



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA DE INGENIERIA ENSENADA

**COMPARACION DE LAS PREDICCIONES DE TRES MODELOS DE TRANSPORTE
DE SEDIMENTO CONTRA DATOS DE CAMPO, EN LA BARRA DEL ESTERO DE
PUNTA BANDA, B.C.**



**TRABAJO TERMINAL
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN DESARROLLO PORTUARIO
PRESENTA**

Oc. José Rafael Blanco Betancourt

Ensenada, B.C., febrero de 1993

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA DE INGENIERIA ENSENADA

COMPARACION DE LAS PREDICCIONES DE TRES MODELOS
DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO CONTRA DATOS DE CAMPO,
EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C.

TRABAJO TERMINAL
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN DESARROLLO PORTUARIO
PRESENTA
JOSE RAFAEL BLANCO BETANCOURT

COMPARACION DE LAS PREDICCIONES DE TRES MODELOS
DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO CONTRA DATOS DE CAMPO,
EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C.

TRABAJO TERMINAL QUE PRESENTA

JOSE RAFAEL BLANCO BETANCOURT

APROBADO POR



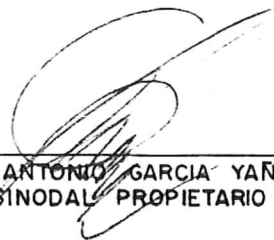
M.C. CARLOS R. TORRES NAVARRETE
PRESIDENTE DEL JURADO



OC MARCO JULIO ULLOA TORRES
SINODAL PROPIETARIO



M.C. ASDRUBAL MARTINEZ DIAZ DE LEON
SINODAL SUPLENTE



ING. ANTONIO GARCIA YAÑEZ
SINODAL PROPIETARIO



ING. HUMBERTO VELAZQUEZ NAVA
SINODAL SUPLENTE

RESUMEN:

Con información de altura de ola, ángulo de incidencia y velocidad de la corriente litoral, se alimentaron los modelos CERC (1984), Komar e Inman (1970) y Kraus *et al* (1982) para calcular la tasa de transporte de sedimentos paralelo a la costa, en una playa de la Bahía de Todos Santos. Los valores para cada modelo se compararon con los cambios de volumen obtenidos mediante perfiles de playa. Los resultados indican que los tres modelos en cuestión predicen valores del mismo orden de magnitud (mayor o menor) que los calculados de perfiles.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Baja California, especialmente al proyecto #4039

"Dinámica de la zona de Rompiente" para la realización de este trabajo.

A la Secretaría de Educación Pública la cual a través del convenio C-91-01-0079 financió parcialmente este proyecto.

A mis sinodales Oceanólogos Carlos Torres Navarrete, Marco Julio Ulloa Torres, Asdrubal Martínez Díaz de León y a los Ingenieros Antonio García Yañez, y Humberto Velázquez Nava.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION	1
1.1 IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTO	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 OBJETIVO	2
2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	3
3 METODOLOGIA	5
3.1 MODELOS PARA ESTIMAR EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS PARALELO A LA PLAYA	5
3.1.1 MODELO DEL COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER CERC (1984)	5
3.1.2 MODELO DE KOMAR E INMAN (1970)	6
3.1.3 MODELO DE KRAUS et al. (1982)	6
3.2 OBTENCION DE DATOS	7
3.2.1 ALTURAS Y ANGULOS	7
3.2.2 CORRIENTES	9
3.3 CALCULO DE VOLUMENES DE SEDIMENTO	9
4 RESULTADOS Y DISCUSIONES	11
5 CONCLUSIONES	17
6 RECOMENDACIONES	17
7 LITERATURA CITADA	19

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Area de estudio.

Fig. 2. Colocación de los instrumentos en la playa, SP1 es el sensor de presión.

Fig. 3. Perfil de la estación 55 y estación 54.

Fig. 4a. Angulos de aproximación para la jornada de marzo a octubre de 1988.(Tomada de Torres-Navarrete y Martínez-Díaz de León, 1992).

Fig. 4b. Altura significativa para la jornada de marzo a octubre de 1988.(Tomada de Torres-Navarrete y Martínez-Díaz de León, 1992).

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Resultados obtenidos para los perfiles, en $\text{m}^3/\text{día}$.

Tabla II. Resultados para los perfiles y para cada uno de los modelos, en $\text{m}^3/\text{día}$.

1 INTRODUCCION

1.1 IMPORTANCIA DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTO

En los últimos diez años la zona Sur de la Ciudad y Puerto de Ensenada, B.C., ha experimentado un acelerado crecimiento debido a los grandes atractivos turísticos que ofrece. En esta zona se planea la expansión de complejos turísticos que requerirán de obras costeras para la prevención y protección de sus instalaciones contra eventos naturales que pudieran provocar daños. Los cambios a los que se sujetarán las playas en esta zona hacen recomendable conocer el volumen de sedimento que se deposita y/o se transporta a lo largo de ellas.

Los cambios de la playa son la respuesta a procesos que se originan de la interacción del oleaje y las corrientes litorales con el sedimento. Algunas formas de evaluar estos cambios son mediante secciones transversales, o a través de la utilización de modelos que estiman la tasa a la cual se transporta el sedimento a lo largo de la playa (lo que en términos de ingeniería costera se denomina como gasto sólido). Con los resultados de estos modelos es posible elaborar un cuadro cuantitativo de la evolución de la línea de costa antes y después de la ejecución de cualquier tipo de obra costera.

Dada la importancia del transporte de sedimento en playas, en este estudio se comparan las predicciones de tres modelos contra los volúmenes de sedimento obtenidos de perfiles de playa para la misma zona.

1.2 ANTECEDENTES

Desde 1985 a la fecha el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) a través del proyecto "Dinámica de la Zona de Rompiente" ha conducido una serie de experimentos de campo en la playa bajo estudio con el fin de conocer y entender la dinámica de esta zona. Algunos de estos experimentos se han enfocado al cálculo del transporte; por ejemplo, González-Ramírez (1985) utilizó un arreglo de sensores de presión

para determinar el transporte de sedimentos reportando valores de $309 \text{ m}^3/\text{día}$; Jiménez-Pérez (1987) mediante un experimento con trazadores fluorescentes determinó un transporte de $17,000 \text{ m}^3/\text{día}$; Torres-Navarrete (1991), mediante un arreglo de sensores obtuvo valores de $300 \text{ m}^3/\text{día}$, y recientemente Torres-Navarrete y Martínez-Díaz de León (1992) determinaron mediante un sensor de presión-correntímetro valores de transporte entre 400 y $500 \text{ m}^3/\text{día}$.

1.3 OBJETIVO

Comparar los resultados de tres modelos que estiman la razón de transporte de sedimentos a lo largo de la playa como gasto sólido, contra los cambios de volumen de sedimento obtenidos de perfiles de playa, durante un periodo de un año, en una zona de la Barra del Estero de Punta Banda.

2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en la barra del Estero de Punta Banda, en la Bahía de Todos Santos situada entre los 31°42' y 31°46' latitud Norte y entre los 116°31' y 116°40' de longitud Oeste (Fig. 1). La barra tiene una extensión cercana a 8 Km y de 200 a 300 m de ancho aproximadamente. La playa está constituida predominantemente por arenas de cuarzo bien clasificadas con un intervalo de tamaños de 2 a 3 ϕ y tiene una pendiente de 0.019, la cual se proyecta suavemente hacia el mar (Blanco-Betancourt, 1987).

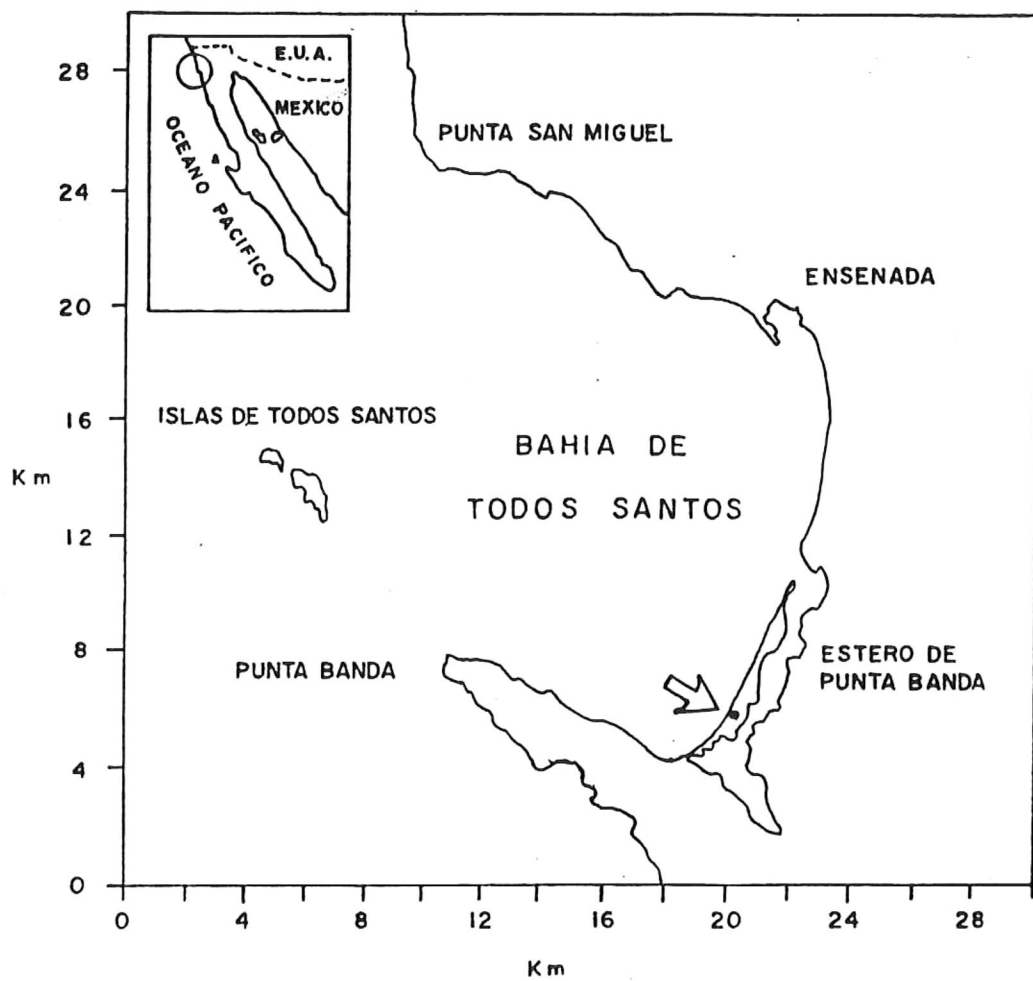


Fig. 1. Area de estudio.

3 METODOLOGIA

3.1 MODELOS PARA ESTIMAR EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS PARALELO A LA PLAYA

Debido a que un alto porcentaje de los modelos para predecir el transporte, se basan en el concepto físico de flujo de energía del oleaje (potencia de la ola), en este trabajo se seleccionaron dos modelos de este tipo: El primero es un modelo empírico propuesto por el Coastal Engineering Research Center (CERC) 1984 y el segundo el cual es un modelo empírico-teórico propuesto por Komar e Inman (1970) y el tercero también empírico como el primero propuesto por Kraus *et al* (1982) que incluye, adicionalmente, la velocidad de la corriente y la pendiente de la playa. Estos modelos se describen a continuación.

3.1.1 MODELO DEL COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER CERC (1984)

Este modelo supone que el movimiento del sedimento se debe al flujo de energía que entra a la zona de vaivén, y está dado por la siguiente expresión:

$$Q\left(\frac{m^3}{6hr}\right) = 0.9\left(\frac{m^3 - s}{N - 6hr}\right)P_{tr}\left(\frac{J}{m - s}\right) \quad (1)$$

donde Q es la tasa de transporte de sedimentos a lo largo de la playa y P_{tr} es la componente de la potencia de la ola a lo a largo de la playa, dada por;

$$P_{tr} = \frac{E_r}{2} \sqrt{gh_r} \sin 2\alpha_r \quad (2)$$

Donde E_r es la energía de la ola evaluada en la rompiente, expresada por;

$$E_r = \frac{1}{8} \rho g H_r^2$$

En la cual g es la aceleración de la gravedad, ρ la densidad del agua de mar, en este caso igual 1025 kgm^{-3} , H_r es la altura de la ola significativa, h_r la profundidad y α_r el ángulo de aproximación. El subíndice r significa que estas cantidades se evalúan en la rompiente. La relación entre la altura y la profundidad en la rompiente, está dada por (vease Komar, 1976):

$$\gamma_r = \frac{H_r}{h_r} = 0.78 \quad (3)$$

Para pasar de las alturas medidas, a alturas de rompiente se utilizó la expresión $H_r = 1.65 H_s$ dada por Seymour e Higgins (1978) para las costas de California.

3.1.2 MODELO DE KOMAR E INMAN (1970)

Komar e Inman (1970) calculan Q con la relación semiempírica;

$$Q \left(\frac{m^3}{6hr} \right) = 1.7 P_{tr} \left(\frac{J}{m-s} \right) \quad (4)$$

A diferencia del modelo anterior, en este modelo la altura que entra en los cálculos de E_r y de P_{tr} es la H_{rms} (raíz cuadrática media de las alturas), cuya relación con H_s es $H_s = 1.416 H_{rms}$, de aquí que la constante adimensional cambia de 1.7 a 0.7. Por esta razón, es de esperarse que los valores de Q estimados con la ecuación (1) sean mayores que los obtenidos con este modelo; pero con la ventaja de que se consideran características de la playa, como densidad y porosidad de los sedimentos.

3.1.3 MODELO DE KRAUS et al. (1982)

Este modelo fué obtenido por Kraus *et al.* (1982) quienes calculan Q mediante la relación empírica:

$$Q = \frac{A}{(\gamma_r \tan \beta)} H_r^2 v_l \quad (5)$$

en donde A es una constante igual a 3.8×10^{-4} , $\tan \beta$ es la pendiente de la playa, en este estudio igual a 0.019 (Blanco, 1987), y v_l es la velocidad promedio de la corriente a lo largo de la playa, la cual está dada por (Komar e Inman, 1970);

$$v_l = 2.7 u_m \sin \alpha_r \quad (6)$$

en donde u_m es la velocidad máxima orbital de las partículas bajo la ola evaluada en la rompiente, dada por;

$$u_m = \left(\frac{2E_r}{\rho h_r} \right)^{1/2} \quad (7)$$

Ya que en este modelo Q se obtiene en m^3/s , los resultados así obtenidos se multiplicaron por una constante para presentarlos en $m^3/6 \text{ hr}$, esto con el fin de estandarizar con los otros modelos.

De la inspección de estos modelos, se ve que para obtener Q es necesario contar con información de alturas, ángulos de rompiente y corrientes a lo largo de la playa. La obtención de estos parámetros se describe a continuación.

3.2 OBTENCION DE DATOS

3.2.1 ALTURAS Y ANGULOS

Las mediciones de oleaje se hicieron mediante un sensor de presión SEA DATA modelo 635-12 instalado en la estación La Jolla, de marzo a octubre de 1988. El sensor se colocó a una profundidad de 9 m y se programó para muestrear de la siguiente manera: número de muestras por medición 2048, intervalo entre muestras 0.5 s, intervalo entre mediciones 6 hr. La disposición de los instrumentos se muestra en la (Fig.2). La información, grabada en cinta magnética, consistió de fluctuaciones de presión y las componentes de la velocidad orbital de las partículas. Con esta información, se obtuvo la altura de la ola y su ángulo de aproximación. En Torres-Navarrete y Martínez- Díaz de León (1992) se detalla el procedimiento para su estimación.

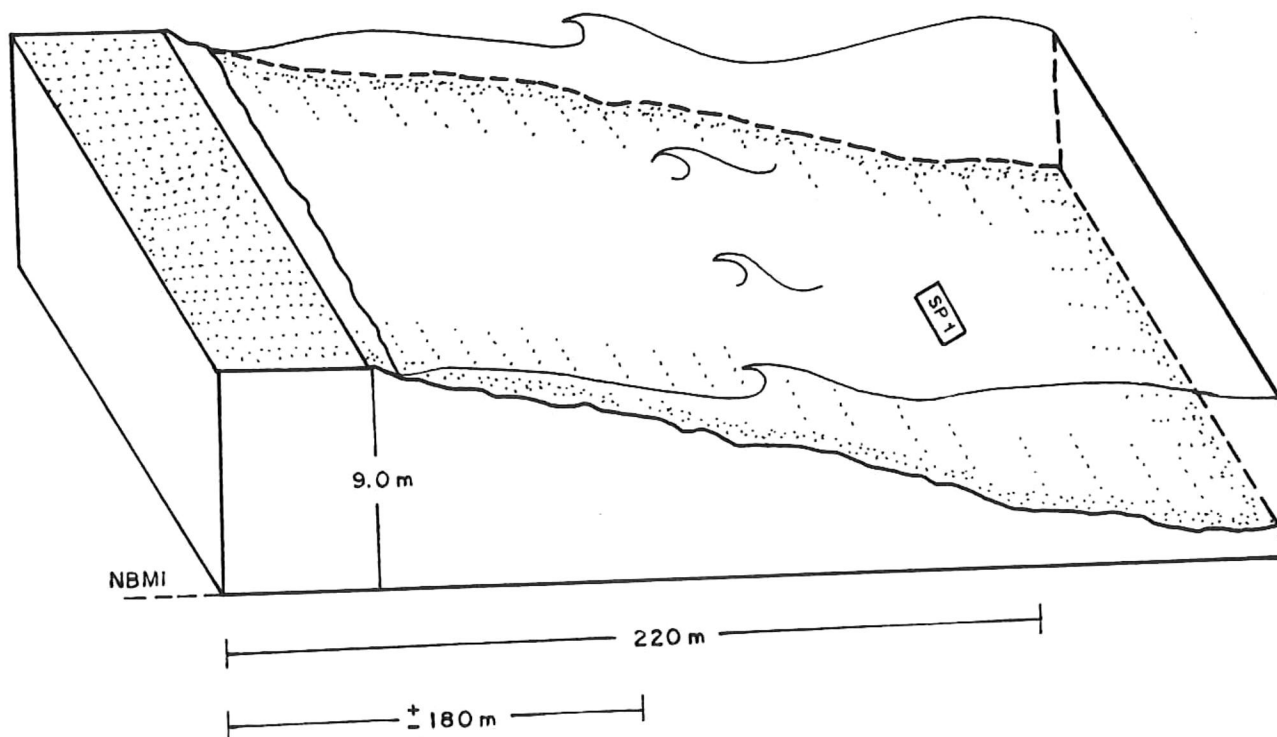


FIG. 2 - COLOCACION DEL SENSOR DE PRESION, SPI.

3.2.2 CORRIENTES

Para la obtención de la velocidad de la corriente a lo largo de la playa, v_b , se alimentó la ecuación (6) con los datos de altura de la ola y ángulo de aproximación descritos en la sección anterior.

3.3 CALCULO DE VOLUMENES DE SEDIMENTO

Para la obtención de los volúmenes se utilizaron datos de perfiles de playa tomados en el periodo comprendido entre agosto de 1983 y julio de 1984, correspondientes al sitio en donde se instalaron los instrumentos. El cálculo de volúmenes se hizo mediante el paquete de programas SURFER (Golden Software, Inc. 1989) el cual es alimentado con las coordenadas X, Y y Z generadas de los perfiles (Fig.3). El programa calcula los volúmenes de acuerdo a la regla de Simpson, la cual está dada por:

$$volumen = Z * \frac{\Delta X}{3} (Y_0 + 4Y_1 + 4Y_3 + 2Y_4 + \dots + Y_n) \quad (9)$$

Donde Z es la distancia entre perfiles, X la distancia horizontal del perfil y Y la variación vertical del perfil.

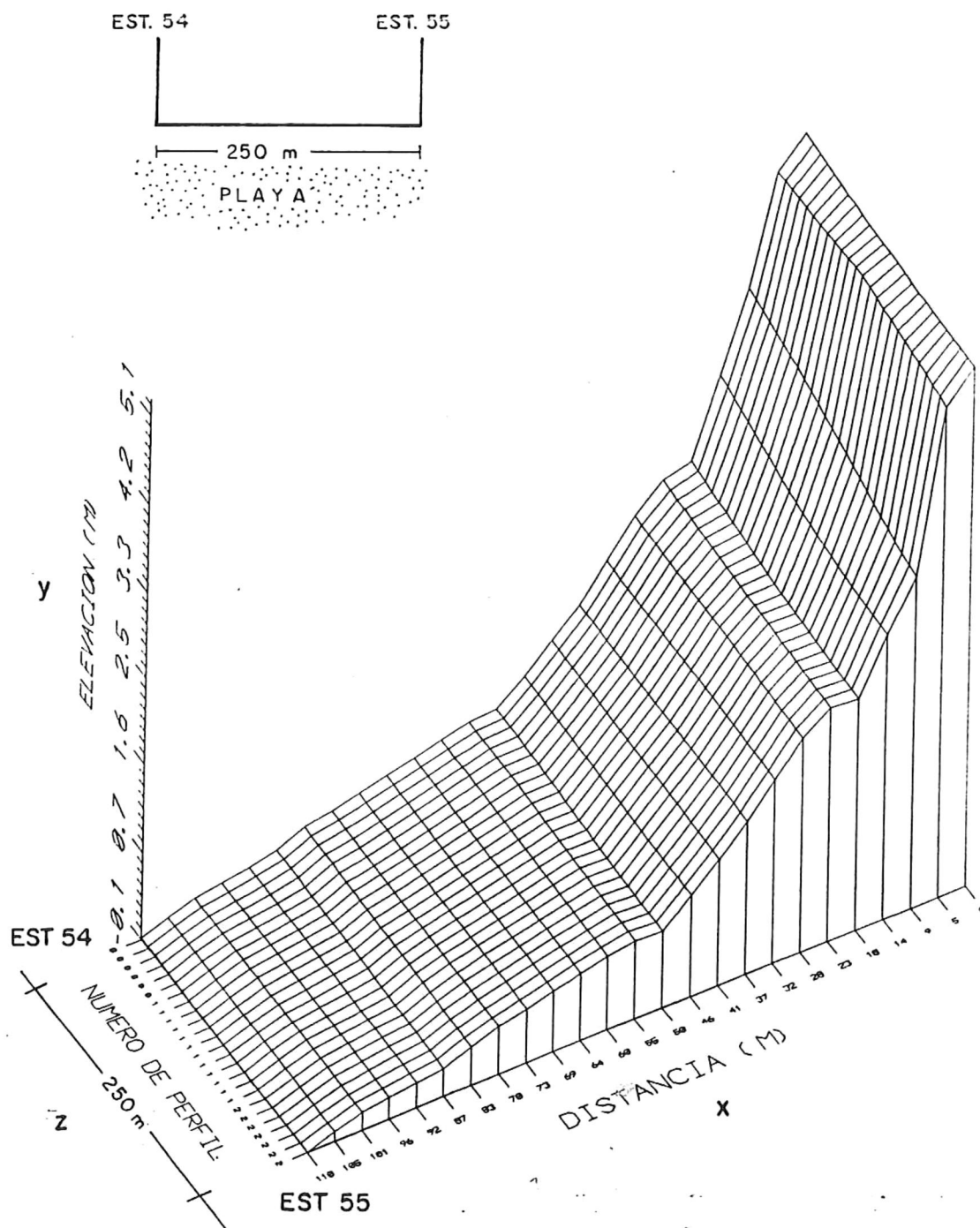


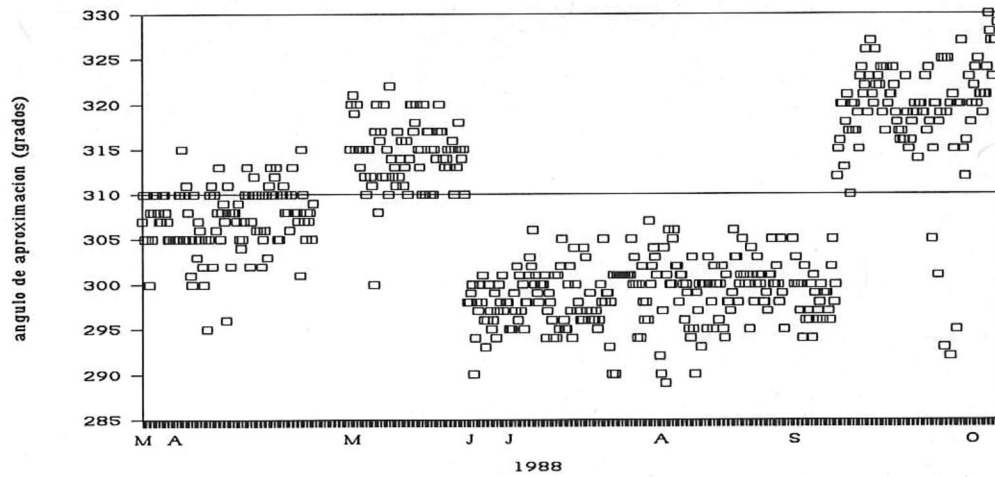
Fig. 3. Perfil de la estación 55 y estación 54.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

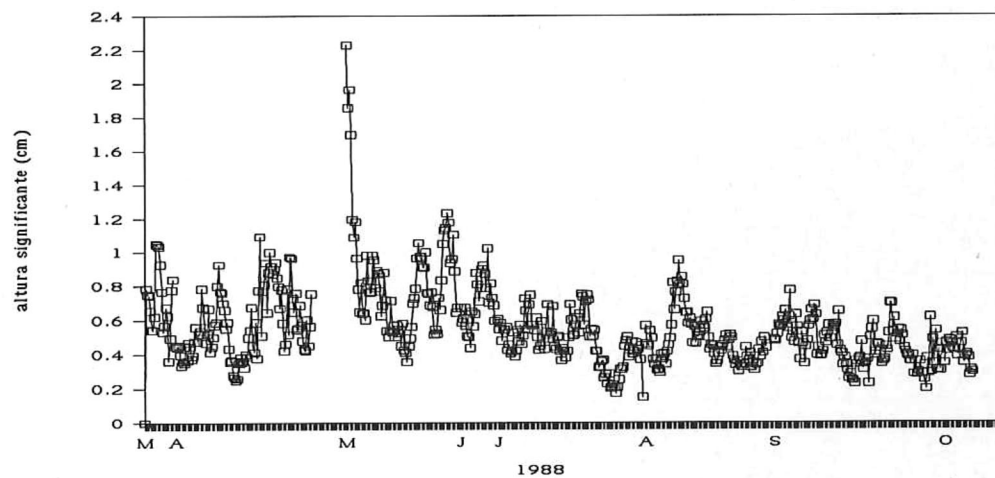
En las figuras 4a y 4b (Tomadas de Torres-Navarrete y Martínez-Díaz de León, 1992). Se muestran los ángulos de aproximación y la altura significativa utilizados en este trabajo. En la (Fig. 4a) se observa la presencia de dos direcciones predominantes de arribo; la primera durante marzo a junio correspondiente a mar de leva del NW, y la segunda, de junio a septiembre correspondiente a mar de leva del SW. La transición entre ambos se presenta a finales de mayo y principios de septiembre respectivamente. La (Fig. 4b) muestra alturas significantes durante el mismo período de muestreo, se observa que los mayores niveles de energía (alturas más grandes) se encuentran entre marzo y agosto. Dado que los dos primeros modelos son sensibles a estos parámetros, es claro que el comportamiento de los valores de transporte dependerá en gran medida de estos datos de entrada. Es decir, a mayores alturas y ángulos corresponderán valores altos de transporte; mientras que el ángulo de arribo tendrá un efecto significativo en su dirección.

En la Tabla I se muestran los resultados para los perfiles. En la primera columna aparecen los meses en que se hicieron los perfiles; en la segunda, los resultados obtenidos para cada mes desde septiembre de 1983 a junio de 1984, y en la tercera y cuarta columnas se muestran las diferencias entre meses a partir de septiembre. El símbolo (E) indica pérdida y el símbolo (A) indica asolve de material; en la columna final, se presentan los acumulativos que se generan a partir de la tercera y cuarta columnas. Las pérdidas de material ocurren en los meses de invierno (diciembre a marzo) y las ganancias se incrementan a partir de abril teniendo su valor máximo en octubre; siendo la transición entre ambas entre finales de diciembre y principios de enero.

Al comparar los resultados obtenidos de los perfiles con las predicciones de los modelos (Tabla II) se observa que: a) los valores estimados con los modelos de Komar e Inman (1970) y del CERC (1984) para octubre se encuentran a un orden de magnitud con respecto a los obtenidos mediante perfiles, mientras que el valor estimado con el modelo de Kraus *et al* (1982) se encuentra dentro del mismo orden.



(Fig. 4a). Angulos de aproximación para la jornada de Marzo a Octubre de 1988 (Tomada de Torres-Navarrete y Martínez Díaz de León, 1992).



(Fig. 4b). Altura significativa para la jornada de Marzo a Octubre de 1988. (Tomada de Torres-Navarrete y Martínez Díaz de León, 1992).

Tabla I. Resultados obtenidos para los perfiles, en m³/día.

MES	M3/MES	GANA	PIERDE	ACUM
SEP83	702.81			
OCT	770.13	A 67.32		67.32
NOV	871.41	A 101.28		168.6
DIC	351.43		E 519.98	351.38
ENE84	52.34		E 403.77	775.59
FEB	176.34	A 228.68		526.48
MAR	166.66		E 9.68	536.15
ABR	576.87	A 410.21		125.94
MAYO	128.08		E 448.79	574.73
JUN	410.11	A 282.02		292.71

Tabla II. Resultados para los perfiles y para cada uno de los modelos, en m³/día.

A= Asolve

E= erosión

SD= Sin dato

* Promedio entre meses comparados (marzo-junio)

MES	PERFIL	KOMAR	CERC	KRAUS
SEP83	SD	92.41	116.36	42.35
OCT	A 67.32	106.49	134.09	38.97
NOV	A 101.28	SD	SD	SD
DIC	E 519.98	SD	SD	SD
ENE84	E 403.77	SD	SD	SD
FEB	A 228.68	SD	SD	SD
MAR	E 9.68	-127.58	-160.65	-104.74
ABR	A 410.21	-65.78	-82.83	-39.10
MAY	E 448.79	216.10	273.23	401.50
JUN	A 282.03	-209.65	-263.98	-122.83
JUL	SD	-213.14	-268.38	-136.10
AGO	SD	6.60	8.42	5.30
*PROM	287.61	154.78	195.17	167.04

Para los meses restantes, los valores estimados se encuentran dentro del mismo orden, excepto para el mes de abril. b) en las predicciones del modelo de Komar e Inman (1970) y del modelo del CERC (1984) se observa que algunos valores tienen el signo (-) o (+) implica un cambio de dirección del transporte de sedimentos, asociado a un cambio en la dirección de aproximación del oleaje como ya se había mencionado anteriormente. De acuerdo a Torres-Navarrete y Martínez Díaz de León (1992), en primavera y otoño las playas en esta zona están expuestas a mar de leva del noroeste; mientras que en verano, los meses de junio y septiembre son considerados como meses de transición entre el mar de leva del noroeste, y el proveniente del suroeste.

Las ligeras diferencias entre los valores obtenidos por los perfiles de playa con respecto a los valores predichos por los dos primeros modelos, puede deberse entre otras cosas a la diferencia en tiempo (4 años) entre la jornada de mediciones de los perfiles de playa (1983-1984) y las jornadas de mediciones para el sensor de presión (1988); es decir, las mediciones no fueron simultáneas. Aunque esto representa aparentemente un serio inconveniente, consideramos que las comparaciones son válidas debido a que la playa bajo estudio no ha experimentado cambios morfológicos considerables a esa fecha (CIEPS, 1988). Seymour e Higgins (1978) mencionan varios casos en los que la estimación del transporte se ha hecho a partir de datos históricos o a partir de reportes de dragado.

Los resultados de los modelos se compararon directamente con resultados de otros trabajos en la misma zona con el fin de conocer las posibles diferencias entre ellos, encontrando que con excepción del trabajo realizado por Jiménez- Pérez (1988) el cual reportó un transporte de 17,000 m³/día, estas estimaciones son en algunos casos diferentes en un orden de magnitud o iguales; es decir González-Ramírez (1985) reportó un transporte de 309 m³/día, durante el mes de abril, Torres-Navarrete (1991) reportó valores de transporte para abril de 1985 de 300 m³/día, Torres-Navarrete y Martínez-Díaz de León (1991) reportan estimaciones de transporte de 400 m³/día, durante la primavera y de 500 m³/día, durante el verano entre octubre y marzo de 1988.

En promedio las estimaciones de los modelos y de los perfiles se comparan razonablemente bien con los reportados.

Aún considerando esto, es recomendable interpretar nuestras estimaciones con precaución ya que de acuerdo a (CERC, 1984) estas fórmulas se pueden aplicar con un $\pm$ del 50% de error.

Una condición ideal es la tener mediciones simultáneas de perfiles de playa y de los parámetros necesarios para alimentar los modelos, esto con la finalidad de comparar entre dos métodos diferentes.

5 CONCLUSIONES

1).-En general, se encontró un acuerdo razonable entre las estimaciones de los modelos y los volúmenes calculados de perfiles. Sin embargo, los valores obtenidos con el modelo del CERC (1984) se acercan más en un 23% a los de los perfiles que los de Komar e Inman (1970).

2).-Hay un buen acuerdo entre los resultados obtenidos en este trabajo y los resultados reportados en trabajos previos en la misma zona.

3).-Las máximas ganancias observadas en los perfiles fueron durante verano y las pérdidas durante el invierno.

4).-Los cambios de signo en los modelos de flujo de energía se deben a un cambio en la dirección de aproximación del oleaje incidente.

5).-Los valores ligeramente bajos obtenidos para el modelo de Kraus *et al* (1982) pueden deberse a que no se utilizó la velocidad a lo largo de la playa medida si no la calculada teóricamente.

6).-Las estimaciones de los modelos comparadas con otros resultados son del mismo orden de magnitud. Sin embargo dentro de este orden de magnitud nuestros resultados son menores que los reportados en otros trabajos en los cuales se utilizó una aproximación diferente.

6 RECOMENDACIONES

Es conveniente utilizar estos modelos con cautela, es decir utilizar los parámetros que describan adecuadamente la playa en donde se deseen aplicar puesto que, aunque se ve que el transporte depende fuertemente de la altura de la ola y del ángulo de aproximación, existen otros parámetros (dependiendo del modelo) que deben considerarse para cada playa (tipo de fondo, tamaño del sedimento, la pendiente, etc.).

Se aconseja utilizar cualquiera de los dos primeros modelos, siempre y cuando se tengan mediciones de series de tiempo confiables de los parámetros de entrada durante un periodo mínimo de un año, esto con la finalidad de cubrir las cuatro estaciones del año.

Se recomienda al realizar un trabajo de esta naturaleza hacer mediciones simultáneas de perfiles de playa y obtener por medio de instrumentos altura de la ola, ángulo de aproximación y velocidad de la corriente a lo largo de la playa.

7 LITERATURA CITADA

- Blanco-Betancourt, J.R., 1987. Comparacion de dos modelos de predicción de la corriente a lo largo de la playa, con datos reales obtenidos en la barra del estero de Punta Banda. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas (UABC). 36 pp.
- Coastal Engineering Research Center (CERC)., 1984. Shore Protection Manual, volumen I. Department of the ARMY U.S. Army Corps of Engineers, Wash, D C 20314.
- CIEPS, Consultores " Estudios físicos en Punta Banda, B.C." Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Obras Marítimas (no publicado), 1988.
- Paquete de programática SURFER (Golden Software, Inc. 1989)
- Gonzáles-Ramírez, J.E., 1985. Transporte Litoral en la Barra del Estero De Punta Banda, B.C. Curso de titulación, Facultad de Ciencias Marinas (UABC). 36 pp.
- Jiménez-Pérez, M., 1988. Determinación del transporte litoral por medio de trazadores fluorescentes en la parte externa de la Barra del Estero de Punta Banda, B.C. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas (UABC). 47 pp.
- Komar, P.D., y D.L. Inman., 1970. Longshore Sand Transport on Beaches, Journal of Geophysical research, Vol 75(30): pp 5914-5927.
- Komar, P.D., 1976. Beach Processes and Sedimentation. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. New Jersey. 411 pp.
- Kraus C, Nicholas, Masahiko Isobe, Hajime Igarashi, Tamio O. Sasaki y Kiyoshi Horikawa., 1982. Field Experiments on Longshore Sand Transport in The Surf Zone. Proceedings of the Eighteen Coastal Engineering Conference. ASCE/Cape Town, South Africa/Nov. p14-19.

- Seymour, R.J., e Higgins, A.L., 1978. Continuous Estimation of Longshore Sand Transport, Symposium on Tech. Environmental, Socioeconomic and Regulatory Aspects of Coastal Zone Management San Francisco CA, March 14-16, 1978. Coastal Zone'78, Vol.III, pp 2308-2318.
- Torres-Navarrete C.R., 1991. Transporte litoral en una zona de la Bahía de Todos Santos, B.C., México durante abril, agosto y octubre de 1985. Ciencias Marinas, vol. 17, No. 3, pp. 59-71.
- Torres-Navarrete C.R. y Martínez-Díaz de León A., 1992. Longshore Sand Transport Southeast of Bahía de Todos Santos, inferred by Wind Wave directional data. Sometida a Journal of Waterways Port Coastal and Ocean Engineering ASCE.