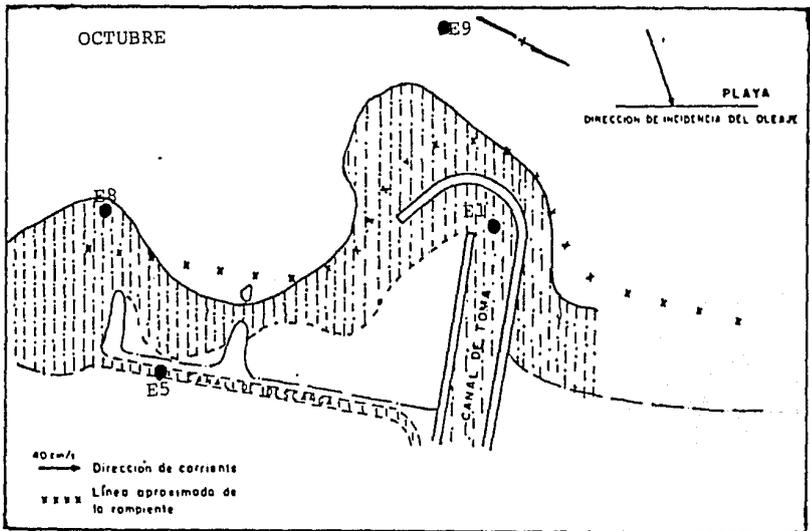
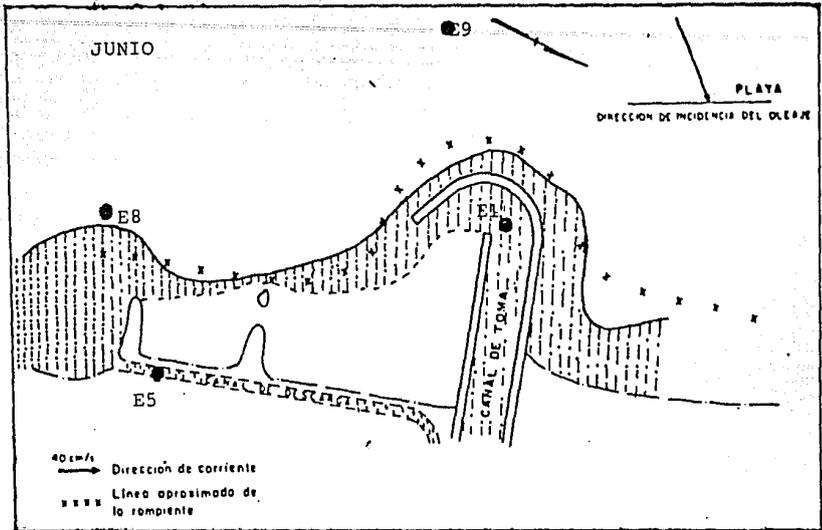


Fig.31 Determinación del área de influencia para la comunidad bentónica por efecto de la futura descarga

5 DISCUSION

Respecto a los análisis de calidad del agua, referente a la zona de influencia y zona fuera de la influencia, prácticamente el área afectada por la descarga de la C.T. Tijuana es una zona muy limitada.

Los valores de temperatura se sitúan entre las medias anuales reportadas por (C.F.E, 1986; Gómez - Valdez, 1982; Peña, S. Ramirez. L., 1987), aproximandose inclusive a la de la California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI).

Se observa que la zona de estudio se mantiene dentro del intervalo de fluctuación (6°C), pudiendose considerar entonces como una temperatura normal, conforme a los criterios y normas nacionales de calidad del agua establecidas al respecto, aunque actualmente esto esta en función de las condiciones particulares de descarga

por parte de la central termoeléctrica.

Para la salinidad no existe una norma nacional que establezca límites precisos a este parámetro, por lo que es posible entonces considerar que para la zona estudiada una fluctuación mayor de 4.0 ‰ , podría deberse a un agente extraño tal como la influencia de una descarga térmica (evaporación) lo cual no se detecta en la zona por lo que podemos considerar que la calidad de este parámetro en el área es óptimo.

En cuanto a el oxígeno disuelto los valores de este denotan una condición buena, dado que las normas ambientales (SEDUE, 1981) establecen una concentración mínima de 5 mg/l o bien una concentración óptima igual a 8 mg/l, representandose para el área un valor mínimo de 6.2 mg/l y un máximo de 14 mg/l.

La transparencia del agua en función de la profundidad promedio de las estaciones muestreadas (10.7 m) es de 55 y 65 % para junio y octubre respectivamente que comparados con la transparencia reportada para Ensenada que es de 35 y 48 % para los mismos meses podemos decir que la zona de Rosarito II presenta mayor transparencia, con un menor contenido de sólidos en suspensión.

Respecto a los valores de cloro libre residual comparativamente las evaluaciones realizadas durante este trabajo se mantienen por debajo de la norma establecida menor o igual a 0.50 mg/l (SEDUE, 1981).

Para los valores determinados de grasas y aceites en el

muestreo de junio estos indican que la calidad del agua en el área no ha sido afectada significativamente, dado que la norma ambiental establece como límite un valor de 15 mg/l (SEDUE,1981), sin embargo para octubre se aprecia que los valores en general exceden dicha norma lo cual puede deberse a un efecto de derrames accidentales de petróleo.

En promedio el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos fue mayor en la zona de influencia que en la zona de no influencia, sin embargo dichos parámetros en forma general para las dos zonas de muestreo se presentan adecuadas para el desarrollo de la vida y se mantienen dentro de las normas de calidad de agua (SEDUE,1981).

Considerando que las modificaciones fisicoquímicas actuales al ambiente marino por influencia de la descarga térmica, no son severas y se limitan a una zona restringida por las propias condiciones ambientales del sitio; los cambios esperados por efecto de la descarga futura se pronostican más como una ampliación en la cobertura del área influenciada que sobre alguna característica fisicoquímica adicional a las analizadas.

En cuanto al aspecto biológico básicamente se registro que las abundancias totales para infauna bentónica fueron mayores en la zona de influencia, mientras que para la epifauna estas fueron mayores para la zona de no influencia.

Un ecosistema normal, en una etapa ya madura de su desarrollo, se aproxima casi siempre a una diversidad de cinco bits, correspondiendo a una 32 especies supuestas equifrecuentes o a un número mucho mayor de especies si su abundancia es desigual (Margalef,1968), comparativamente a los resultados obtenidos para el área el valor máximo se acerca casi a dos bits, por lo que puede considerarse que la comunidad bentónica no se encuentra en un estado de madurez o desarrollo avanzado.

En tales situaciones cuando la diversidad es baja es habitual pensar que se tienen ambientes contaminados que soportan dichas comunidades (Margalef,1968). Sin embargo lo más acertado es pensar que sus diversidades son bajas debido a que se están organizando de alguna manera rápida debido a alteraciones inducidas sobre su habitat (descarga térmica de la C.T. Tijuana), manifestandose frecuentemente quizá una competencia en la que hay algunas especies que sacan ventajas de la situación.

Por otro lado los parámetros más relacionados con esta comunidad son la granulometría (sedimento) y materia orgánica. Para el primer parámetro el área de estudio esta conformada en su piso marino por las arenas, sin embargo de los tres tipos de sedimento no es tan acentuada ya que existen porcentajes de limo en cada una de las estaciones que no difieren mucho de las arenas, por lo que el sedimento para el área tiende a ser homogéneo.

Respecto a la materia orgánica los valores de ésta varían en zonas costeras, reportándose valores entre 0.6 a 1 y 7 a 8% (Trask,1939; Bader,1954; Oppenheimer y Ward,1963), observándose que para el área de la central termoelectrica se registró como mínimo 2.4% y un máximo de 13.4% para el mes de junio y para octubre 4.6% y 13.4% respectivamente, lo que sitúa a los valores máximos encontrados por arriba de los citados anteriormente, aunque actualmente el ponerse de acuerdo en saber cuáles son los intervalos de oscilación de materia orgánica en sistemas marinos es muy difícil, debido a que no se tienen homogeneizadas las técnicas para su evaluación inclusive para la transformación de ésta a carbono orgánico (Paez-Osuna et al,1984).

Bader (1954) ha encontrado una relación entre depósitos de grano fino y baja diversidad, pero una alta densidad de organismos. Dicho comportamiento se observó a partir de la aplicación de correlación múltiple por parametro, lo cual traducido al área de estudio ésta tiende a presentar sedimento más fino en la zona de influencia que en la zona de no influencia, trayendo como consecuencia que en dicha zona de influencia exista mayor contenido de materia orgánica la cual sirve como alimento para la infauna bentónica y exista mayor número de especies con densidades relativamente altas, pero baja diversidad, mientras que la situación contraria es observada en la zona de no influencia.

Quizá a que es muy homogéneo el sedimento, esto contribuya de alguna directa o indirecta a el establecimiento de dicha comunidad y es factible que por esto en la aplicación del método log-normal se hayan observado fases de transición para las dos campañas de muestreo y no esté relacionado directamente con el parámetro de temperatura, sino más bien a otros modificados por el primero, siendo factible también a las modificaciones estacionales y no propiamente a una contaminación térmica inducida, señalando que esto no es un indicio de que no tenga sentido la aplicación de este método, sino todo lo contrario, ya que brinda una gran versatilidad al analizar una comunidad tanto espacialmente (estaciones de muestreo), como temporalmente (campaña de muestreo), cuando ésta puede sufrir alteraciones por efectos inducidos.

Finalmente debido a que el área de influencia actual y futura están comprendidas entre las estaciones E7, E8, y E9 es importante tomar las precauciones necesarias para evitar contaminación química por descarga de aguas residuales de la C.T. Rosarito II, incluidas las sanitarias, cloradas y con grasas y aceites.

6 CONCLUSIONES

En función de los resultados fisicoquímicos puede decirse que no existen variaciones importantes en la calidad del agua para la zona de estudio entre una y otra campaña de muestreo, lo que se puede traducir a que las condiciones fisicoquímicas (en cuanto a proporcionalidad entre los parámetros medidos) fueron casi las mismas.

Sin embargo dentro de este aspecto se puede concluir que la única alteración directa de la descarga es el incremento de temperatura en una zona restringida en la estación E5 y una zona de mezcla en un área aproximada de 0.19 km², además de los efectos indirectos que dicho incremento puede provocar en otras propiedades del agua como: conductividad, salinidad, oxígeno disuelto etc, en

dicha área.

En cuanto a la comunidad de infauna bentónica existe una relación muy importante, en lo que se refiere al tipo de sedimento, su contenido de materia orgánica y el establecimiento de las especies, observándose que en las estaciones más cercanas a la termoeléctrica (zona de influencia) tiende a presentar sedimentos más finos, con altos porcentajes de materia orgánica, densidad de especies más altas pero con baja diversidad, generándose la situación contraria para la zona de no influencia.

Respecto a efectos de la toma y descarga sobre el cuerpo receptor, la E5 en relación con las otras estaciones presentó valores de densidad muy bajos para ambos muestreos (red de arrastre), esta pérdida es atribuida principalmente a daños fisicoquímicos y mecánicos que sufren los organismos por su paso a través del sistema de enfriamiento.

En cuanto a el efecto general de la descarga, se observa que es y será muy local (tanto en las actuales unidades como por las nuevas) no sólo desde el punto de vista fisicoquímico, sino también considerando su interacción con la biota.

A manera de recomendación es conviene iniciar estudios de seguimiento del comportamiento o variaciones de parámetros como número de especies, densidades y diversidades por efecto de la operación de la central termoeléctrica.

Poner en práctica medidas de mitigación para evitar que la descarga del agua para enfriamiento de la C.T. Rosarito II ocasione alteraciones que actualmente no se dan, siendo las principales medidas las siguientes:

- i.- evitar descarga de aguas residuales sin tratamiento previo.
- ii.- mantener y mejorar en lo posible las condiciones de mezcla entre la descarga y el cuerpo receptor.
- iii.- realizar estudios planctónicos principalmente de larvas meroplanctónicas para una posible - evaluación de el reclutamiento de la comunidad bentónica y que tanto pueden ser afectadas por incrementos de temperatura.
- iv.- plantear metodologías de manera que se puedan obtener análisis más cuantitativos

BIBLIOGRAFIA

- Antoli, F.V., Garcia-Cubas A. 1985. Sistemática y ecología de moluscos en las lagunas costeras Carmen Machona, Tabasco, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Autón. México. 12(1):145-198
- Adams, J.R. 1969. Ecological investigations around some thermal power stations in California tidal waters. Chesapeake Science 10 (3-4): 145-154.
- Adams, J.R.; Gormly y M.J. Doyle. 1971. Thermal investigations in California. Marine Pollution Bulletin 9: 140-142.-142.
- Bader, R.G. 1954. The role of organic matter in determining the distribution of pelecypods in marine sediments. J. mar. Res. 13:22-47
- Becker, C.D., R.G. Genoway and M.J. Schneider 1977. Comparative cold resistance of three Columbia River organisms Trans. Am. Fish. Soc., 106(2):178-184
- Carvacho, A. 1980. Los porcelanidos del pacífico americano: un análisis biogeográfico (Crustacea: Decapoda). An. Centro. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 7(2):219-258

- Carvacho, A. & Olson R. 1984. Nuevos registros para la fauna carcinológica del Noroeste de México y descripción de una nueva especie: *Eaulus subtilis*, N. sp (Crustácea:Decapoda:Natantia). The southwestern Naturalist 29(1):59-71

- Cayot, R.F. y W.J. North. 1968. Oceanographic background study at Diablo Canyon nuclear power plant site. P.G. and E. Department of Engineering Research. Report No. 6242. 4-68.

- Célis Ceseña, R., Alvarez Borrego, S. 1975. Distribución superficial de algunos parámetro hidrológicos físicos y químicos en el estero de Punta Banda, B.C. en primavera y verano. Ciencias Marinas. 2(1)

- Cobo, D., M. Villarroel, L., Treviño, M.T. Orta, R. Iturbe. 1978. Determinación de los efectos de la Termoeléctrica de Manzanillo, en la flora y fauna de la Laguna de Cuyutlán, Colima.
Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad.
Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

- Cobo, D., M. Villarroel, L., Treviño, M.T. Orta, R. Iturbe. 1978. Evaluación de los efectos biológicos de la toma y descarga de la Termoeléctrica de Punta Prieta, B.C.S.
Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad
Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

- Cobo, D., M. Villarroel, L. Treviño. 1981 Ubicación óptima desde el punto de vista ambiental de la planta Termoeléctrica Puerto Morelos, y evaluación preliminar de su impacto en el ambiente. (primera parte)

Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad

Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

- Cobo, D., M. Villarroel, L. Treviño. 1981 Ubicación óptima desde el punto de vista ambiental de la planta Termoeléctrica Puerto Morelos, y evaluación preliminar de su impacto en el ambiente. (segunda parte)

Elaborado para la Comisión Federal de Electricidad

Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

- Comisión Federal de Electricidad. 1986 Estudios de difusión térmica para la ampliación C.T. Tijuana. Gerencia de proyectos Hidroeléctricos, subgerencia de ingeniería preliminar civil y geotécnica.

- Crema, R. & Bonvicini, P. 1980. The structure of Benthic Communities in an Area of thermal Discharge from a Coastal Power Station. Mar. Pollt. Bull., 11, 221-224.

- Ebert, E. E. 1966. An evaluation of marine resources, Point Buchon to Point San Luis, with special reference to abalone in the Diablo Canyon area. Calif. Dept. Fish and Game. MPO. Ref, 66-11; 16pp.

- Folk, R.L. y N.C. Ward, 1957. Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. Jour. sed. Petrology., 27: 3-27.
- Flores, V. y Gerez, P. 1988. Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB.
- Galindo, M.S., José Antonio Segovia, Ignacio Rivera 1984. Contenido de materia orgánica en sedimentos superficiales de la Bahía de Todos Santos Baja California, México. Ciencias Marinas. 10(3)93-112
- García, P.L. 1976 Ecología de la zona de entremareas de la Bahía de Todos Santos. Ciencias Marinas, 3(1)10-29
- García, E. 1987 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Instituto de Geografía, U.N.A.M. 217p
- Gerchakov, S.M., Segar, D.A. & Stearns, R.D. 1971 Chemical and hydrological investigation in an area of thermal discharge into a tropical marine estuary. Third Nat. Symp. Radiocology, Oak Ridge Tennessee.
- Gómez-Valdez J. y Velez-Muñoz H. 1982 Variaciones estacionales de temperatura y salinidad en la región costera de la corriente de California. Ciencias Marinas, 8(2)167-178
- Gómez-Valdéz J. 1983 Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. Ciencias Marinas, 9(2)75-86

- Gordon, G. R., P. Phillips R. y Edwin, C. Allison. 1971. Carta del reconocimiento geológico del estado de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California y Universidad Estatal de San Diego.
- Gordon, Gastil R., P. Phillips R, and Edwin C. Allison. 1975. Reconnaissance Geology of the state of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoria 144, 170pp.
- Gray, J.S. & Mirza, B.F. 1979. A possible method for detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities Mar.Pollut., 10, 142-146.
- Grijalva,Chon,J.M.,R.Castrolongoria,M.Gregory Hamman. 1985
Temperatura y visibilidad de la Bahía de Todos Santos,B.C,México,Octubre de 1987 a Septiembre de 1983. Ciencias Marinas. 11(1):39-48(10).
- Hendrickx, M. 1984. Estudio de la fauna marina y costera del sur de Sinaloa, México.III. Clave de identificación de los cangrejos de la familia Portunidae (crustacea:decapoda). An.Inst.Cienc.del Mar y Limnol.Univ.Nal.Autón,México. 11(1):49-61.
- Keen,M.A. 1971 Sea Shells of tropical West America.Stanford, 1063 pp.

- Kerambrum, P. 1978. Impact de la Pollution thermique sur les écosystèmes côtiers. Revue int. Océanogr. méd., 50, 113-120

- Khalansky, M. 1978. Perturbations écologiques liées à l'implantation de centrales thermiques de grande puissance sur le littoral. Océanis, 4, 152-195.

- Kinne, O. 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 1:301-340

- Kolhemainen, S. E., Martin, F.D & Schroeder, P.B. 1975 Thermal studies on tropical marine ecosystems in Puerto Rico. In Environmental Effects of Cooling Systems at Nuclear Power Plants. 409-422 pp. International Atomic Energy Agency, Vienna.

- Lindner, G. 1983 Moluscos y caracoles de los mares del mundo. Omega, Barcelona. 255 p.

- Margalef, R. 1968. Perspectives in ecology theory. University of Chicago Press. Chicago.

- Martinez, C.L.R. 1985 Estudio ecológico previo al establecimiento de una planta termoeléctrica en Puerto Libertad Sonora, México. Ciencias Marinas. 11(1)93-111

- Morris, A.P. 1966 A field Guide to Pacific Coast Shells, Houghton, Boston 297 p.
- Pacheco, R.I., Luis E. Aguilar Rosas 1982 Equinodermos de aguas profundas de la Bahía Todos Santos, B.C. México. Ciencias Marinas. 8(2):35-46.
- Peña Santana P., Ramírez León, H. 1987. Estudio de la obra de la C.T. Tijuana en Rosarito B.C.N. (Informe final), Instituto de Ingeniería U.N.A.M.
- Pieluo, E.C. 1977. Mathematical Ecology. A. Wiley Interscience Publication, New York, 385 pp.
- Reyes Coca, S.y G. Vogel 1984. Estudio preliminar de las condiciones meteorológicas y climatológicas alrededor del Golfo de California, primera parte: análisis del viento, Ciencias Marinas. 10(2):9-26
- Reyes Coca, S.y G. Vogel. 1984. Estudio preliminar de las condiciones meteorológicas y climatológicas alrededor del Golfo de California. segunda parte: análisis de los parámetros termodinámicos. Ciencias Marinas. 10(2):45-64.
- Roessler, M. 1971. Environmental changes associated with a Florida power plant. Mar. Pollut. Bull., 2 87-90

- Roessler, M., Beardsley, G.L., Reher, R. & Garcia, J. 1975. Effects of thermal effluents on the fishes and benthic invertebrates of Biscayne Bay-Card Sound, Florida. Tech. Rep. Univ. Miami, Florida.
- Romero Orozco, E.J. y H. Bertach. 1984 Efectos de la pesquería del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* (Echinodermata), sobre la estructura de su población en Santo Tomas, Baja California, México, Ciencias Marinas, 10(2):85-95.
- Rosas, A.E.L., Rosas, A.R., Ruiz, P.I., Garcés, B.E., Rosas, A.A.M., González, V.E. 1982. Algas de importancia económica de la región noroccidental de Baja California. Rev. Ciencias Marinas, Vol. 8, No. 1. 49-63 pp.
- SAHOP 1980 Dirección General de Ecología Urbana, "Ecoplan del Estado de Baja California"
- Sanders, H.L. 1968 Marine benthic diversity: a comparative study Am.Nat., 102, 243-282.
- Sañudo Wihhelmy, S.A. y C.E. Suárez Vidal. 1984 Variación temporal de la carga orgánica en las aguas residuales de la ciudad de Tijuana, Baja California, México. Ciencias Marinas, 10(2):107-118.

- Secretaría de Gobernación. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente". Norma Técnica Ecológica, NTE-CCA-001/88 Diario Oficial, 4/08/88.

- SEDUE, 1981 Reglamento para la prevención y control de la contaminación del agua; Series: normatividad ecológica.

- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1982. Carta edafológica. Tijuana. I. 11-11, 1:250 000 DGGT NAL.

- Secretaría de Marina. 1986. Estudio de protección al ambiente marino a la P.T. Manzanillo II.

Tomo I, contrato 842027

Elaborado para Comisión Federal de Electricidad.

- Standar Methods for the examination of the water and wastewater (16 ed.) AWWAP, APHA. and WPCF.

- Stuardo, J., Villarreal, M. 1976. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las Lagunas costeras de Guerrero, México. An. Centro. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 3(1):65-92.

- Strickland, H.D.J., and Parsons, R.T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada, Ottawa.

310 pp.

- Thorhaug, A., Blake, N. & Sheroeder, P.B. 1978 The effect of heated effluents from power plants on seagrass (*Thalassia*) communities quantitatively comparing estuario in the subtropics to the triopics Mar. pollut. Bull., 9, 181-187.

- Treviño, A.L.

"Algunas consideraciones sobre el impacto ecológico debido a la construcción de la planta termoeléctrica Manzanillo, en la Laguna de Cuyutlán, Colima". Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC.

- Treviño, A.L., González.M. Simón 1984. Rehabilitación y adecuación pesquera de la Laguna de Cuyutlán, Colima.

Elaborado para Subsecretaría de Infraestructura Pesquera.

Secretaría de Pesca.

- Treviño, A.L., R.Iturbe, P.Magaña. 1986 Estudio de impacto ambiental por efecto de la apertura del canal del Malecon en la Laguna de Cuyutlán, Colima.

Elaborado para Secretaría de Pesca. Instituto de Ingeniería U.N.A.M.

- Treviño, A.L., P. Magaña, S. Guerrero, A. Garduño, F. Salinas, L. Sosa. 1989. Estudio de Protección al ambiente marino y a la planta termoeléctrica en Rosarito, B.C.N.

Proyecto 8334

Elaborado para Comisión Federal de Electricidad

Instituto de Ingeniería U.N.A.M

- Villareal,Chávez,G. 1984. Estudio de la comunidad de crustáceos bentónicos en Bahía de Todos Santos,B.C.México.Ciencias Marinas,10(3)81-91(11).