

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**ESTIMACIÓN DE PALEOLEAJE EN CUENCA SAN NICOLÁS,
PLIOCENO DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
O C E A N Ó L O G O**

PRESENTA:

MONIQUE MARIE VILLATORO LACOUTURE

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, JUNIO DEL 2003

**DEPARTAMENTO DE INFORMACION
ACADEMICA U.A.B.C.
CAMPUS ENSENADA**

RESUMEN

Empleando el modelo teórico para el inicio de transporte de sedimentos bajo flujo laminar y turbulento desarrollado por Komar y Miller (1973) y la teoría lineal del oleaje de Airy, se obtuvieron las alturas del oleaje (H) que formaron los depósitos conglomeráticos de costa rocosa antigua y de playa actual caracterizados por rodolitos que afloran en dos localidades de la costa del Golfo de California: 1) Arroyo La Zorra en San Nicolás, Baja California Sur, representado por depósitos de tormenta de la Formación San Nicolás del Plioceno, cuyo valor más alto de H fue de 3.72 m para flujo laminar y 4.8 m para flujo turbulento, presentando además variaciones por efecto de la paleoprofundidad; 2) Ensenada El Mangle, Baja California Sur, compuesta por dos depósitos de playa que fueron muestreados poco después de ser afectados por el Huracán Juliette, presentando un valor máximo de H de 5.02 m para flujo laminar y 6.2 m para flujo turbulento. Los rodolitos fungen como clastos para los fines del modelo arrojando resultados aceptables. En términos generales el modelo es confiable y aplicable, aun considerando las variaciones de las características del flujo así como de cada uno de los depósitos estudiados, siempre y cuando se evalúen cuidadosamente las condiciones del oleaje como período y paleoprofundidad.

ÍNDICE

Resumen	i
Aprobación	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Lista de Figuras	vi
Lista de Tablas	viii
Introducción	1
Antecedentes	5
Hipótesis	7
Objetivo	8
Objetivos particulares	8
Área de estudio	8
Metodología	13
Resultados	18
Flujo laminar	19
Arroyo La Zorra	19
El Mangle	28
Flujo turbulento	36
Arroyo La Zorra	36
El Mangle	44

Discusiones	52
Validez del modelo	52
Arroyo La Zorra	57
El Mangle	59
Conclusiones	60
Referencias	62
Anexo	I

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de fuerzas que actúan sobre una partícula bajo un flujo (Tomado de Komar y Li, 1988)	3
Figura 2. Cama de rodolitos vivos a 5 m de profundidad (Tomado de de Foster, 2001)	5
Figura 3. Localidad de Bahía San Nicolás	9
Figura 4. Vista del afloramiento del Arroyo La Zorra en San Nicolás	10
Figura 5. Localidad de la Ensenada El Mangle	12
Figura 6. Vista del afloramiento de El Mangle que corresponde a la localidad 2	13
Figura 7. Columna estratigráfica del afloramiento del Arroyo La Zorra en San Nicolás	19
Figura 8. A) Relación de D_b con H para 500 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	22
Figura 9. A) Relación de D_b con H para 850 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	25
Figura 10. A) Relación de D_b con H para 1200 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	27
Figura 11. A) Relación de D_b con H para 1000 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	31
Figura 12. A) Relación de D_b con H para 2000 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	33
Figura 13. A) Relación de D_b con H para 3000 cm; B) Relación de U_m	

con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	35
Figura 14. A) Relación de D_b con H para 500 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	39
Figura 15. A) Relación de D_b con H para 850 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	41
Figura 16. A) Relación de D_b con H para 1200 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	43
Figura 17. A) Relación de D_b con H para 1000 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	46
Figura 18. A) Relación de D_b con H para 2000 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	49
Figura 19. A) Relación de D_b con H para 3000 cm; B) Relación de U_m con H; C) Relación de d_o con H_f ; D) Relación de U_m con D_b	51
Figura 20. Núcleo tomado en una cama de rodolitos en Bahía Concepción, Baja California Sur, donde se observa la Intrincada posición de los rodolitos entre sí (Tomado de Foster, 1997)	54

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 500 cm de profundidad en el arroyo La Zorra.....	20
Tabla II. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 850 cm de profundidad en el arroyo La Zorra	23
Tabla III. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1200 cm de profundidad en el arroyo La Zorra	26
Tabla VI. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle	29
Tabla V. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 2000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle	32
Tabla VI. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 3000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle	34
Tabla VII. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 500 cm de profundidad en el arroyo La Zorra	37
Tabla VIII. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 850 cm de profundidad en el arroyo La Zorra	40
Tabla IX. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1200 cm de profundidad en el arroyo La Zorra	42
Tabla X. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle	45
Tabla XI. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 2000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle	48

Tabla XII. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 3000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle	50
--	----

INTRODUCCIÓN

Al diseñar un desarrollo costero, los daños que éste pueda sufrir por efecto del oleaje se pueden prevenir y evitar o al menos disminuir su magnitud, si al planear su construcción se cuenta con un registro de oleaje que permita determinar las dimensiones de la ola más grande esperada en un período de 50 ó 100 años (Peredo, 1994).

Debido a que no todos los puertos cuentan con registros de oleaje confiables para el cálculo de la altura de las olas extremas, se propone recurrir a la información almacenada en las características geológicas de las costas rocosas para su estimación. Por ello, recientemente se ha incrementado el interés acerca de las condiciones ambientales que originaron a los depósitos sedimentarios y comunidades fósiles pertenecientes a líneas de costa rocosas antiguas que afloran en la actualidad (Johnson, 1992).

En los lugares donde no se cuenta con registros de oleaje, se puede utilizar un método alternativo para estimar las alturas de las olas en condiciones extremas para una región particular, éste se basa en la relación existente entre las características de las estructuras sedimentarias y las propias del oleaje de alta energía. Se han elaborado estudios enfocados principalmente a la paleoecología, involucrando secundariamente a las características del sustrato, la historia sedimentaria y energía del medio (López-Morteo, 1993).

Cuando existe una costa con clastos cuyos tamaños y formas permiten hacer una clara distinción entre los que están siendo retrabajados por la acción del oleaje y los que no, es posible obtener una relación entre el tamaño de los clastos y la altura de las olas

rompientes capaces de moverlos. La extrapolación a los clastos más grandes puede considerarse como una estimación de la altura del oleaje extremo (Peredo, 1994).

En un análisis acerca de la entrada selectiva de gravas en una corriente, Li y Komar (1986) retoman conceptos tales como el ángulo geométrico de pivoteo (ϕ) (figura 1), la diferenciación por la forma y tamaño, así como la imbricación del depósito (Komar y Li, 1986) demarcando la influencia de éstos en el inicio del movimiento.

La figura 1 muestra el diagrama de fuerzas que ejerce un flujo sobre una partícula. En ella puede observarse la relación que existe entre la fuerza de arrastre (F_d) y la fuerza de levantamiento (F_L) que sufre la partícula. Si se comparan las componentes de estas fuerzas (l_1 y l_2) se observa una diferencia entre sus magnitudes siendo mayor F_L aunque no es la más efectiva. La forma como actúa el flujo sobre la partícula está definida por el perfil de velocidades, el cual es diferente en cada nivel del grano de sedimento. Para que se inicie el movimiento, el flujo debe ser capaz de vencer tanto la resistencia de la partícula sedimentaria como la resistencia que opone las partículas del lecho en contacto con la misma. Esta resistencia está en función del grado de exposición de la partícula y del ángulo geométrico de pivoteo (definido por el vector de la gravedad y el que va del centro de la partícula al punto de contacto P entre ella y las partículas del lecho) los cuales mantienen una dependencia directa con la razón D_p/D_{50} que es la relación entre el tamaño de la partícula y el tamaño promedio de las partículas del lecho (Komar y Li, 1988).

Debido a que se involucra a las propiedades del flujo en estos modelos es posible obtener a partir de las características de un depósito, los parámetros de oleaje que se ajusten a estas propiedades. Estos parámetros pueden ser: velocidad horizontal máxima en el fondo

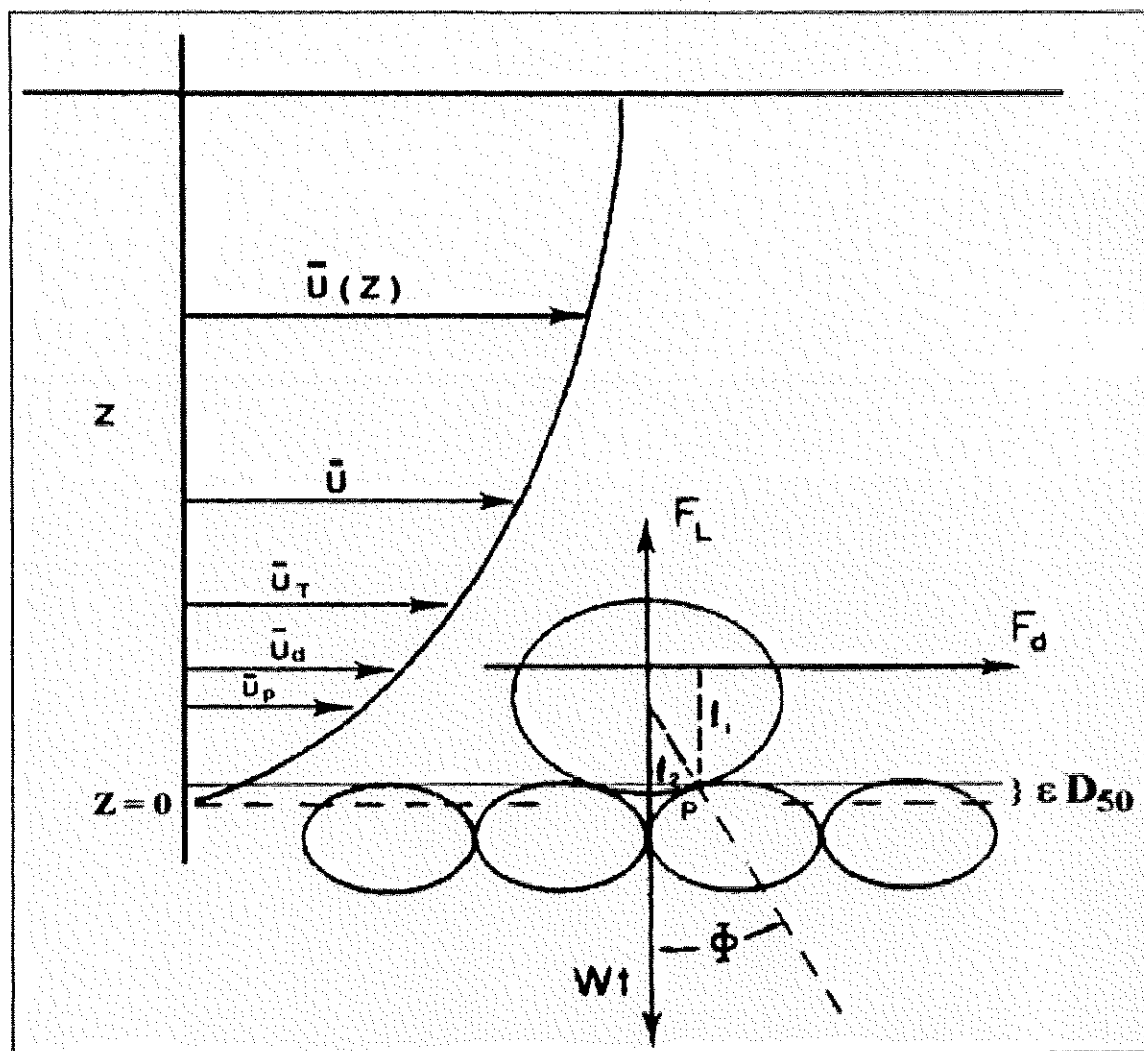


Figura 1. Diagrama de fuerzas que actúan sobre una partícula bajo un flujo. (Tomado de Komar y Li, 1988).

(U_m), período de la ola (T), longitud de onda (λ) y altura de la ola (H). Este último de gran interés si se obtiene a partir de las características encontradas en depósitos antiguos. Las implicaciones paleoambientales y paleoecológicas son evidentes ya que al conocer la altura del oleaje que formó a este tipo de depósitos, se vislumbra la oportunidad de realizar

interpretaciones más detalladas acerca de la evolución de las costas rocosas antiguas (López Morteo, 1993).

Estas concepciones teóricas son una aportación importante ya que no se aísla de su entorno a la partícula y a sus características, sino que son tomadas en cuenta para la evaluación del inicio del transporte de sedimentos que caen en éste intervalo de tamaños. Dichos parámetros se pueden aplicar a los rodolitos (figura 2).

En el Golfo de Baja California, muchos de los depósitos costeros de comunidades fósiles del Plioceno y Pleistoceno, están caracterizados por rodolitos, algas calcáreas coralinas que pertenecen a la familia *Corallinaceae*. Los geólogos se han interesado en estas algas no sólo por su representación en los sedimentos calcáreos y registros fosilíferos sino porque a través del tiempo geológico han sido inclusive más abundantes que ahora, jugando un papel importante en el registro de las condiciones paleoambientales (Foster, 2001).

Un rodolito puede estar compuesto completamente por una o más especies de alga coralina no geniculada o tener un núcleo de otro material, como lo puede ser una roca, es por esto, que bajo condiciones hidrodinámicas pueden comportarse como clastos y utilizarse también como indicadores de la energía del oleaje o de corrientes. En la mayoría de los casos estos forman comunidades a profundidades entre 1 y 30 m, por lo que están sujetos a la acción del oleaje (Marrack, 1999).



Figura 2. Cama de rodolitos vivos a 5 m de profundidad. (Tomado de Foster, 2001).

ANTECEDENTES

Diversos autores coinciden en que las costas de sustrato duro se encuentran expuestas de una manera continua a niveles altos de energía del oleaje, el cual es uno de los principales agentes de transporte de sedimentos en el medio marino (Dott, Miller, Orr y Decker en López Morteo, 1993).

Se han reportado numerosos depósitos de tormenta caracterizados por moluscos y equinoideos. La mayoría de ellos en condiciones de excelente preservación. Estos depósitos han sido analizados con base en su morfología, las relaciones entre los clastos y la tafonomía, teniendo como características la presencia de estructuras de escape (fugichnia),

alto grado de empaque entre los clastos y los organismos imbricados y superficies de contacto erosivas (Nebelsick y Kroh, 2002).

La mayoría de los estudios acerca del transporte de sedimentos se basan en partículas de tamaño arenas (Eagleson y Dean, 1959; Harms, 1969; Komar y Miller, 1974, Li y Komar, 1992) dejando a un lado al importante intervalo de tamaños que comprende a las guijas, guijarros y cantos. Sin embargo, debido a que algunos depósitos sedimentarios en la parte sur del Golfo de California están compuestos principalmente por material calcáreo derivado de restos de testas de organismos y de algas calcáreas, resalta la importancia de estudiar la dinámica del transporte de sedimentos en estas facies tan ampliamente distribuidas en el registro geológico.

Los análisis teóricos y experimentales del inicio del movimiento de partículas esféricas inducido por oleaje, indican que éste está en función del coeficiente de resistividad de la partícula, que a su vez depende de: a) el diámetro de la misma, b) el peso de la partícula, c) la diferencia de densidades entre el sedimento y el fluido, d) la velocidad de transporte de masa del flujo cerca del fondo (Eagleson y Dean, 1959), e) el esfuerzo cortante τ (Komar, 1976), y f) del factor de fricción de la ola que está en función del número de Reynolds ($*Re$) (Johnson, 1966).

Bagnold (1946) evaluó el inicio de transporte de sedimento bajo la acción de movimiento oscilatorio provocado por olas. Antes de él se había prestado muy poca atención al inicio de transporte de sedimento bajo la acción del movimiento oscilatorio de las olas. Esto se debió en parte a la compleja situación bajo el movimiento de las olas donde las corrientes varían constantemente y la aceleración es importante.

Komar y Miller (1973) propusieron relaciones para evaluar el inicio de transporte de sedimento bajo la acción de olas para flujo laminar y turbulento.

Hammond, *et. al.* (1984) realizaron mediciones del movimiento de gravas finas ($D_{prom.}=1.7\text{cm}$) en un canal de mareas, y encontraron que la velocidad de cizalla crítica (U_{*C}) depende también del grado de exposición de la partícula aunque no lo incluyen en su formulación.

Clifton (1976) desarrolló un modelo conceptual para explicar, en una región específica, la progresión hacia la costa de las estructuras sedimentarias producida por olas someras, relacionando la velocidad orbital, la asimetría de velocidades y el tamaño medio de grano, para valores fijos del período de la ola.

Allen (1979) desarrolló una gráfica basada en datos de campo y experimentales que muestra cómo puede relacionarse el diámetro de las partículas sedimentarias con la máxima velocidad orbital, para definir el tipo de estructuras sedimentarias que pueden conformarse.

HIPÓTESIS

El afloramiento que se encuentra en el arroyo La Zorra dentro de la cuenca San Nicolás es una costa rocosa del Plioceno, asociado con eventos de tormenta.

OBJETIVO

Obtener una aproximación de la altura mínima del paleoleaje bajo el cual se formaron los depósitos sedimentarios de conglomerados marinos en la localidad de San Nicolás, Baja California Sur, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Obtener una aproximación de la altura mínima del oleaje bajo el cual se depositaron los clastos (rodolitos) en la playa de la Ensenada El Mangle.
- Comparar las alturas de ola obtenidas para ambas localidades.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en Baja California Sur, en la costa del Golfo de California y está dividida en dos localidades, la primera es una costa rocosa antigua en San Nicolás, B.C.S., mientras que la segunda es un depósito de playa actual llamado Ensenada el Mangle.

La localidad 1 es la Bahía de San Nicolás (figura 3) que se encuentra en la costa oeste del Golfo de California al Sur de Bahía Concepción, aproximadamente en los $26^{\circ} 31.670' N$, $111^{\circ} 31.046' W$ y el afloramiento que se estudió se encuentra en el arroyo La Zorra ($26^{\circ} 31' 36.9'' N$, $111^{\circ} 30' 12.9'' W$).

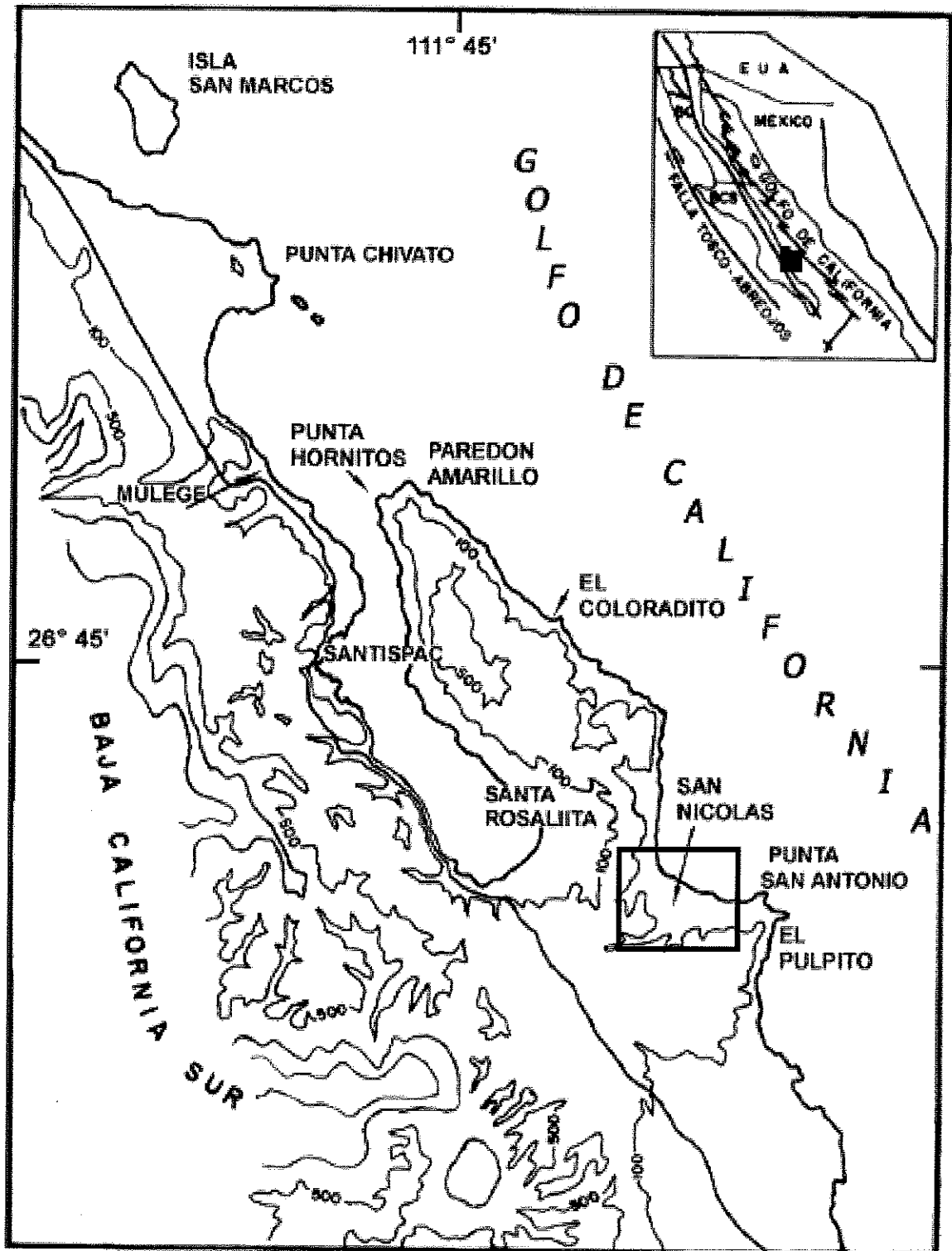


Figura 3. Localidad de Bahía San Nicolás.

En la Bahía San Nicolás el oleaje predominante proviene del norte y está formada por una serie de playas de bolsillo, la mayoría de ellas conformadas por cantos rodados. Las que se encuentran en la desembocadura de los arroyos más importantes presentan playas arenosas con presencia de cantos en algunas zonas.



Figura 4. Vista del afloramiento del arroyo La Zorra en San Nicolás.

Ledesma-Vázquez y Johnson (2001) describen la Formación San Nicolás como depósitos en un medio graben conformados principalmente por 4 miembros que a partir de

la base son: (1) tobas San Antonio, (2) el abanico aluvial Los Volcanes, (3) la lodolita transicional Arroyo Amarillo y (4) depósitos marinos en La Ballena. Mencionan también que la mayoría de las unidades sedimentarias en la Formación San Nicolás presentan estratos horizontales y reflejan tasas de depositación muy bajas caracterizadas por camas de conchas, seguidas por depósitos de tormenta de aguas someras conformados por conglomerados marinos. El miembro La Ballena presenta biocalcarenita, coquinas y unidades de conglomerados marinos asociados claramente a actividad de tormentas extrema.

La Ensenada El Mangle es la llamada localidad 2 (figura 5) que se encuentra a 30 km al norte de Loreto sobre la costa del golfo. El lugar presenta dos playas de bolsillo divididas por una punta rocosa, la bahía norte (figura 6) tiene una pequeña entrada de agua que forma un manglar, de donde recibe su nombre la zona. Estas playas de bolsillo son una falla en forma de valle que va de mar a tierra y se encuentran entre el bloque el Mangle (10 km²), al sur y el Volcán Mancenares, al norte. La boca de esta falla está rellena con sedimentos marinos del Plioceno. Tanto al norte como al sur de El Mangle, se han reportado afloramientos gruesos de caliza expuestos a lo largo de la costa. Inmediatamente al sur se encuentra una secuencia de facies marinas y costeras combinadas en una rampa expuesta, con una inclinación de 6°. La rampa se encuentra sobre una base erosionada de andesita de 310 metros de ancho (Johnson, *et al.*, en prensa 2002).

Se encuentran varias unidades a través de El Mangle, de tierra a mar la secuencia incluye: arcillas rojas, restos fosilizados de plantas terrestres tolerantes a la salinidad, capas de conglomerado con fauna marina intersticial y una capa de caliza con restos de pectíneos y equinoideos (Johnson, *et al.*, en prensa 2002).

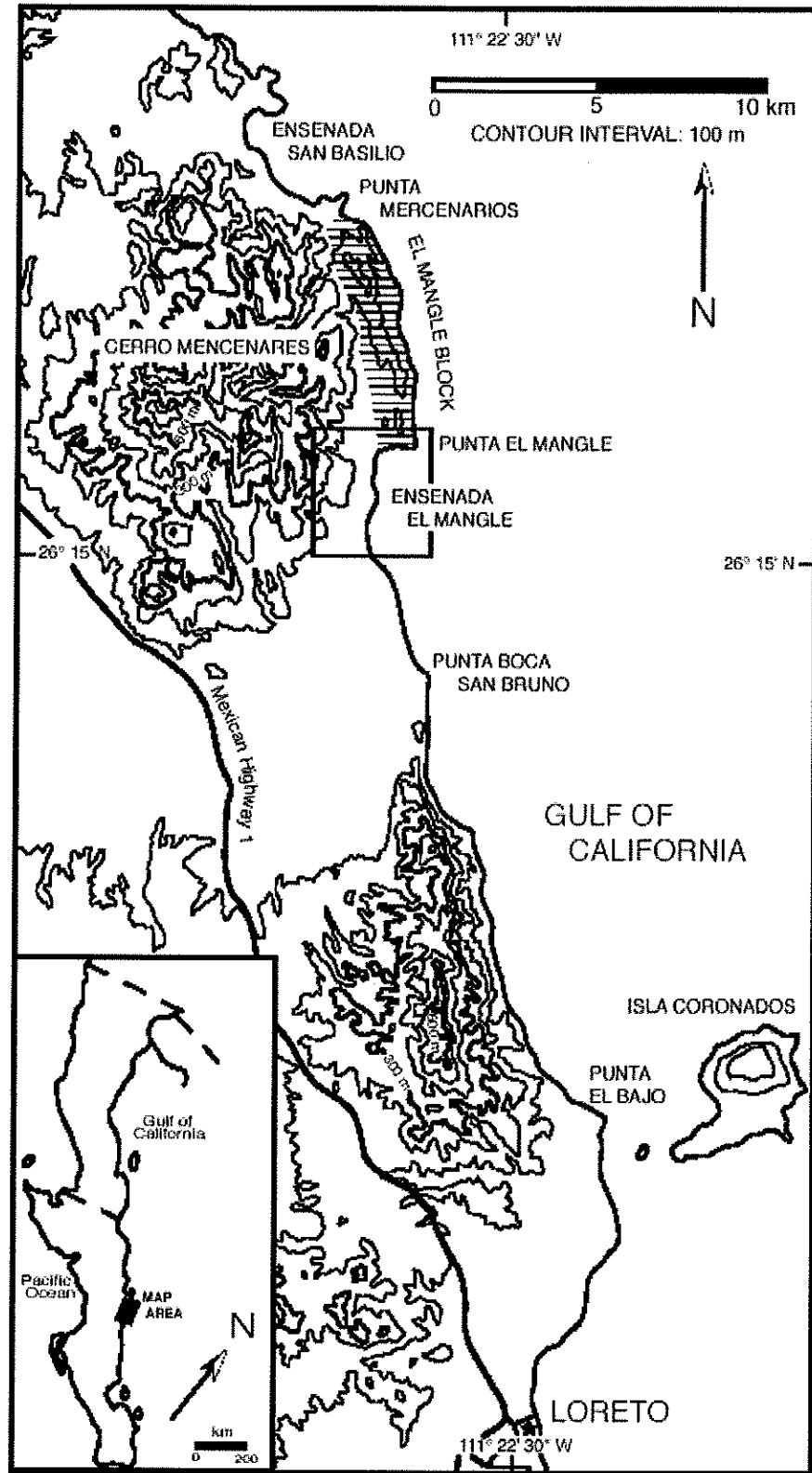


Figura 5. Localidad de la Ensenada El Mangle.



Figura 6. Vista del afloramiento de El Mangle que corresponde a la localidad 2.

METODOLOGÍA

A partir de la prospección realizada en el área de estudio se definió la metodología a seguir:

Trabajo de campo

- Se hizo el levantamiento de columnas estratigráficas en los afloramientos más representativos, donde se consideró la composición del sedimento, tamaño de grano,

color, espesor, presencia de estructuras primarias y fósiles y en particular la geometría del depósito. En el caso de los conglomerados se mide las longitudes de los ejes principales de los clastos de mayor tamaño, el grado de redondez y la composición de los mismos. En el caso de presencia de matriz en los estratos se determinó el tamaño de grano.

- Se seleccionaron los clastos de mayor tamaño que no muestren retrabajo. En un inicio las muestras a tomar serían los rodolitos de mayor tamaño, pero el afloramiento de el Arroyo La Ballena donde se encontraba dicho depósito fue destruido por el Huracán Juliette que golpeó Baja California Sur en septiembre del 2001, de tal suerte que se escogió un nuevo afloramiento en el arroyo contiguo al original (Arroyo La Zorra, localidad 1) pero en el cual la presencia de rodolitos fue mínima por lo que las mediciones se hicieron a partir de clastos de andesita. Se realizó un segundo muestreo en El Mangle (localidad 2). En la playa norte se realizaron 5 transectos de aproximadamente 30 m de largo, mientras que en la bahía sur se realizó solamente un transecto de 15.5 m de largo ya que la playa era mucho más pequeña.

La selección de los clastos de mayor tamaño obedece a que estos se pueden utilizar como indicadores de la capacidad mínima de transporte de las olas de mayor tamaño que formaron el depósito. Se refiere a la capacidad mínima de transporte del oleaje ya que no sería válido relacionar a la altura de la ola obtenida a través de los sedimentos directamente con la máxima altura del oleaje en una localidad, debido a que un clasto de cierto tamaño y densidad puede ser incitado al movimiento tanto por el oleaje de máxima altura como por el oleaje de altura tal que sea la crítica para el inicio del movimiento del clasto pudiendo ocurrir que la segunda tuviera una altura mucho menor.

- Se utiliza como diámetro representativo del clasto al definido por la longitud del eje intermedio (D_b) ya que bajo la influencia del oleaje el eje intermedio define la cara del canto que presenta mayor resistencia al movimiento (Komar y Li, 1988).
- Para la obtención de la velocidad máxima en el fondo (U_m) se utilizó el modelo de Komar y Miller (1973) ya que éste involucra el parámetro adimensional de Shields para el inicio del transporte de sedimento y lo relaciona mediante un coeficiente de proporcionalidad con el diámetro orbital de una supuesta ola de tormenta y con el diámetro intermedio del clasto. Esta igualdad es válida para granos de diámetro menor a 0.05 cm (arenas medias o finas), lo que significa que el inicio de transporte se lleva a cabo cuando el flujo en la capa frontera aún es laminar. El modelo que se utilizó es:

$$\rho U_m^2 / (\rho_s - \rho) g D_b = 0.3 (d_o / D_b)^{1/2} \quad (1a)$$

en donde:

ρ es la densidad del fluido, en este caso agua de mar (1.025 gr/cm^3).

ρ_s es la densidad del sedimento, en este caso andesita (2.6 gr/cm^3).

g es la gravedad (981 cm/s^2).

d_o es el diámetro orbital de la ola.

Esta relación es modificada por Komar y Miller (1973) a partir de una ecuación empírica deducida por Bagnold (1946) pero tiene una base teórica.

- Para granos de diámetros superiores a 0.05 cm (arenas gruesas y tamaños mayores) el inicio de transporte ocurre después de que la capa frontera se ha tornado turbulenta y éste se puede predecir mejor con la siguiente relación empírica:

$$\rho U_m^2 / (\rho_s - \rho) g D_b = 0.463 \pi (d_o / D_b)^{1/4} \quad (1b)$$

- El diámetro orbital de la ola (d_o) se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_o = H_i / \sinh (2\pi h / \lambda) \quad (2)$$

en donde:

H_i es la altura inicial de ola propuesta para eventos de tormenta (300 a 800 cm).

h es la profundidad y

λ es la longitud de onda en aguas someras.

- En ambos casos (flujo laminar y turbulento) se despeja la velocidad máxima en el fondo (U_m).
- Una vez calculado el valor de U_m se relacionó con la teoría clásica del oleaje de Airy para la velocidad horizontal máxima en el fondo con el propósito de obtener la amplitud del oleaje:

$$U_m = (2\pi / T) (a / kh) \cos\theta \quad (3)$$

en donde:

T es el período de la ola.

k es el número de onda ($2\pi/\lambda$).

a es la amplitud de la ola y

θ es el ángulo de fase, para U_m el valor es de π , 2π , 3π , etc.

Como puede observarse en esta ecuación se tienen 4 variables que se desconocen, las cuales se obtienen de la siguiente manera:

- El valor de h se asigna de acuerdo con la interpretación de la paleoprofundidad de depositación de los sedimentos. En el caso de los depósitos de tormenta (tempestitas) se aumenta el valor de h para evaluar la marea de tormenta (*storm surge*) la cual puede alcanzar valores que varía de 0.3 metros (Flick, 1988) hasta 8 metros (Morton, 1988). Se incluye el efecto de la marea de tormenta sobre la profundidad ya que la combinación de ellos aumenta el poder erosivo del oleaje y tiene una relevancia sedimentológica muy significativa (Clifton, 1988).
- El valor de λ se obtiene mediante la relación $\lambda = (g/2\pi)T^2$ (Komar y Miller, 1975), asignando un período de ola de 11 segundos cuando el depósito es representativo de tormentas distales y 5 segundos cuando el depósito representa condiciones locales, ya que son los períodos promedio encontrados para cada una de estas condiciones en las costas de la Península de Baja California (López Morteo, 1993).
- Finalmente se despeja la amplitud de la ola de la ecuación 2 y se obtiene a H a partir de la ecuación:

$$H = 2^a$$

(7)

Los resultados obtenidos se relacionan con sus respectivos niveles en la columna estratigráfica para inferir el paleo ambiente del depósito.

Se compararon la costa rocosa antigua de San Nicolás y las playas de bolsillo de El Mangle para inferir cómo se hubiera comportado el depósito original con rodolitos. Los resultados obtenidos para el Mangle se compararon con valores de alturas de ola registradas en el evento de tormenta sucedido meses antes del muestreo en dicha localidad.

RESULTADOS

En la figura 7 se presenta la columna estratigráfica levantada en el afloramiento del arroyo La Zorra en San Nicolás, el nivel A corresponde al primer estrato de la rampa, conformado por restos de pectíneos y rodolitos en una matriz suelta de caliza, presenta inclinación de aproximadamente 6° , el nivel B corresponde a caliza amarillenta con presencia de fósiles, el nivel C es el estrato del que se tomaron las muestras y es un conglomerado con clastos volcánicos de 20 cm de diámetro aproximadamente, el contacto entre el estrato C y B es erosivo. El nivel D es caliza grisácea bien consolidada sin presencia de fósiles y por último el nivel E es un conglomerado más reciente representativo de la última trasgresión en el pleistoceno. Los clastos están cubiertos por caliche con tamaños promedio de 15 cm de diámetro.

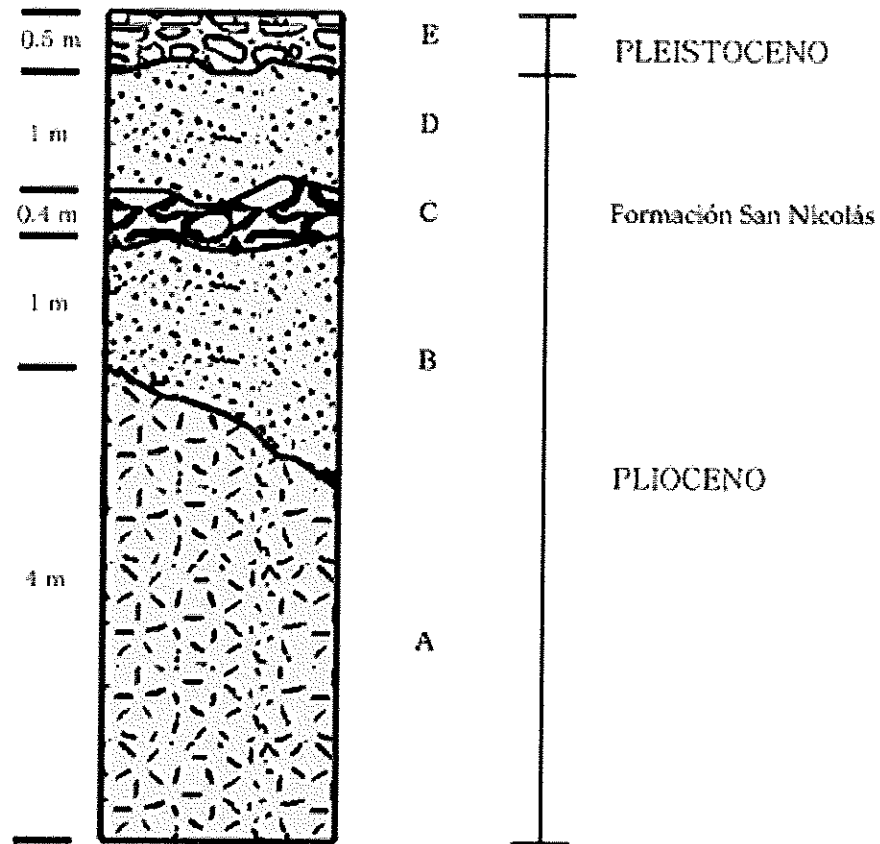


Figura 7. Columna estratigráfica del afloramiento del arroyo La Zorra en San Nicolás.

A) Modelo para flujo laminar.

Arroyo La Zorra (San Nicolás)

En la tabla I se observan valores de parámetros físicos tales como el diámetro orbital (cm) y la velocidad friccional (cm/s) calculados para cada altura inicial (cm) con la que se

alimentó el modelo para obtener las alturas de ola (cm). Para dichos cálculos se utilizó un periodo representativo de eventos de tormenta ($T = 11$ s).

Los datos que se presentan en la siguiente tabla fueron calculados para una paleoprofundidad de 500 cm por lo cual la referencia al diámetro orbital es sumamente importante para evaluar si la ola rompió o no.

Tabla I. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 500 cm de profundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
12	150.01	155.91	161.2	166.02	170.45	174.56	178.4	182.01	185.41	188.63	191.7
14.5	157.28	163.46	169.01	174.06	178.71	183.02	187.04	190.82	194.39	197.77	200.99
16	161.2	167.54	173.22	178.4	183.16	187.58	191.7	195.58	199.24	202.7	206
18	166.02	172.54	178.4	183.73	186.83	193.18	197.43	201.42	205.19	208.76	212.15
19.5	169.37	176.03	182.01	187.44	192.45	197.09	201.42	205.49	209.34	212.98	216.44
22	175.56	181.42	187.58	193.18	198.34	203.12	207.59	211.79	215.75	219.5	223.07
35	196.05	203.75	210.67	216.96	222.75	228.12	233.14	237.85	242.3	246.52	250.53
d_o	1795.8	2095	2394.3	2693.6	2992.2	3292.2	3591.5	3890.8	4190.1	4489.4	4788.7
U_m	286.21	297.45	307.55	316.74	325.2	333.04	340.36	347.24	353.74	359.89	365.74
H_f	166.65	173.19	179.07	184.43	189.35	193.91	198.18	202.18	205.96	209.55	212.96

El diámetro promedio de las muestras colectadas en el arroyo La Zorra en San Nicolás es de 18.65 cm.

Debido a que el número de datos para la localidad de San Nicolás es de 60, resulta impráctico mostrarlos todos en la tabla anterior, por lo que se procedió a tomar 7 valores representativos de las alturas obtenidas y sus respectivos diámetros (D_b en cm). Para esto,

se ordenaron progresivamente los datos y se eligió sistemáticamente uno cada 10, de esta forma se cuenta con valores desde el mínimo hasta el máximo. En los anexos se encuentran las tablas completas con sus respectivos valores de altura y se señalaron aquellos que fueron elegidos. Los valores de H_f que se muestran en la tabla son los promedios de las alturas obtenidas para cada altura inicial. Se aprecia que hay una relación directamente proporcional entre el diámetro y la altura. Así mismo la altura de la ola aumenta con respecto al diámetro orbital de ésta, al igual que la velocidad friccional en el fondo.

Los gráficos de la figuras 8 a la 20 fueron realizados a partir de la totalidad de datos crudos (ver anexos) que se encuentran resumidos en las tablas I a XII para facilitar su visualización.

En la figura 8A se muestra un aumento en la energía del medio con respecto al tamaño de los clastos. De la misma forma la altura se incrementa cuando la velocidad friccional aumenta, como se muestra en la figura 8B. En la figura 8C se observa, al igual que en la tabla I, un aumento de la altura con respecto al diámetro orbital. La figura 8D muestra la variación de la velocidad friccional con respecto al diámetro para una paleoprofundidad de 500 cm, se observa una relación directamente proporcional. Se presentan 11 series para cada variable, cada una corresponde a una altura inicial H_i , siendo mayores los valores de tamaño y velocidad conforme H_i aumenta.

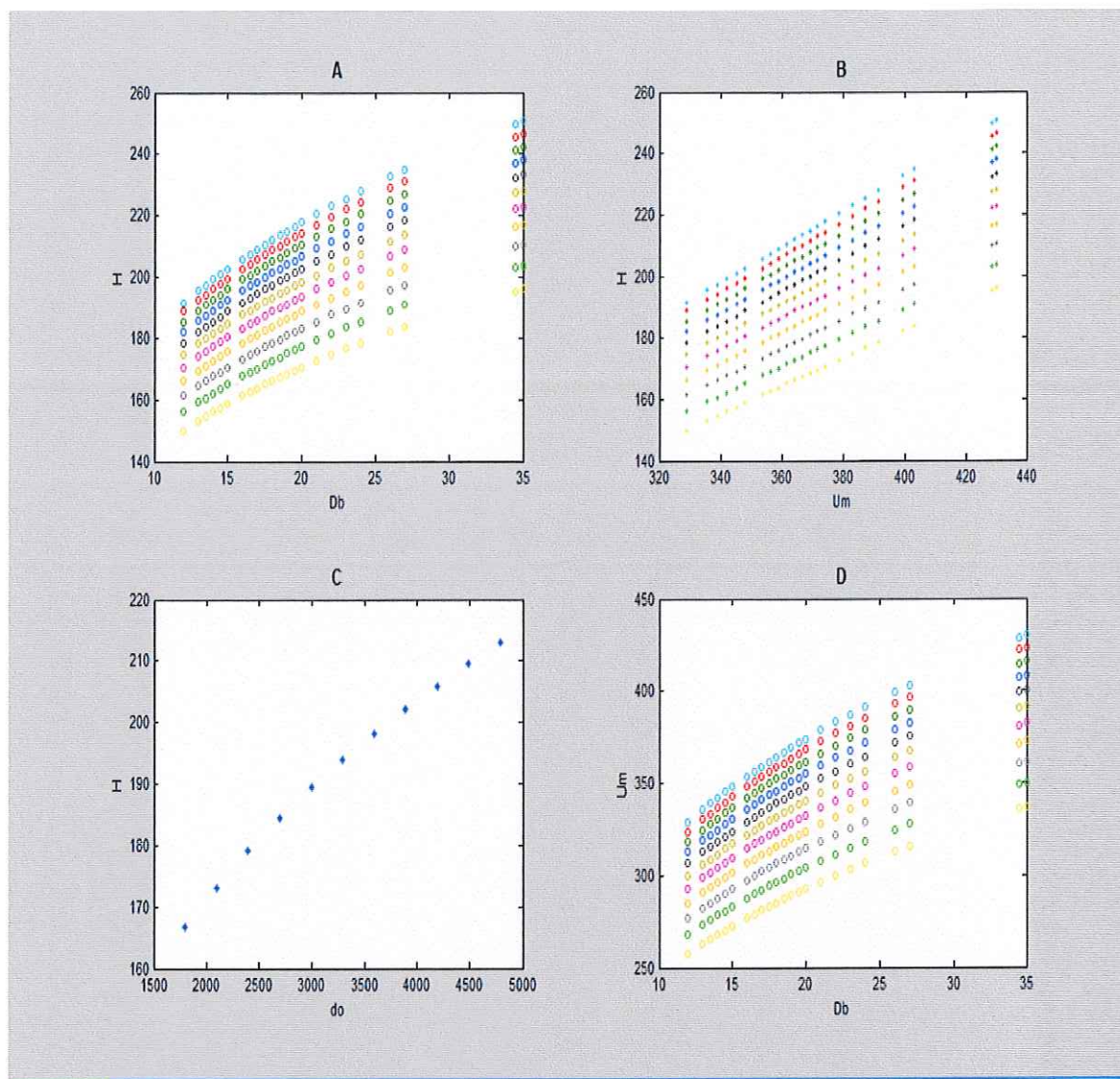


Figura 8. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 500 cm. Donde cada color representa una H_f (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

En la tabla II se presentan los parámetros físicos y alturas de oleaje representativas obtenidas para una paleoprofundidad de 850 cm. Se observa que todos los valores

aumentan con respecto a los mostrados en la tabla anterior, es decir, la velocidad friccional y la altura de la ola incrementan cuando la paleoprofundidad de depositación es mayor.

Tabla II. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 850 cm de profundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
12	222.86	231.62	239.48	246.64	253.22	259.33	265.03	270.39	275.44	280.23	284.79
14.5	233.66	242.84	251.08	258.59	265.49	271.89	277.87	283.49	288.79	293.81	298.59
16	239.48	248.89	257.34	265.03	272.1	278.66	284.79	290.5	295.98	301.13	306.03
18	246.64	256.33	265.03	272.95	280.23	286.99	293.3	293.23	304.83	310.13	315.17
19.5	251.62	261.51	270.39	278.47	285.9	292.79	299.22	305.28	310.99	316.4	321.54
22	259.33	269.51	278.66	286.99	294.65	301.76	308.39	314.63	320.51	326.01	331.39
35	291.24	302.69	312.96	322.32	330.92	338.9	346.35	353.35	359.96	366.22	372.18
d_o	1047.2	1221.7	1396.3	1570.8	1745.3	1919.9	2094.4	2268.9	2443.5	2618	2792.5
U_m	250.11	259.93	268.76	276.79	284.18	291.03	297.43	303.44	309.12	314.5	319.61
H_f	247.57	257.3	266.03	273.98	281.29	288.08	294.41	300.36	305.98	311.3	316.36

Aunque se calcularon las alturas de ola para diferentes profundidades en la misma localidad, las muestras utilizadas fueron las mismas para las tres situaciones, por lo que los tamaños de los clastos son los mismos para las figuras 8A, 8D, 9A, 9D, 10A y 10D.

En las figuras 8A, 9A y 10A se observa que la altura tiene una fuerte dependencia del tamaño de grano, incrementándose con respecto a éste, aunque también es notorio que la altura es mayor en el caso de la figura 10A que en la 9A y a su vez, la altura es mayor en ésta que en la 8A, es decir las mayores alturas en esta localidad se registran a los 12 m de profundidad, disminuyendo hacia los 5 m. Como se mostró en la tabla II, la figura 9A

presenta valores de altura de casi el doble de magnitud que la figura 8A, donde se muestran los mismos gráficos pero para 500 cm de profundidad.

En la figura 9B se observa que la relación de la velocidad friccional con la altura de la ola es la misma que para la profundidad anterior, es decir, la altura aumenta conforme la velocidad máxima en el fondo es mayor. Aunque es notorio que los valores mostrados en la tabla II (850 cm) para la velocidad son menores que los mostrados en la tabla I (500cm), cabe mencionar que aunque los valores de velocidad máxima en el fondo disminuyan a mayor profundidad debido a que el efecto de la ola es menos importante, la altura de ésta sí aumenta notablemente, indicándonos que la altura de la ola tiene una mayor dependencia de la profundidad que de la velocidad friccional.

Por su parte, aunque el diámetro orbital disminuyó para los 850 cm con respecto a los 500 cm, se observa en la figura 9C que la altura aumenta con respecto a éste. La disminución del diámetro orbital se debe a que éste está en función de la profundidad, siendo inversamente proporcionales.

En la figura 9D se observa que la velocidad friccional conserva el mismo comportamiento con respecto al diámetro del clasto a 850 cm que a 500 cm de profundidad, es decir, en ambos casos la velocidad aumenta con respecto al tamaño.

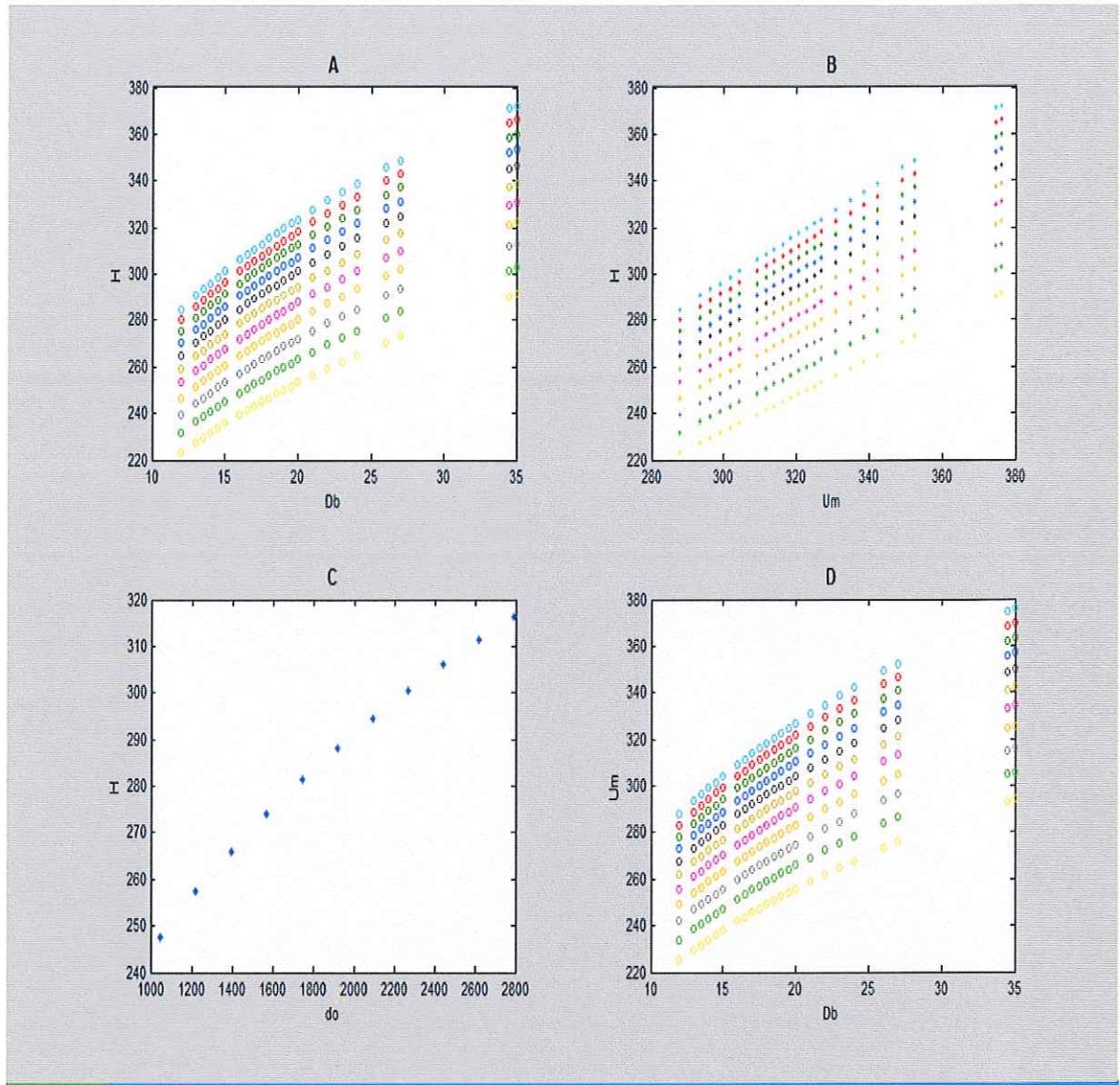


Figura 9. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 850 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

En la tabla III se observan los valores de alturas de ola obtenidos para la mayor profundidad (1200 cm) en el afloramiento del arroyo La Zorra, y como era de esperarse, las mayores alturas de ola se registraron a esta profundidad. A pesar de que los valores de

altura presentados en esta tabla son los mayores de las tres profundidades, los valores de la velocidad friccional son los menores de las tres profundidades (tabla I, II y III) para cada altura inicial. La altura de la ola se incrementa al aumentar los valores del diámetro y de velocidad friccional, así como del diámetro orbital.

Tabla III. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1200 cm de profundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
12	287.69	299	309.15	318.39	326.89	334.77	342.13	349.05	355.57	361.76	367.64
14.5	301.63	313.48	324.13	333.81	342.72	350.99	358.71	365.96	372.8	379.28	385.45
16	309.15	321.3	332.2	342.13	351.26	359.73	367.66	375.07	382.09	388.74	395.06
18	318.39	330.9	342.13	352.35	361.76	370.48	378.63	386.28	393.51	400.35	406.86
19.5	324.82	337.59	349.05	359.48	369.07	371.97	386.28	394.09	401.46	408.44	415.09
22	334.77	347.92	359.73	370.48	380.37	389.59	398.11	406.16	413.75	420.95	427.8
35	375.97	390.74	404.01	416.08	427.19	437.49	447.11	456.15	464.68	472.76	480.45
d_o	732.09	854.1	976.12	1098.1	1220.2	1342.2	1464.2	1586.2	1708.2	1830.2	1952.2
U_m	228.7	237.68	245.75	253.1	259.85	266.12	271.97	277.47	282.66	287.57	292.25
H_f	319.59	332.15	343.42	353.68	363.13	371.88	380.06	387.74	394.99	401.86	408.4

En las figuras 10A, 10B, 10C y 10D se observa el mismo comportamiento en todos los gráficos que en los anteriores para 500 y 850 cm, en este caso las alturas presentan un marcado incremento, alcanzando valores de más de 450 cm. La altura se incrementa en forma directamente proporcional al tamaño de los clastos, la velocidad friccional y el diámetro orbital. Es importante mencionar que en el caso de la figura 10C, los valores de H utilizados son los promedios de cada serie obtenidos para cada H_i y graficados contra sus

respectivos diámetros orbitales. Es decir se graficó el diámetro orbital contra la H_r , mostrada en la tabla III como en las otras para cada caso.

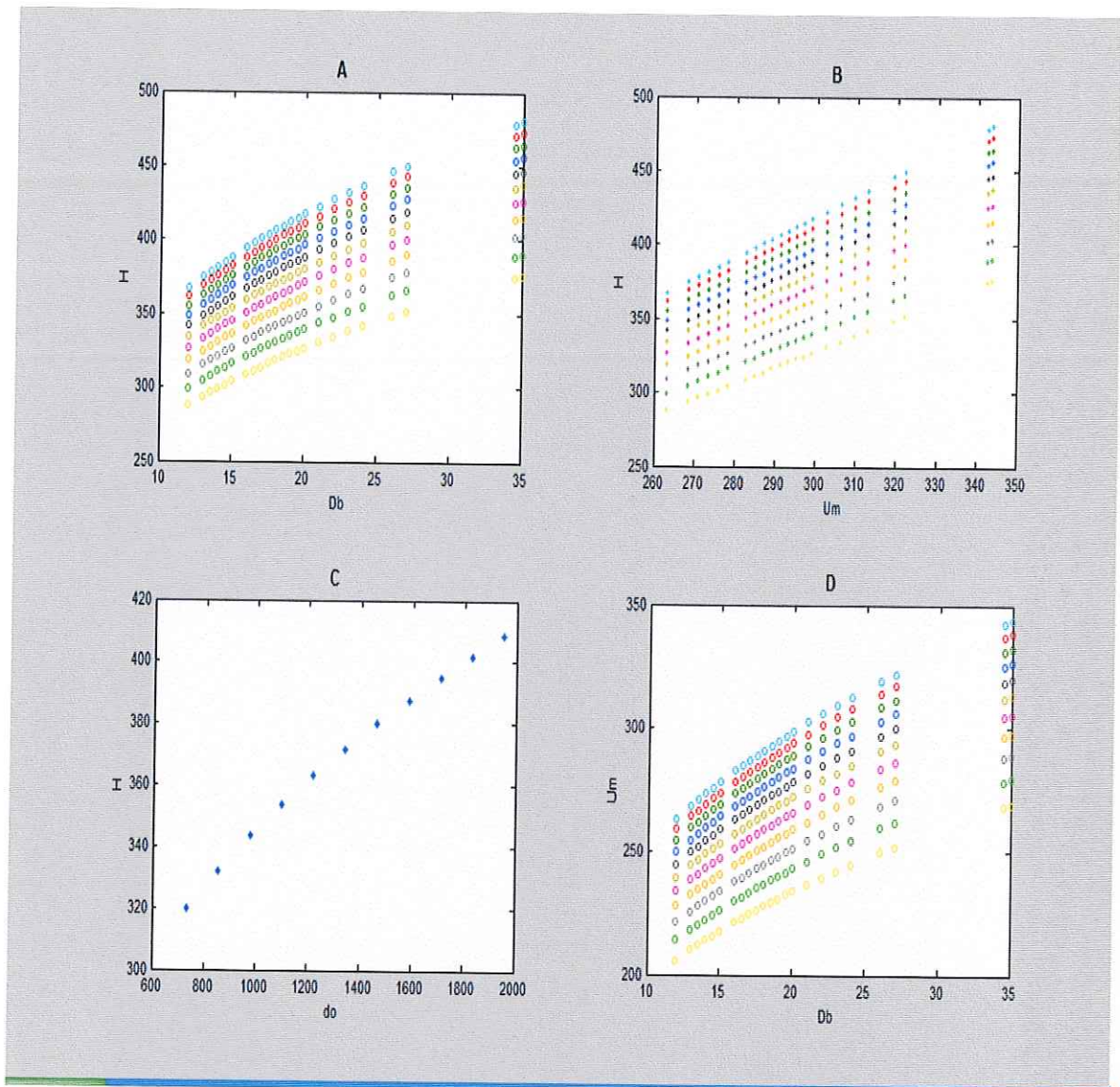


Figura 10. A) Relación de D_b (cm) con H (cm) para 1200 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; B) Relación de U_m (cm/s) con H ; C) Relación de d_o (cm) con H_r (cm); D) Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

Los valores asignados de paleoprofundidad en esta localidad se determinaron con base en las características reportadas de los rodolitos encontrados en dicho afloramiento. Marrack (1999) menciona que los rodolitos con formas foliosas y presencia de ramificaciones se encuentran en un rango de profundidad de los 5 a los 12 metros.

El Mangle

Para este afloramiento se utilizó un periodo representativo de 11 segundos y paleoprofundidades de 1000, 2000 y 3000 cm, como se muestra en las tablas IV, V y VI donde se resumen los valores de H y parámetros físicos obtenidos para cada situación como d_o , la U_m promedio para cada H_i y la H_f promedio para cada H_i . El comportamiento de dichos valores es el mismo en los tres casos, la altura aumenta con respecto al diámetro y a la velocidad friccional, y el diámetro orbital es mayor conforme la altura inicial de la ola es mayor.

Los valores de paleoprofundidad se asignaron con base en las características de los rodolitos encontrados en la localidad. Marrack (1999) menciona que los rodolitos que crecen en formas laminares alrededor de clastos u otros materiales son característicos de profundidades de entre los 0 y 30 m. En este rango de profundidades se pueden encontrar situaciones muy distintas, el efecto de la profundidad en los cálculos se manifiesta en todos los parámetros, el diámetro orbital promedio para cada altura inicial propuesta disminuye conforme la paleo profundidad aumenta, al igual que la velocidad friccional, es decir, los valores mayores de estos parámetros se encuentran en la tabla IV, que corresponde a los

1000 cm, mientras que las alturas de ola aumentan proporcionalmente a la profundidad, encontrando los mayores valores a los 3000 cm en la tabla VI.

Los valores de alturas H mostrados en la tabla IV son representativos de la totalidad de los datos (134) y fueron elegidos ordenando las series de alturas y sus respectivos diámetros, tomando 1 cada 20 hasta completar los 8 que se muestran en la tabla.

Tabla IV. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1000 cm de profundidad en afloramiento de El Mangle.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	149.5	155.37	160.65	165.45	169.86	173.96	177.79	181.38	184.77	187.99	191.04
2.8	174.75	181.61	187.78	193.39	198.55	203.34	207.81	212.01	215.98	219.73	223.31
3.2	180.68	187.78	194.15	199.95	205.29	210.24	214.87	219.21	223.31	227.19	230.89
4	191.04	198.55	205.29	211.43	217.07	222.3	227.19	231.78	236.12	240.23	244.13
5	202.01	209.94	217.07	223.56	229.52	235.06	240.23	245.08	249.67	254.01	258.14
5.5	206.88	215.01	222.3	228.95	235.06	240.73	246.02	250.99	255.69	260.13	264.37
7.5	223.56	232.34	240.23	247.41	254.01	260.13	265.86	271.23	276.3	281.11	285.68
14.5	263.61	273.97	283.27	291.74	299.52	306.74	313.49	319.83	325.81	331.48	336.87
d_o	885.6	1033.2	1180.8	1328.4	1476	1623.6	1771.2	1918.8	2066.4	2214	2361.6
U_m	168.47	175.09	181.03	186.44	191.42	196.03	200.34	204.39	208.21	211.84	215.28
H_f	196.18	203.89	210.81	217.11	222.91	228.28	233.33	238.02	242.4	246.69	258.7

En la figura 11A se muestra la relación del tamaño de los clastos con la altura de ola y se ve que ésta última aumenta con relación al primero, observándose una tendencia por parte de la altura a estabilizarse, es decir, aunque el diámetro de los clastos siga aumentando, la altura no se incrementa en la misma proporción que para tamaños menores

mostrados en la parte izquierda de la gráfica. Por su parte, en la figura 11B, la altura muestra una relación lineal con la velocidad friccional, siendo éstas directamente proporcionales. En la figura 11C la altura se incrementa junto con el diámetro orbital, los once valores mostrados como once puntos corresponden a las alturas promedio H_f obtenidas para cada una de las alturas iniciales H_i . En la figura 11D se presentan la series correspondientes a la relación del diámetro y velocidad friccional y se observa que el comportamiento creciente de la velocidad friccional tiende a estabilizarse entre mayores son los tamaños de los clastos, comportándose igual que la relación del diámetro contra la altura.

En la tabla V se observan los valores de velocidad friccional y diámetro orbital promedio para cada altura inicial propuesta, así como valores de altura de ola representativos de la totalidad de los datos y sus respectivos diámetros. Se observa, que al igual que en la localidad de San Nicolás, los valores promedio de la velocidad friccional disminuyen con respecto a la profundidad, es decir, los valores aquí observados son menores que los mostrados en la anterior tabla, correspondiente a los 1000 cm de profundidad y, subsecuentemente los presentados aquí son mayores que los propios de la tabla VI. Por su parte, el diámetro orbital promedio de la ola, al guardar relación con la profundidad, es mayor para los 2000 cm que para los 1000 cm y se observa que se incrementa también con relación a la altura inicial propuesta.

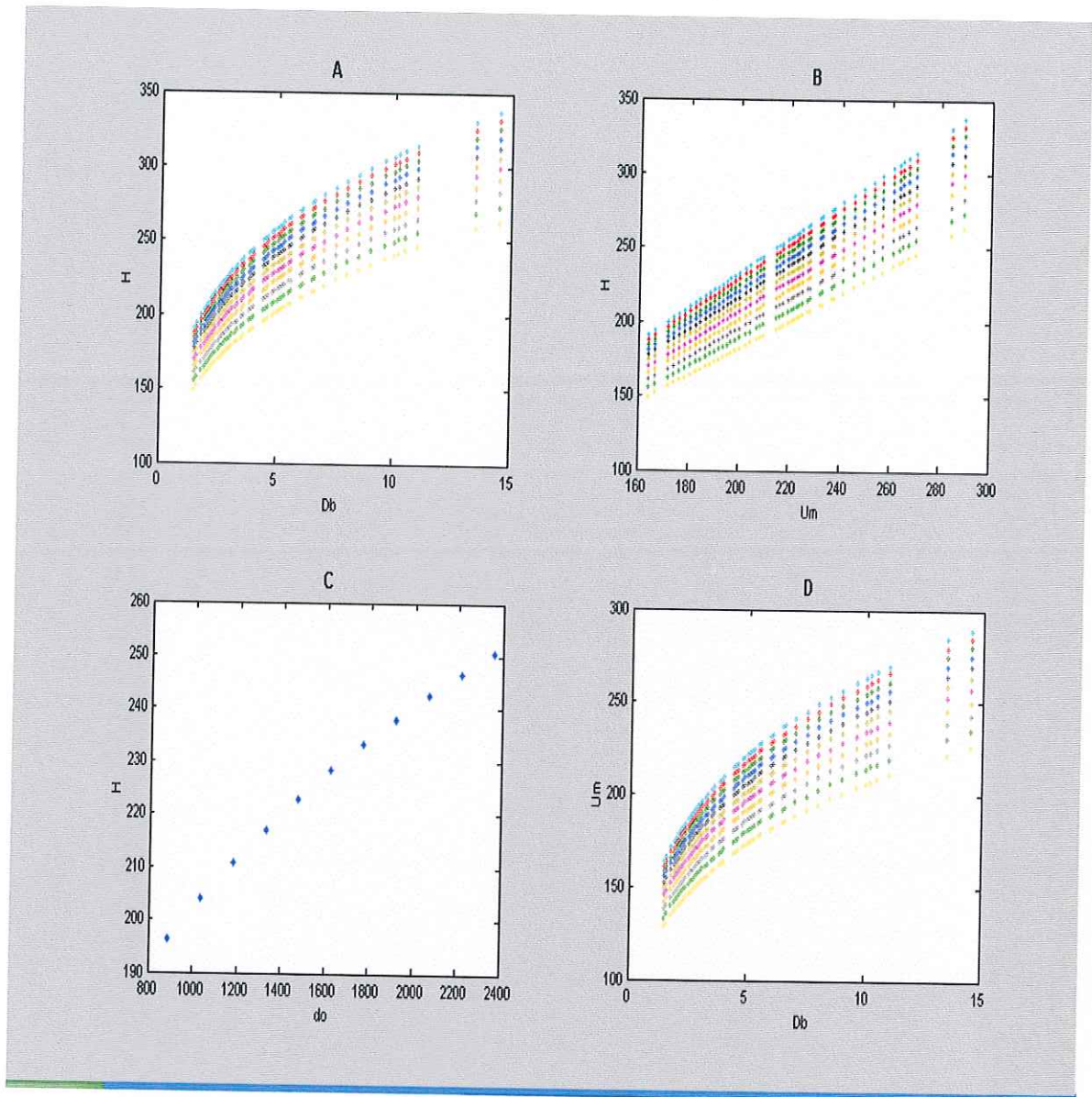


Figura 11. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 1000 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

Tabla V. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 2000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle.

H_f D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	248.92	257.78	266.54	274.5	281.83	288.62	294.97	300.93	306.56	311.89	316.97
2.8	287.3	301.2	311.55	320.86	329.42	337.36	344.78	357.75	358.33	364.57	370.49
3.2	299.77	311.55	322.12	331.75	340.6	348.82	356.49	363.69	370.49	376.94	383.07
4	316.97	329.42	340.6	350.78	360.15	368.83	376.94	384.56	391.75	398.57	405.05
5	335.15	348.32	360.15	370.91	380.81	389.99	398.57	406.62	414.23	421.43	428.29
5.5	343.23	356.72	368.83	379.85	389.99	399.39	408.18	416.43	424.22	431.6	438.62
7.5	370.91	385.48	398.57	410.48	421.43	431.6	441.09	450	458.42	466.39	473.98
14.5	437.36	454.55	468.98	484.02	496.94	508.93	520.12	530.63	540.55	549.96	558.9
d_o	419.39	489.28	559.18	629.08	698.98	768.88	838.78	908.68	978.57	1048.5	1118.4
U_m	139.75	145.24	150.17	154.66	158.79	162.62	166.19	169.55	172.72	175.73	178.59
H_f	325.49	338.28	349.77	360/22	369.83	378.75	387.08	394.91	402.29	409.20	415.95

Para el caso de las figuras 12A, 12B y 12C se observa el mismo comportamiento creciente de la altura con respecto a todos los parámetros, pero los valores de ésta son mucho mayores que en el caso anterior para la figura 8 que corresponde a los 1000 cm de profundidad. Para el caso de la figura 12D, la velocidad friccional también aumenta con respecto al diámetro al igual que en las situaciones anteriores.

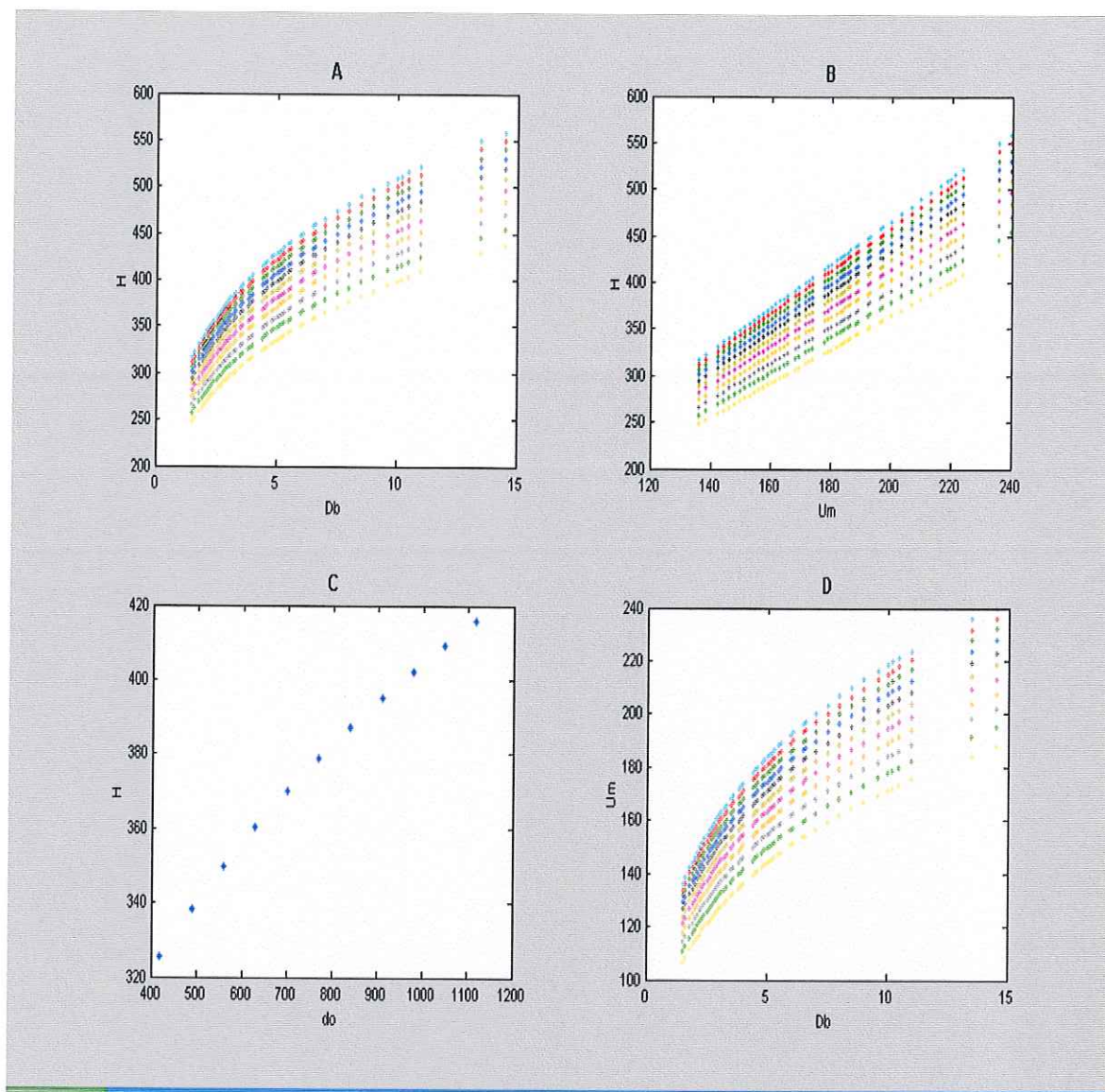


Figura 12. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 2000 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

Los diámetros presentados en las tablas IV, V y VI son los correspondientes a las muestras tomadas en la localidad de El Mangle teniendo como diámetro promedio, 4.81 cm.

El aumento de la altura de las olas con respecto a las profundidades es sumamente marcado, encontrando los valores más grandes de todos los resultados a los 3000 cm de profundidad, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla VI. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 3000 cm de profundidad en el afloramiento El Mangle.

$\frac{H_i}{D_b}$	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	328.87	341.8	353.4	363.96	373.67	382.69	391.1	399.01	406.47	413.54	420.27
2.8	384.41	399.52	413.08	425.42	436.78	425.42	447.31	457.15	466.39	483.38	491.24
3.2	397.46	413.08	427.1	439.87	451.61	462.5	472.67	482.22	491.24	499.78	507.91
4	420.27	436.78	451.61	465.1	477.52	489.03	499.78	509.89	519.42	528.46	537.05
5	444.38	461.84	477.52	491.79	504.91	517.09	528.46	539.14	549.22	558.78	567.87
5.5	455.09	472.97	489.03	503.64	517.09	529.56	541.20	552.14	562.47	572.25	581.56
7.5	491.79	511.11	528.46	544.25	558.78	572.25	584.84	596.66	607.81	618.39	628.45
14.5	579.9	602.68	623.14	641.76	658.89	674.78	689.62	703.56	716.72	729.19	741.05
d_o	256.02	289.69	341.36	384.04	426.71	469.38	512.05	554.72	597.72	640.06	682.73
U_m	123.53	128.38	132.74	136.71	140.36	143.74	146.9	149.87	152.68	155.33	157.86
H_r	431.57	448.53	463.76	477.61	490.36	502.19	513.23	523.6	533.4	542.68	551.5

Por último, en el caso de la figura 13 se conserva el mismo comportamiento creciente de la altura con respecto a todos los parámetros. En la figura 13A se observa que el rango de alturas de ola con respecto al diámetro es mucho mayor que en los casos

anteriores para los 1000 y 2000 cm de profundidad, por lo que el efecto del tamaño de los clastos es más notorio en los resultados obtenidos para 3000 cm.

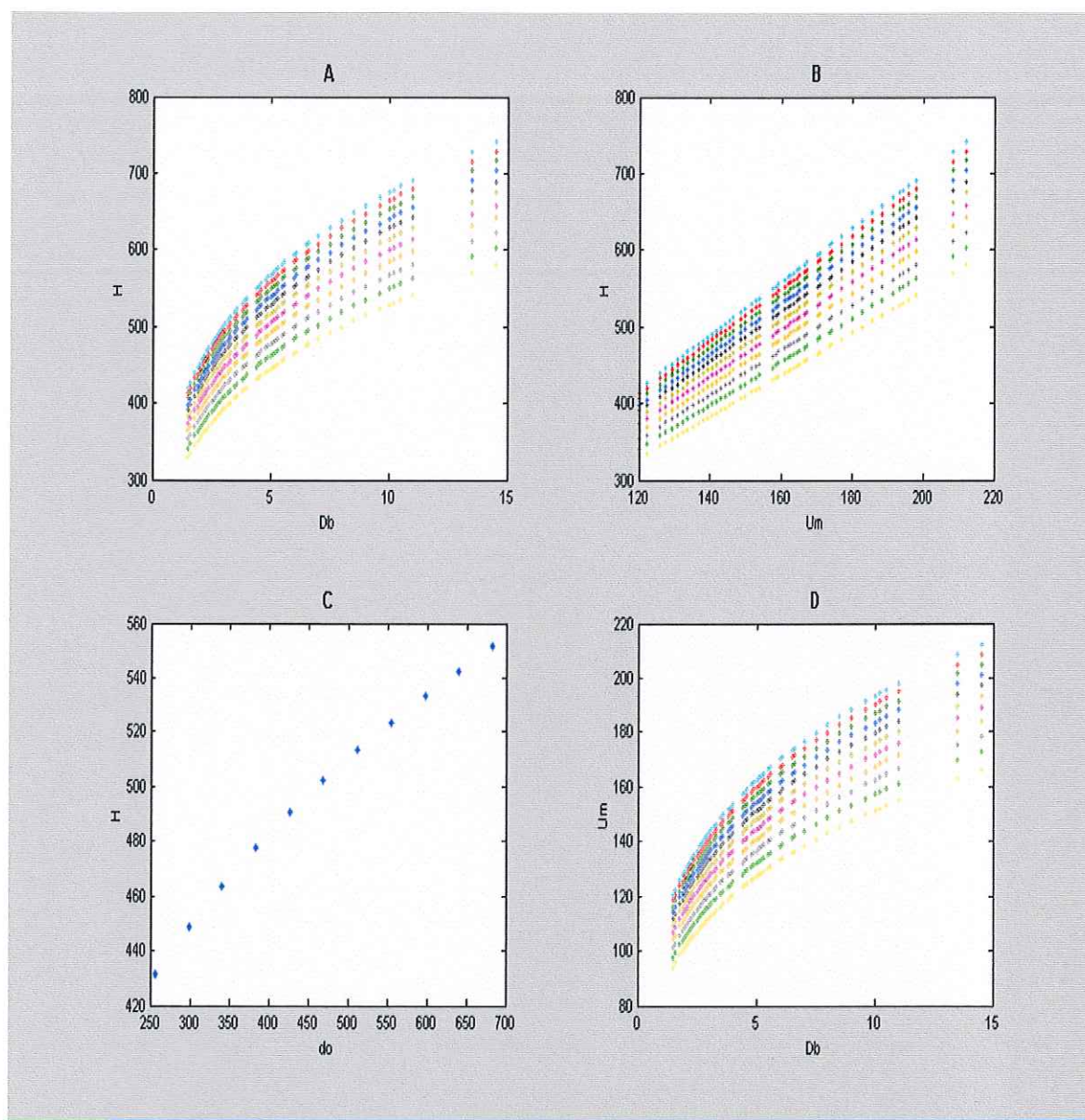


Figura 13. A) Relación D_b (cm) con H (cm) para 3000 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400;

verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

B) Modelo para flujo turbulento

Para obtener los resultados aplicando el modelo para flujo turbulento, se utilizaron los mismos datos para ambos afloramientos que para el modelo anterior, la única variante fueron las fórmulas utilizadas. Esto se hizo con la finalidad de poder comparar la efectividad de ambos modelos. Se observa que los resultados de alturas de ola obtenidos tanto para el Arroyo La Zorra, como para El Mangle son mayores que los obtenidos para flujo laminar.

Arroyo La Zorra (San Nicolás)

En la tabla VII se presentan los valores de altura de ola representativos obtenidos para el afloramiento de San Nicolás, utilizando una paleoprofundidad de 500 cm. Al igual que en la tabla I para el modelo laminar, debido a la gran cantidad de muestras que se tomaron en este afloramiento (60) resulta poco práctico mostrarlos todos en tablas, por ello, se eligieron 7 valores representativos de H obtenidos para cada H_i con sus respectivos diámetros. En la misma tabla se presentan las H promedio de la totalidad de datos para cada

H_i y estos valores promedio se representan como H_t , así mismo se presentan parámetros físicos d_o y U_m , obtenidos también para cada H_i .

Como se muestra en la tabla VII, los valores de todos los parámetros aumentan conforme aumentan las H_i . Se observa también que las H_t dependen del tamaño de los clastos, aumentando cuando los diámetros se incrementan.

Los valores de U_m que se presentan en esta tabla son promedio de los valores obtenidos para cada D_b y para cada H_i , por lo que aquí no se observa su dependencia con respecto al tamaño de los clastos, lo cual se observa más adelante en la figura 14.

Tabla VII. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 500 cm de profundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
12	176.63	180.06	183.09	185.81	188.27	190.53	192.61	194.55	196.36	198.06	199.67
14.5	189.62	193.31	196.56	199.48	202.12	204.54	206.78	208.86	210.8	212.63	214.35
16	196.75	200.58	203.95	206.98	209.72	212.24	214.56	216.71	218.73	220.63	222.41
18	205.63	209.63	213.16	216.32	219.19	221.82	224.45	226.5	228.61	230.59	232.46
19.5	211.9	216.02	219.66	222.92	225.87	228.58	231.08	233.4	235.57	237.61	339.54
22	221.71	226.02	229.82	233.23	236.32	239.16	241.77	244.2	246.48	248.61	250.62
35	263.87	269.01	273.53	277.59	281.27	284.64	287.76	290.65	293.35	295.9	298.29
d_o	1795.8	2095	2394.3	2693.6	2992.2	3292.2	3591.5	3890.8	4190.1	4489.4	4788.7
U_m	355.61	362.53	368.63	374.1	379.06	383.6	387.8	391.7	395.34	398.77	402
H_p	204.06	211.08	214.64	217.82	220.71	223.35	225.8	228.07	230.19	232.18	234.06

En la figura 14A se observa la relación del diámetro con la altura de la ola para cada H_i representadas en series de diferentes colores. Al igual que en la tabla anterior, H

aumenta para cada H_i , presentándose los valores más chicos de H para 300 cm de H_i con el color amarillo y los mayores, correspondientes a 800 cm con el color aqua. Así mismo, todas las series muestran un incremento de la altura entre mayor es el tamaño de los clastos. Esta tendencia se estabiliza entre mayores son los diámetros.

En la figura 14B se observa cómo H es mayor conforme aumenta U_m . En este caso también se presenta la relación en series para cada H_i .

En la figura 14C se muestra la variación de los promedios H_f de las alturas para cada H_i con respecto a d_o y se observa que las alturas promedio aumentan conforme el diámetro orbital de la ola es mayor.

Como se mencionó anteriormente, en la figura 14D se observa una relación que no se presenta en la tabla VII debido a que los valores de U_m ahí utilizados son promedios y no son los obtenidos para cada D_b . La figura muestra cómo la velocidad friccional se incrementa entre mayor es el tamaño de los clastos. Los resultados graficados están, como en las figuras 14A y 14B, divididos en series correspondientes a cada H_i .

En la tabla VIII se presentan las H representativas calculadas para D_b presentadas en series correspondientes a cada H_i . Se muestran también sus promedios H_f así como la U_m y d_o obtenidos para una paleoprofundidad de 850 cm en el afloramiento del arroyo La Zorra. El comportamiento de los parámetros es el mismo que el presentado en la tabla anterior, todos se incrementan con respecto H_i . La H aumenta conforme los clastos son de mayor tamaño. Los valores de las H son mayores para este caso que para el anterior aunque U_m y d_o disminuyen, lo que significa que las alturas de ola se incrementan conforme la paleoprofundidad es mayor, al contrario que la velocidad y el diámetro orbital.

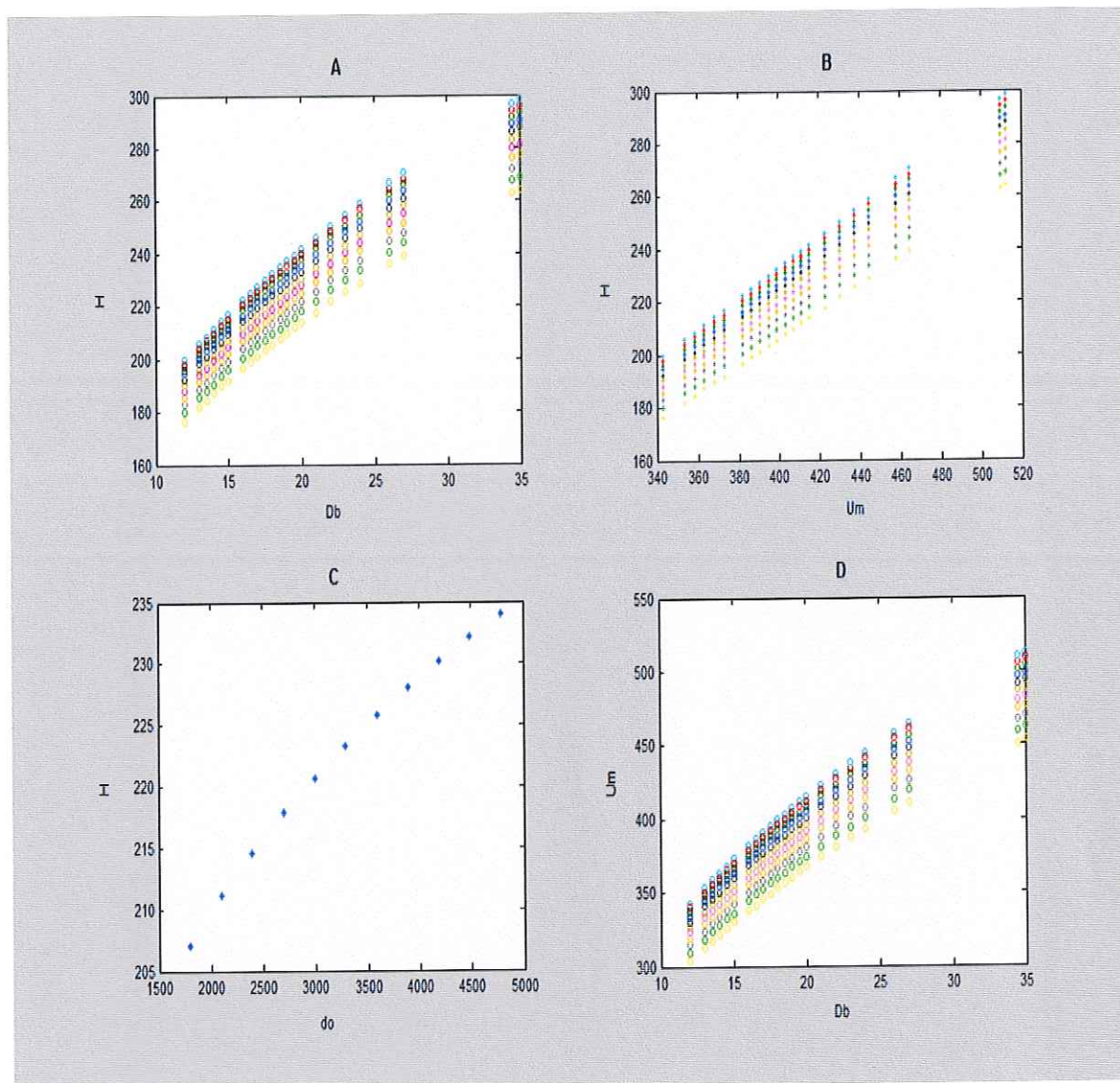


Figura 14. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 500 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

Tabla VIII. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 850 cm de profundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
12	280.69	286.16	290.97	295.29	299.2	302.79	306.1	309.18	312.06	314.76	317.31
14.5	301.34	303.19	312.37	317.01	321.21	325.06	328.61	331.92	335.01	337.91	340.64
16	312.67	318.75	324.12	328.93	333.29	337.28	340.97	344.4	347.6	350.61	353.45
18	326.79	333.15	338.76	343.78	348.34	352.57	356.37	359.95	363.3	366.45	369.42
19.5	336.75	339.97	349.08	354.26	358.95	363.25	367.23	370.92	374.37	377.61	380.67
22	352.33	359.19	365.23	370.65	375.56	380.06	384.22	388.08	391.7	395.09	398.29
35	419.24	427.5	434.7	491.14	446.99	452.35	457.3	461.9	466.19	470.23	474.04
d_o	1047.2	1221.7	1396.3	1570.8	1745.3	1919.9	2094.4	2268.9	2443.5	2618	2792.5
U_m	332.43	338.9	344.6	349.71	354.35	358.59	362.52	366.16	369.57	372.77	375.79
H_p	329.05	355.45	341.1	346.16	350.75	354.95	358.83	362.44	365.82	368.98	371.97

En la figura 15 se observa el mismo comportamiento en todas las relaciones presentadas que en la figura 14, pero con valores mayores de altura y menores de velocidad friccional. En la figura 15A se observa que H depende de D_b , incrementándose ambos. En la figura 15B se muestra el aumento de H con respecto a U_m , aunque la tendencia es la misma que en la figura 14B, la pendiente es mayor debido a que las alturas aumentaron y la velocidad disminuyó. En la figura 15C, la H_f se incrementa con respecto a d_o y por último en la figura 15D, la U_m aumenta entre mayor es D_b .

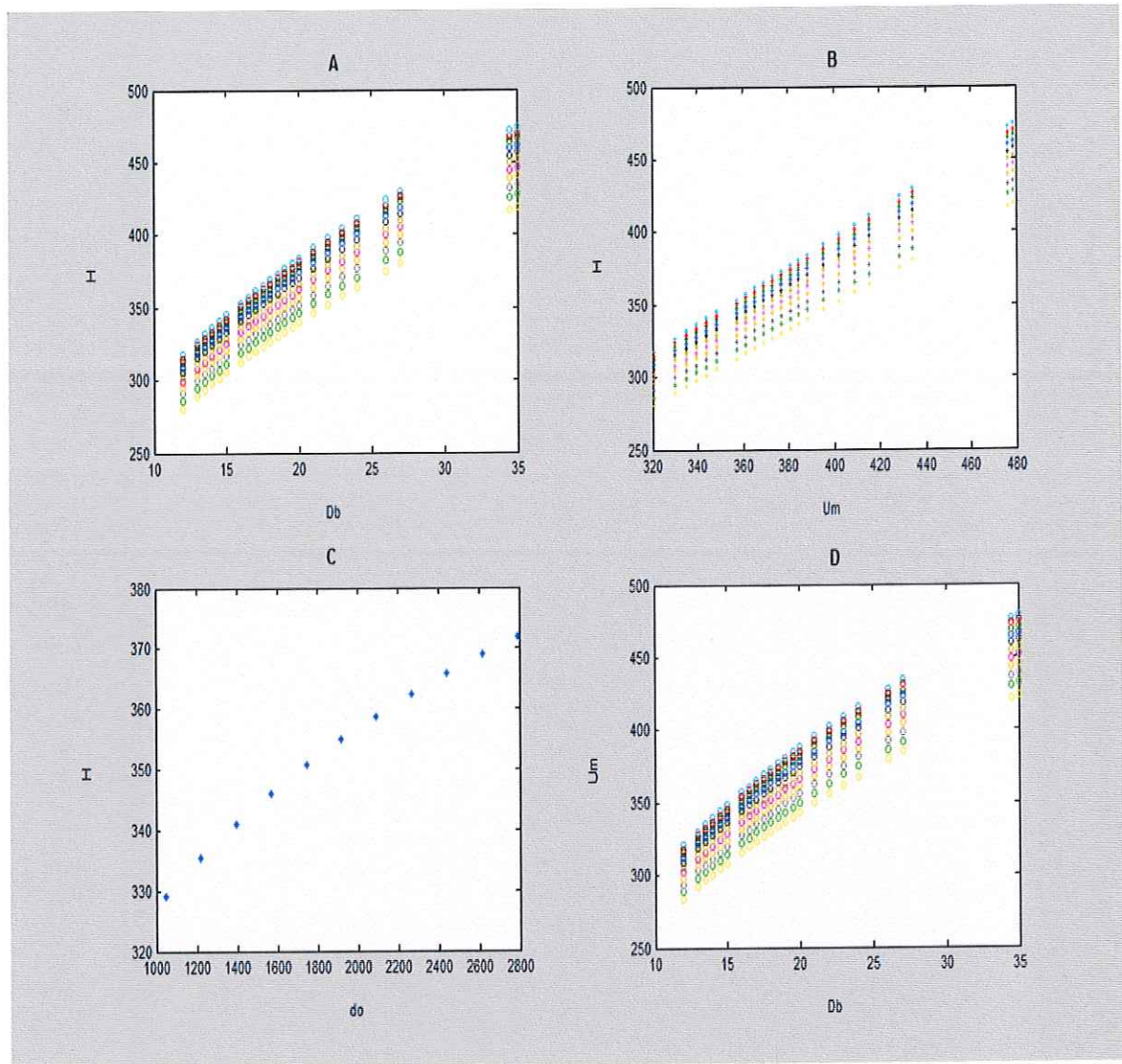


Figura 15. A) Relación de D_b (cm) con H (cm) para 850 cm. Donde cada color representa una H_f (cm), agua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

En la tabla IX se presentan los valores de los parámetros físicos y alturas de oleaje para 1200 cm de paleoprofundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra. Se observa que

los valores de H son mayores para 1200 cm que para 850 y 500 cm, aunque U_m disminuye al igual que el d_o . H se incrementa conforme aumenta D_b .

Tabla IX. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1200 cm de profundidad en el afloramiento del arroyo La Zorra.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
12	378.94	386.31	392.81	398.64	403.92	408.76	413.23	417.39	421.27	424.92	418.36
14.5	406.8	414.72	421.7	427.95	433.63	438.83	443.62	448.09	452.26	456.17	459.87
16	422.1	430.32	437.56	444.05	449.93	455.33	460.31	464.94	469.26	473.33	477.16
18	441.16	449.75	457.32	464.1	470.25	475.89	481.09	485.93	490.45	494.7	498.71
19.5	454.61	463.45	471.25	478.24	484.18	490.39	495.75	500.74	505.4	509.78	513.91
22	475.64	484.9	493.06	500.37	507.01	513.08	518.69	523.91	528.79	533.37	537.69
35	566.11	577.12	586.84	595.54	603.44	610.67	617.35	623.55	629.36	634.81	639.95
d_o	732.09	854.1	976.12	1098.1	1220.2	1342.2	1464.2	1586.2	1708.2	1830.2	1952.2
U_m	317.88	324.07	329.52	334.41	338.84	342.9	346.65	350.14	353.4	356.6	359.34
H_p	444.22	452.86	460.48	467.31	473.51	479.18	484.42	489.29	493.85	498.12	502.16

En las figuras 16A, 16B, 16C y 16D se observa el mismo comportamiento en todos los gráficos que en los anteriores para 500 y 850 cm, en este caso las alturas presentan un marcado incremento, alcanzando valores de casi 650 cm. H se incrementa en forma directamente proporcional a D_b , U_m y d_o . Es importante mencionar que en el caso de la figura 10C, los valores de H utilizados son los promedios de cada serie obtenidos para cada H_i y graficados contra sus respectivos d_o . Es decir, se graficó d_o contra la H_F , mostrada en la tabla IX como en las otras para cada caso.

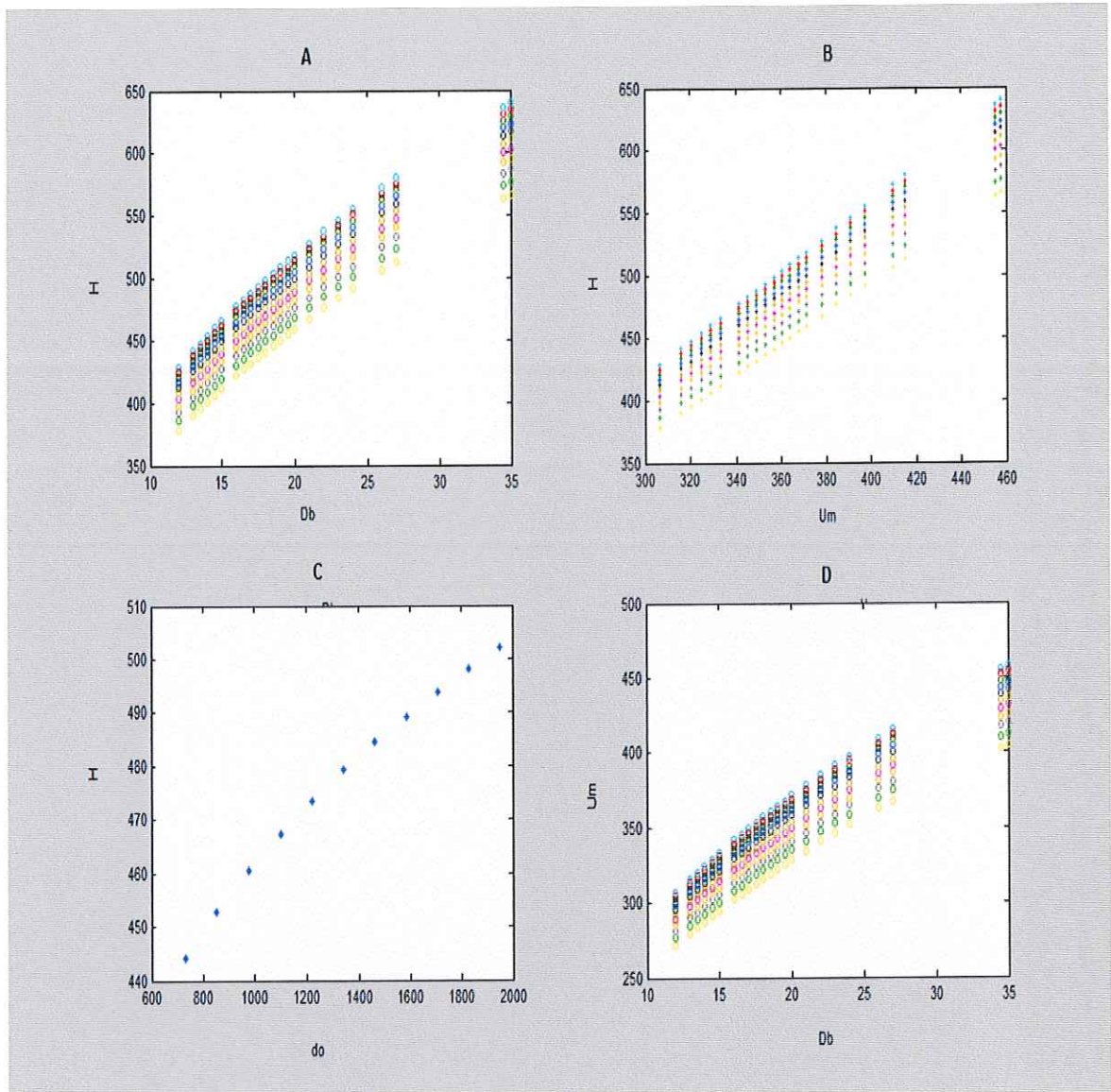


Figura 16. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 1200 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

El Mangle

Para este afloramiento se utilizó un periodo representativo de 11 segundos y paleopropundidades de 1000, 2000 y 3000 cm, como se muestra en las tablas X, XI y XII donde se resumen los valores de H y parámetros físicos obtenidos para cada situación como d_o , U_m promedio para cada H_i y H_f promedio para cada H_i . El comportamiento de dichos valores es el mismo en los tres casos, la altura aumenta con respecto al diámetro y a la velocidad friccional, y el diámetro orbital es mayor conforme la altura inicial de la ola es mayor.

En este rango de profundidades se pueden encontrar situaciones muy distintas, el efecto de la paleopropundidad en los cálculos se manifiesta en todos los parámetros, el diámetro orbital promedio para cada altura inicial propuesta disminuye conforme la paleopropundidad aumenta, al igual que la velocidad friccional, es decir, los valores mayores de estos parámetros se encuentran en la siguiente tabla, que corresponde a los 1000 cm, mientras que las alturas de ola aumentan proporcionalmente a la profundidad, encontrando los mayores valores a los 3000 cm en la tabla XII.

En el caso del afloramiento de El Mangle, a 1000 cm de profundidad, la figura 17 muestra cómo H aumenta cuando aumenta D_b , así como el incremento de la primera con respecto a U_m y el d_o . Por su parte, U_m se incrementa conforme d_o es mayor.

Tabla X. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 1000 cm de profundidad en afloramiento de El Mangle.

$\frac{H_i}{D_b}$	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	148.27	151.15	153.7	155.98	158.05	159.94	161.69	163.62	164.84	166.26	167.61
2.8	187.37	191.02	194.23	197.11	199.73	202.12	204.33	206.39	208.31	210.11	211.81
3.2	196.99	200.83	204.21	207.24	209.98	212.5	214.82	216.98	219	220.9	222.69
4	214.19	218.35	222.03	225.32	228.31	231.05	233.57	235.92	238.12	240.18	242.13
5	232.88	237.41	241.41	244.99	248.24	251.21	253.96	256.52	258.9	261.14	263.26
5.5	241.36	246.05	250.19	253.9	257.27	260.35	263.2	25.85	268.32	270.65	272.84
7.5	271.13	276.4	281.05	285.22	289	292.47	295.67	298.64	301.42	304.03	306.49
14.5	347.17	353.92	359.58	365.22	370.06	374.49	378.59	382.4	385.95	389.3	392.45
d_o	885.6	1033.2	1180.8	1328.4	1476	1623.6	1771.2	1918.8	2066.4	2214	2361.6
U_m	192.33	196.07	199.37	202.33	205.01	207.47	209.74	211.84	213.82	215.67	217.41
H_p	223.97	228.33	232.17	235.62	238.74	241.6	244.24	246.7	248.99	251.15	253.19

A pesar de que las relaciones presentadas en dicha figura mantienen el mismo comportamiento que en las gráficas anteriores, se aprecia un marcado incremento en las pendientes en las figuras 17A y 17D debido a que D_b disminuye considerablemente en este afloramiento, mientras que los valores de H son mayores que los obtenidos para los mismos casos pero con el modelo para flujo laminar. Por su parte, se observa que en la figura 17B, la pendiente también se incrementa debido a que los valores de H son mayores mientras que U_m es ligeramente menor.

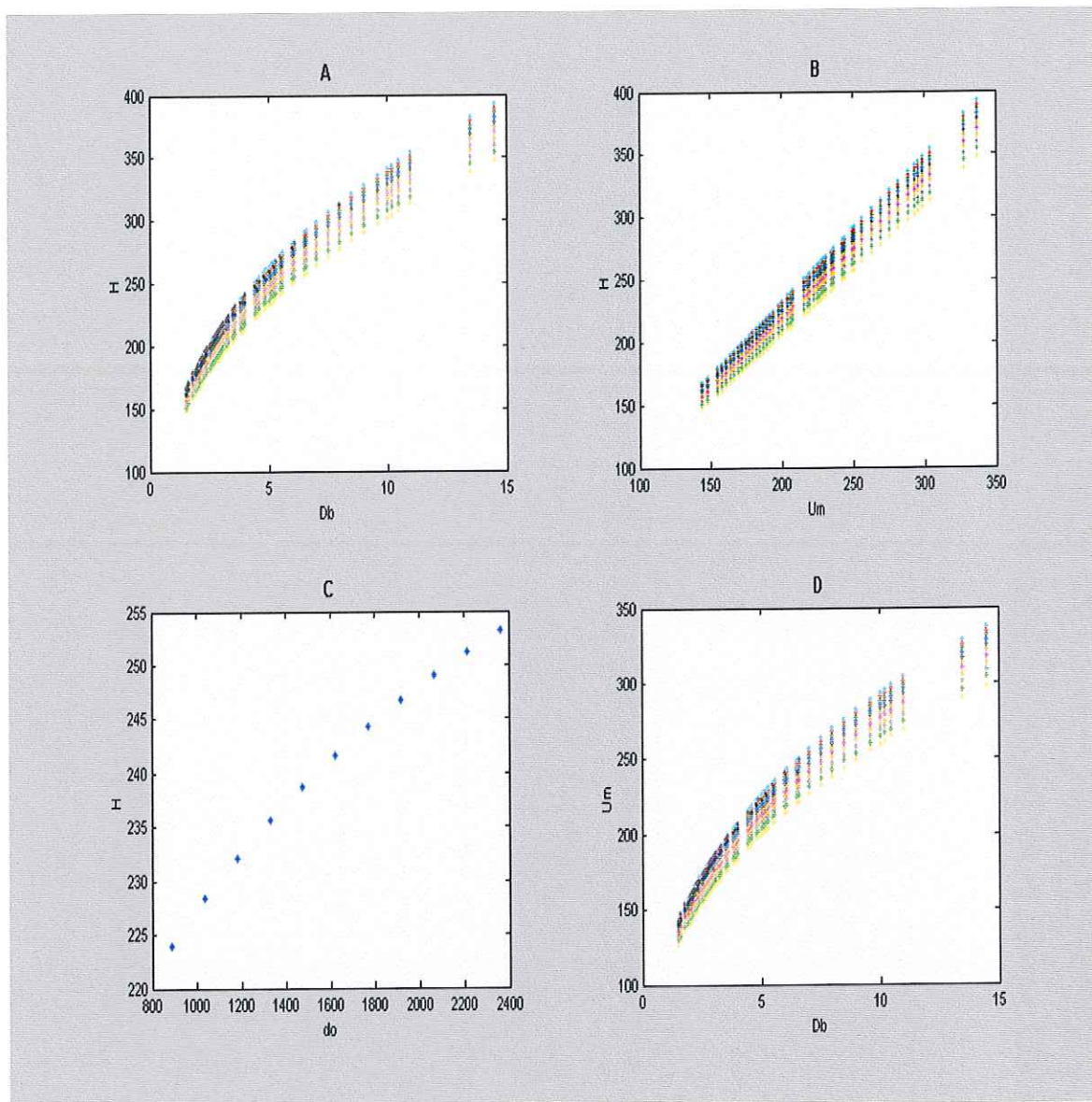


Figura 17. A) Relación de D_b (cm) con H (cm) para 1000 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; B) Relación de U_m (cm/s) con H ; C) Relación de d_o (cm) con H_f (cm); D) Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

En la tabla XI se presentan los valores de H calculados para cada H_i a 2000 cm de paleoprofundidad en el afloramiento El Mangle, así como sus promedios H_f . Se muestran también los parámetros físicos U_m y d_o . H aumenta conforme D_b es mayor, y aumenta también con respecto a H_i , al igual que la velocidad friccional y el diámetro orbital. Por su parte, las alturas a 2000 cm son mayores que a 1000 cm de profundidad, al contrario que U_m y el d_o que disminuyen con respecto a ésta.

En el caso de los datos de H y D_b correspondientes al afloramiento El Mangle en sus tres profundidades, es decir en las tablas X, XI y XII, se eligieron 8 valores de altura representativos con sus respectivos tamaños de clastos debido a que el total de muestras tomadas en esta localidad fue de 134, por lo que no es posible mostrarlos en su totalidad en los resultados, pero las series de datos completas se pueden consultar en anexos donde además se marcaron cuáles fueron los valores utilizados para estas tablas.

Tabla XI. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 2000 cm de profundidad en el afloramiento de El Mangle.

H_i D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	270.09	275.35	279.98	284.13	287.9	291.35	294.54	297.5	300.27	302.87	305.32
2.8	341.32	347.96	353.82	359.07	363.83	368.19	372.21	375.96	379.45	382.74	385.84
3.2	358.85	365.83	371.99	377.5	382.51	387.09	391.33	395.26	398.94	402.39	405.65
4	390.17	397.76	404.45	410.45	415.89	420.88	425.48	429.76	433.76	437.52	441.06
5	424.22	432.47	439.75	446.28	452.19	457.61	462.62	467.27	471.62	475.7	479.56
5.5	439.66	448.21	455.76	462.52	468.65	474.26	479.45	484.27	488.78	493.01	497.01
7.5	493.89	503.5	511.97	519.56	526.45	532.76	538.59	544	549.07	553.82	558.31
14.5	632.4	644.71	655.56	665.28	674.1	682.18	689.64	696.57	703.06	709.15	714.89
d_o	419.39	489.28	559.18	629.08	698.98	768.88	838.78	908.68	978.57	1048.5	1118.4
U_m	175.17	178.58	181.59	184.28	186.72	188.96	191.03	192.95	194.74	196.43	198.02
H_p	404.99	415.93	422.93	429.2	434.85	440.1	444.92	449.39	453.57	457.5	461.21

En la figura 18A se puede observar el marcado incremento que presenta H a 2000 cm de profundidad con respecto a 1000 cm, alcanzando en este caso valores de más de 700 cm. A pesar de que el rango de tamaños de los clastos es limitado, de 1 a 15 cm aproximadamente, la variación en H es muy notable, incrementándose ésta conforme aumenta D_b . En la figura 18B se presenta el incremento de H con respecto a U_m , esta curva presenta una mayor pendiente que la correspondiente a la figura 17B. En la figura 18C d_o muestra una relación directamente proporcional H , incrementándose ambos. Por último, en la figura 18D, U_m aumenta conforme D_b es mayor. Al compararla con la figura 17D, U_m disminuye pues aumenta la paleoprofundidad.

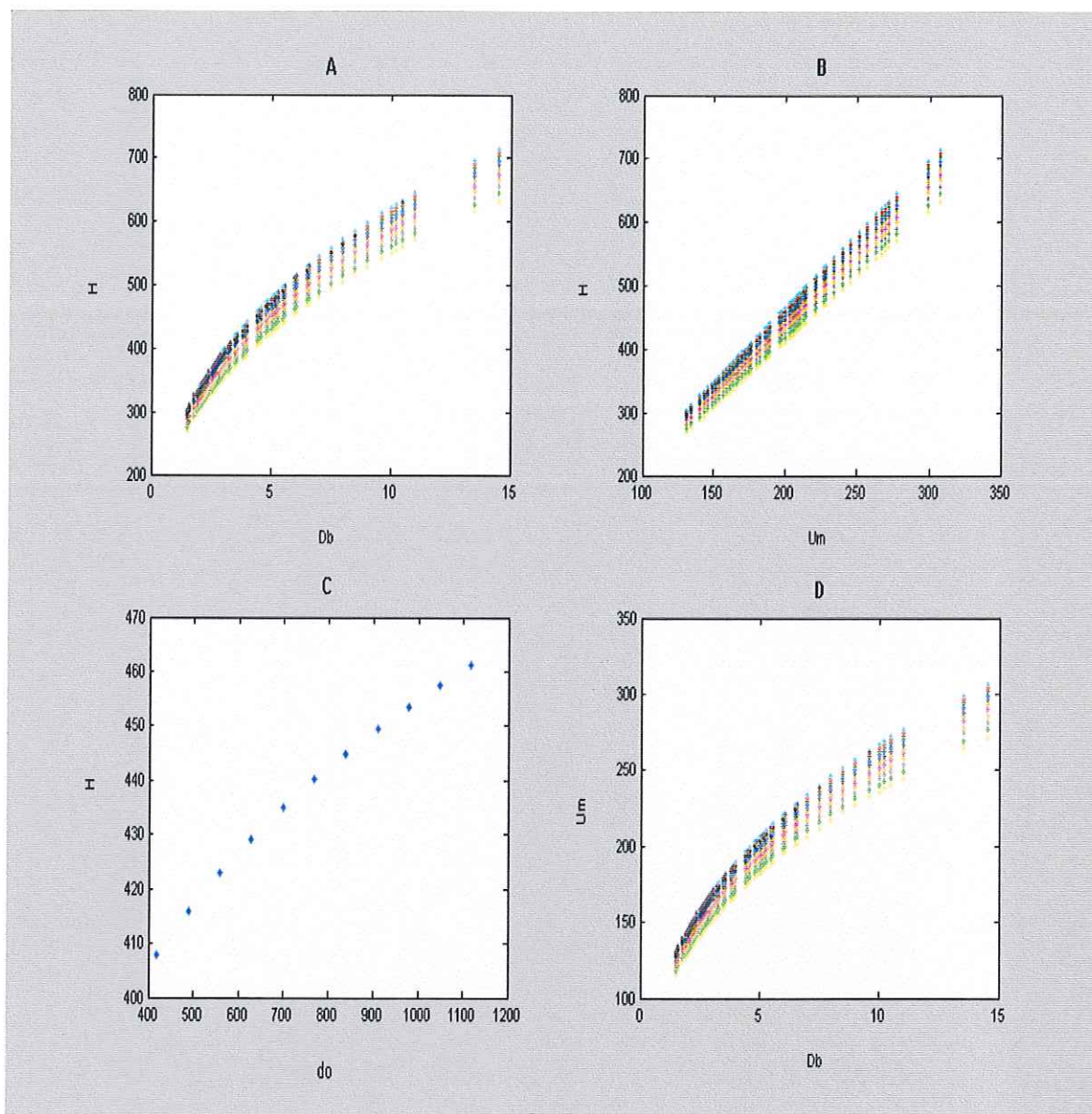


Figura 18. A) Relación de D_b (cm) con H (cm) para 2000 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación de U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

En la tabla XII se presentan los valores de los parámetros físicos y alturas de oleaje correspondientes al afloramiento el Mangle a 3000 cm de paleoprofundidad. En esta tabla se encuentran los mayores valores de H obtenidos en los resultados para ambos afloramientos así como para los dos modelos, flujo turbulento y flujo laminar. La razón de esto se discutirá más adelante.

Tabla XII. Valores de los parámetros físicos y altura del oleaje a 3000 cm de profundidad en el afloramiento El Mangle.

H_f D_b	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	380.9	388.31	394.85	400.7	406.02	410.88	415.38	419.55	426.46	427.13	430.58
2.8	481.35	490.72	498.98	506.38	513.09	519.24	524.92	530.2	535.13	539.77	544.14
3.2	506.07	515.92	524.6	532.38	539.44	545.9	551.87	557.42	562.61	567.48	572.08
4	550.24	560.95	570.39	578.85	586.52	593.55	600.04	606.08	611.72	617.01	622.01
5	598.27	609.9	620.17	629.37	637.71	645.36	652.41	658.97	665.11	670.87	676.3
5.5	620.03	632.1	642.74	652.27	660.92	668.84	676.15	682.95	689.11	695.28	700.91
7.5	696.52	710.06	722.01	732.72	742.44	751.34	759.55	767.19	774.33	781.04	787.36
14.5	891.85	909.21	924.51	938.22	950.66	962.05	972.57	982.35	991.5	1000.08	1008.19
d_o	256.02	289.69	341.36	384.04	426.71	469.38	512.05	554.72	597.72	640.06	682.73
U_m	164.69	167.9	170.72	173.25	175.55	177.65	179.6	181.4	183.09	184.68	186.17
H_p	575.37	586.57	596.44	605.29	613.31	620.66	627.45	633.76	639.66	645.2	650.42

En la figura 19A se observa el aumento de H con respecto a D_b encontrando valores de más de 1000 cm, los mayores de todos los resultados, como se dijo anteriormente. En la figura 19B se muestra el incremento de H con respecto a U_m , presentando la mayor pendiente de todas las gráficas que muestran esta relación. Como se muestra en la figura 19C, H_f aumenta cuando se incrementa d_o al igual que en los casos anteriores,

presentándose el menor valor de las tres profundidades en este afloramiento para flujo turbulento. Por último, en la figura 19D se muestra el aumento de U_m cuando se incrementa D_b . Como ya se mencionó, esta relación no es posible apreciarla en las tablas debido a que en éstas sólo se presentan los promedios de las velocidades friccionales para cada H_i y no los correspondientes a cada D_b .

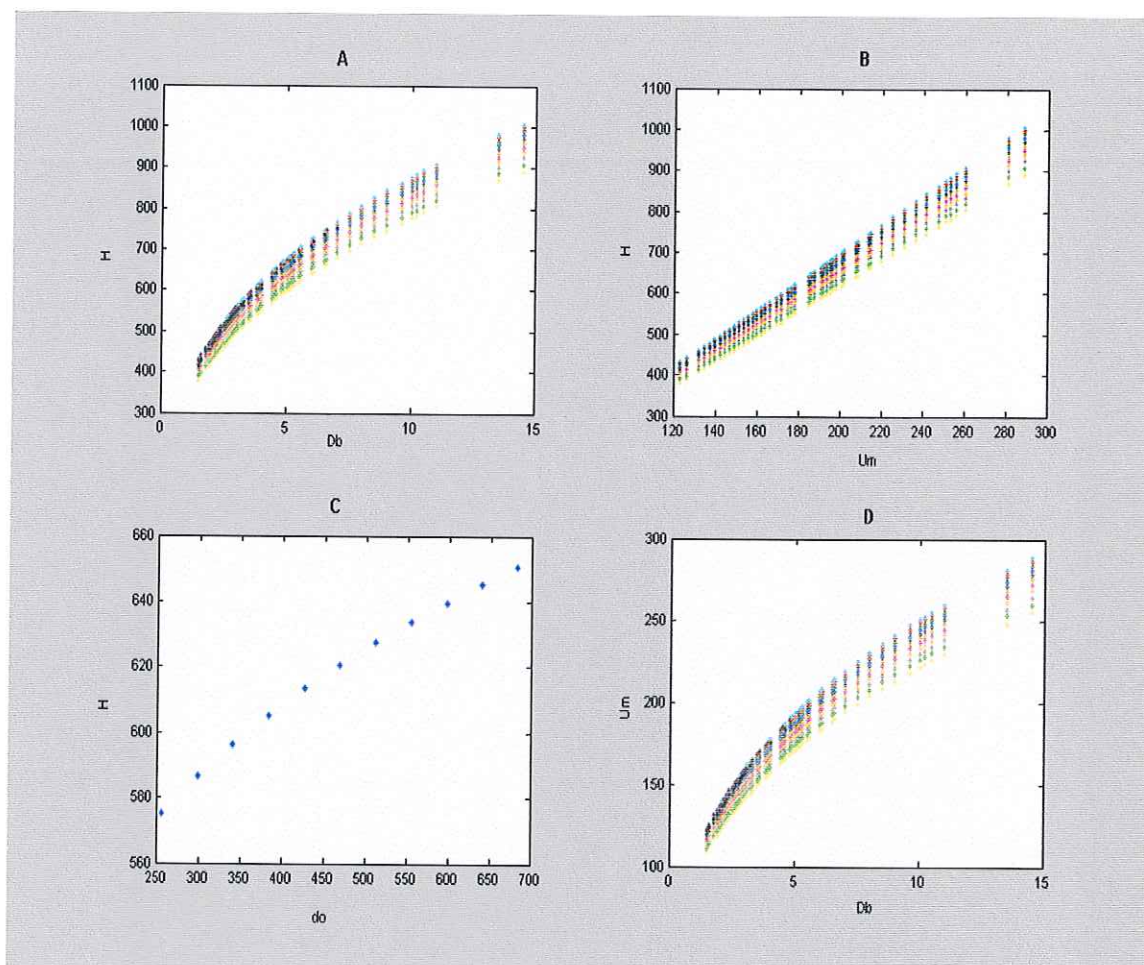


Figura 19. **A)** Relación de D_b (cm) con H (cm) para 3000 cm. Donde cada color representa una H_i (cm), aqua, 800; rojo, 750; verde oscuro, 700; azul, 650; negro, 600; mostaza, 550; lila, 500; naranja, 450; gris, 400; verde claro, 350 y amarillo, 300; **B)** Relación U_m (cm/s) con H ; **C)** Relación de d_o (cm) con H_f (cm); **D)** Relación de U_m (cm/s) con D_b (cm).

DISCUSIONES

Validez del modelo

El modelo de inicio de transporte de sedimentos que se utilizó en este estudio se escogió como segunda opción debido a que originalmente se aplicaría la adaptación del modelo de inicio de transporte de sedimentos de Komar y Li (1988) hecha por Morteo (1993) que involucra tanto las fuerzas relacionadas con el movimiento del sedimento como las características del depósito, lo que en teoría, arrojaría mejores resultados por tomar en cuenta la mayor parte de las variables que influyen en el transporte de sedimentos por oleaje generado durante un evento de tormenta. Sin embargo, este modelo presenta una grave deficiencia, la cual consiste en calcular la velocidad friccional (U_m) despejándola a partir de la definición del parámetro adimensional de Shields que incluye densidades del sedimento y del fluido, gravedad y diámetro del clasto, pero que no toma en cuenta la profundidad, esto implica que todos los resultados de U_m sean iguales independientemente de la profundidad con la que se hagan los cálculos, lo cual es imposible en la realidad debido a que la U_m depende de la profundidad.

Dado que lo que se estudia en el presente trabajo es el efecto de las olas en el sedimento, es imperativo tomar en cuenta las características de éstas, de tal forma que el modelo para evaluar el inicio de transporte de sedimentos de Komar y Miller (1973) calcula la velocidad en el fondo como función de la altura de la ola, el período y la profundidad del agua.

En el fondo, debido a los efectos del arrastre, se genera una capa frontera. Esta capa es importante debido a que el inicio del movimiento ocurre dentro de ella. La velocidad friccional es la velocidad del movimiento del agua expresada en un gradiente. Para fines prácticos, el inicio de transporte debe relacionar a D_b con los parámetros d_o , U_m y T .

La deficiencia del modelo de Komar y Miller (1973) consiste en que no toma en cuenta las características del depósito, que para este caso son especialmente importantes ya que se trata de estimar el inicio de movimiento de rodolitos, los cuales, debido a que poseen estructuras altamente ramificadas, tienden a oponer una mayor resistencia al arrastre, exigiendo una mayor altura de ola para que inicie su movimiento, como se observa en la figura 20 donde los rodolitos se “traban” unos con otros debido a sus formas foliosas. Esto lleva a pensar que los resultados obtenidos con el modelo de Komar y Miller (1973) pueden subestimar las verdaderas alturas de ola. Tomando esto en consideración, se puede decir, que a simple vista, los resultados arrojados parecen apropiados.

Como una comparación, se aplicó el modelo para el inicio de transporte de sedimentos de Komar y Li (1988) utilizando los valores de el afloramiento en El Mangle cuyo D_b promedio fue de 4.081 cm, D_{50} (tamaño de la matriz) fue 0.2 cm, T de 11 segundos y h de 1000 cm. Como D_b/D_{50} es 20.4, valor que es menor a 30, estos datos sí entran dentro del rango de aplicabilidad del modelo. Se obtuvo así una altura promedio de ola de 21.4 cm. Este dato es obviamente erróneo pues no sucede en la realidad, y se obtiene debido a que el elevado valor de D_b/D_{50} hace que el valor del parámetro adimensional de Shields (θ_i) disminuya demasiado, como se observa en la figura 4 presentada por Komar y Li (1988), influyendo de esta forma en los resultados de altura de ola H , que para el presente trabajo fue de 220 cm en el caso de flujo laminar y de 240 para flujo turbulento. La

restricción de que D_v/D_{50} sea menor a 30 deja fuera la posibilidad de aplicar dicho modelo a la localidad de San Nicolás.

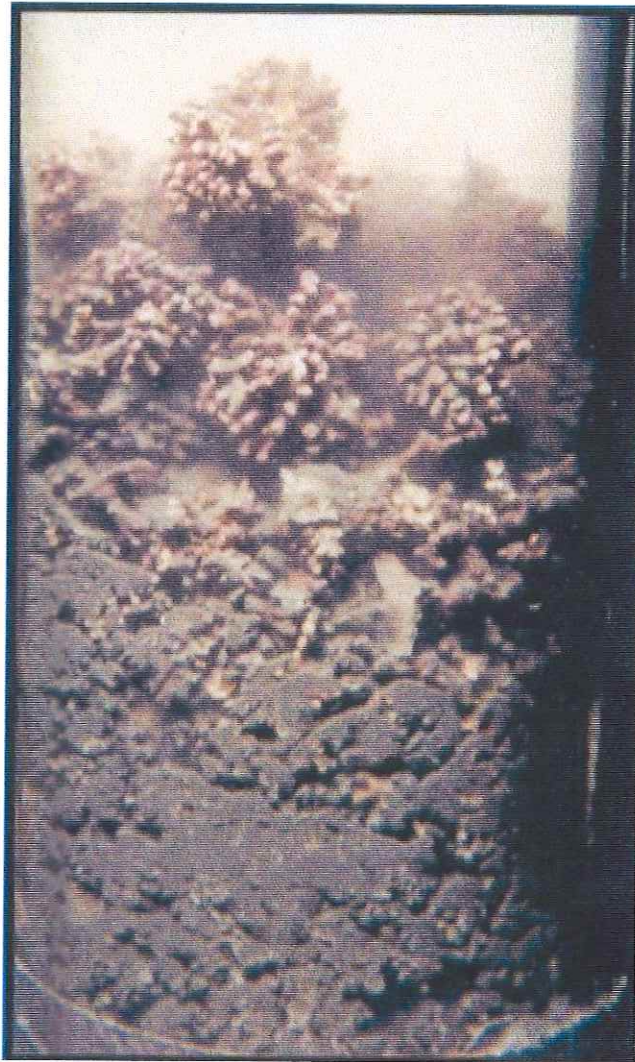


Figura 20. Núcleo tomado en una cama de rodolitos en Bahía Concepción, Baja California Sur, donde se observa la intrincada posición de los rodolitos entre sí (Tomado de Foster, 1997).

Otro factor que apoya la elección realizada del modelo de Komar y Miller (1973) es que éste fue creado específicamente para estudiar el inicio de transporte de sedimentos inducido por oleaje, es decir funciona para flujos oscilatorios, mientras que el modelo de Komar y Li (1988) está evaluado para una corriente unidireccional, e inclusive los mismos Komar y Miller mencionan en un trabajo de 1975 que existe una buena relación entre la curva de Shields para flujos no oscilatorios y algunas mediciones de θ_t bajo flujos oscilatorios pues la aceleración instantánea que produce el paso de las olas no parece ser significativa.

De acuerdo con Dyer (1986), al incrementar la rugosidad en el fondo aumenta la turbulencia, aumentando a su vez el valor de la velocidad de cizalla (U_*) y los gradientes de velocidad en el fondo o velocidad friccional. Este comportamiento se observa en los resultados obtenidos, la velocidad friccional aumenta entre mayor es el tamaño de los clastos, y aunque ésta disminuye invariablemente con la profundidad, esto no parece afectar la relación con la altura de ola y ésta aumenta también no sólo con respecto al diámetro sino también a la profundidad.

De acuerdo con los resultados, la H presenta una clara dependencia con la paleopropfundidad de depositación (h), aumentando al incrementarse la profundidad. Este comportamiento lo reportan Komar y Miller (1974) en la figura 5 de su trabajo, volviéndose aún más marcado dicho incremento entre más grueso es el sedimento. A pesar de que el d_o disminuye con respecto a h , la H crece entre mayor sea el d_o de la ola. De esta misma forma, aunque la H de la ola es mayor entre mayor sea la U_m , ésta disminuye al incrementarse la h debido a que el efecto de las olas va disminuyendo. La H muestra también una dependencia con D_b , aumentando notablemente al introducirse en el modelo

mayores tamaños de clastos. Por su parte, U_m muestra un marcado incremento al aumentar el D_b , lo cual es de esperarse pues entre mayor es el tamaño, mayor velocidad y fuerza se necesita para moverlo, lo cual concuerda con el comportamiento presentado por Komar y Miller (1974) para el modelo en la figura 4, donde grafica la variación de la velocidad orbital en el fondo con respecto al diámetro del grano.

Para analizar el modelo en sus dos variantes: flujo laminar y turbulento, hay que remontarse a las bases de dichas condiciones. Según Komar y Miller (1973), el inicio de transporte de sedimento bajo movimiento oscilatorio se inicia cuando el flujo en la capa frontera es aún laminar si el sedimento es menor a 0.05 cm de diámetro, por el contrario, si es mayor a 0.05, el inicio de transporte se da cuando el flujo en la capa frontera ya es turbulento. El rango de velocidades y tamaños de grano en el que un flujo se vuelve turbulento, puede variar de lo establecido anteriormente debido a que las condiciones físico-químicas en el Golfo de California son especiales por la alta tasa de evaporación y poca precipitación, presentándose así salinidades y densidades más altas que en el Pacífico y los demás grandes océanos. Por esto se decidió analizar las localidades utilizando los modelos para ambos tipos de flujo a pesar de que los diámetros de los clastos utilizados en el presente estudio son mayores que los mencionados por Komar y Miller (1973).

Tomando en cuenta las condiciones bajo las que se presentan ambos tipos de flujos en la capa frontera se entiende que los mayores valores de H se hayan obtenido mediante el modelo para flujo turbulento ya que en inicio dicho modelo está concebido para tamaños mayores, que, en teoría requieren mayor energía para iniciar su movimiento. Los resultados obtenidos con ambos modelos son aceptables aunque varían en magnitud entre sí, presentado sus máximos en la localidad de El Mangle a los 3000 cm de profundidad, con

más de 1000 cm para el caso de flujo turbulento y casi 750 cm para flujo laminar. Es importante mencionar que estos valores corresponden a una altura inicial H_i de 800 cm, y que se hicieron cálculos para una serie de datos desde 300 hasta 800 cm cada 50 cm, por lo que el resultado que tomaremos como válido es el promedio, cuyos valores máximos fueron para la localidad antes mencionada a los 3000 cm de paleoprofundidad de 620.6 m para flujo turbulento y de 502.2 para flujo laminar.

Los diámetros correspondientes a las muestras tomadas en la localidad de El Mangle son menores a los reportados para la localidad de San Nicolás, teniendo como diámetro promedio, 4.81 cm. A pesar de que los clastos muestreados en El Mangle son de menor tamaño, los valores de altura de ola obtenidos para las tres profundidades son muy similares e inclusive mayores a los obtenidos para San Nicolás con clastos de 18.65 cm de diámetro promedio. Además, el aumento de la altura de las olas con respecto a las profundidades es sumamente marcado.

Arroyo La Zorra (San Nicolás)

Johnson y Ledesma-Vázquez (1999) mencionan que cuenca San Nicolás es un área de aproximadamente 45 km² perteneciente al plioceno y reportan estratos en las rampas a 100 m sobre el nivel actual del mar, máximo nivel alcanzado durante la trasgresión correspondiente al plioceno temprano. La evidencia fósil encontrada en el afloramiento del arroyo La Zorra lo sitúa también en esta etapa, lo cual explica que se encuentre a aproximadamente 40 m sobre el nivel del mar. Es de esperarse por las características del depósito que éste sea producto de un evento de tormenta, ya que presenta material muy mal

clasificado con clastos de tamaños grandes de hasta 35 cm de diámetro y en el contacto con el estrato inferior se observan organismos sepultados en posición de vida así como se encuentran también restos de organismos fragmentados entre las rocas del depósito en el estrato muestreado. Así mismo se espera que durante la trasgresión se presenten eventos de tormenta con gran frecuencia.

Debido a que casi no se encuentran granos finos entre las rocas del conglomerado en el estrato muestreado se apoya la validez de los resultados ya que las alturas de ola son tan grandes que no permitirían que se depositaran sedimentos más finos junto con los grandes clastos transportados.

Solamente se muestreó y se discute el estrato C de la columna estratigráfica mostrada en la figura 7 debido a que sólo éste y el correspondiente al pleistoceno pueden ser depósitos de tormenta debido a sus características de tamaño de grano, clasificación, retrabajo, presencia de organismos y rodolitos así como sus contactos, pero este trabajo se limita al período del plioceno, por lo que los datos obtenidos corresponden sólo a esta sección de la columna. Los rodolitos encontrados pertenecen principalmente a la especie *Lithophyllum margaritae* en su forma más foliosa o ramificada, correspondiendo según Marrack (1999) a los encontrados entre los 5 y 12 m de profundidad.

El valor máximo de H se obtuvo para 12 m de paleoprofundidad y fue de 372 cm para flujo laminar y 480 cm para flujo turbulento. Aunque se obtuvieron valores más altos que éstos para dicha localidad y paleoprofundidad, son los correspondientes a la altura inicial H_i máxima de 800 cm, pero los resultados tomados como válidos para este trabajo son los mencionados anteriormente pues son un promedio de los calculados para toda la serie de alturas iniciales.

El Mangle

El depósito muestreado en el afloramiento de El Mangle es una playa de bolsillo actual donde se encontraron gran variedad de sedimentos mal clasificados debido al paso reciente de un huracán. Dado que un huracán es un evento de tormenta, esta situación se aprovechó para obtener las alturas de ola que arrojaron dichos sedimentos a la playa y compararlas con las calculadas para el afloramiento de San Nicolás. Todas las muestras tomadas fueron rodolitos fósiles y vivos. Es probable que dichos rodolitos provengan de mantos localizados en las afueras de la bahía. La principal especie de rodolito encontrada fue *Lithophyllum margaritae* que según Marrack (1999) tiene una morfología sumamente variable, menciona también que las características morfológicas de los especímenes observados en este afloramiento corresponden a los organismos que habitan en profundidades de entre 10 y 30 m, por lo que los valores de paleoprofundidad utilizados quedaron en este rango. Los rodolitos muestreados en la playa de El Mangle presentaban pocas ramificaciones y rodeaban clastos de andesita.

Los mayores valores de altura H de ambos afloramientos fueron los obtenidos para esta localidad a una paleoprofundidad de 30 m. La mayor altura fue de 502.2 cm para flujo laminar y de 620.6 cm para flujo turbulento.

Dado que el afloramiento de El Mangle es una playa actual que justo antes del muestreo había sufrido el embate del huracán Juliette, se pueden comparar las alturas de ola reportadas para la zona durante este evento con las obtenidas en el presente trabajo. No se cuentan con registros de oleaje confiables para la zona durante dicho huracán pero en varias

páginas de Internet (*guardian.co.uk*, *news.bbc.co.uk* y *weather.com*) se reportaron alturas de más de 5 metros. Este dato valida la eficiencia del modelo utilizado.

No se puede establecer la confiabilidad estadística del modelo debido a que los registros de oleaje para la zona durante el huracán Juliette no tienen bases científicas sino que fueron calculados por observación. Se sugieren estudios posteriores para poder determinar el porcentaje de confiabilidad del modelo.

CONCLUSIONES

Los modelos para el inicio de transporte de sedimentos para flujo laminar y para flujo turbulento de Komar y Miller (1973, 1974) pueden ser utilizados para obtener la velocidad máxima en el fondo. Se puede relacionar esta velocidad con la altura de la ola mediante la teoría lineal de Airy pero se deben evaluar cuidadosamente las condiciones del oleaje como período y paleoprofundidad de depositación para asegurar resultados veraces. Al evaluar la misma localidad con ambos modelos se obtienen valores mayores de altura utilizando el modelo para flujo turbulento.

Es válido utilizar rodolitos como clastos para estimar alturas de oleaje en costas rocosas antiguas.

La localidad de El Mangle presentó la mayor altura del oleaje (6.26 m) a 30 m de paleoprofundidad como producto del efecto del huracán Juliette que azotara la zona en septiembre del 2001.

En el afloramiento del arroyo La Zorra en San Nicolás el valor máximo de H (4.8 m) se presentó a 12 m de paleoprofundidad.

REFERENCIAS

- ALLEN, J.R.L. (1979). A Model for the Interpretation of Wave Ripple-Marks Using Their Wavelength, Textural Composition and Shape. *J. Geol. Soc. London*, 136:673-682.
- BAGNOLD, R.A. (1946). Motions of Waves in Shallow Water; Interaction Between Waves and Sand Bottoms. *Proc. Royal Soc. of London*, 187(A):1-15. Clifton, F.G.
- (1976). Wave-Formed Sedimentary Structures. A Conceptual Model. *SEPM*, special Publication 24, Pags. 126-148.
- DYER, K. (1986). *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. John Wiley and Sons, 342 pp.
- EAGLESON P. y Dean, R. (1959). Wave-Induced Motion of the Bottom Sediment Particles. *Beach Processes and Coastal Hydrodynamics*, Fisher, J. and R. Dolan (editores), *Benchmark Papers in Geology*. V. 39, pp. 162-188.
- FOSTER, M.S., Riosmena-Rodríguez, R., Steller, D.L.y Woelkering, W.J. (1997). Living rhodolith beds in the Gulf of California and their implications for paleoenvironmental interpretation. En Johnson, M.E. y Ledesma-Vázquez, J. editors, *Pliocene Carbonates and Related Facies Flanking the Gulf of California*, Baja California, México: Boulder, CO, Geological Society Of America. Special Paper, 318:127-139.
- FOSTER, M. S. (2001). Rhodoliths: Between Rocks and Soft Places. *Journal of Phycology*. V. 37, pp. 659-667.
- HAMMOND, F., Heathershaw A. y Langhorne, D. (1984). A Comparison Between

- Shields Threshold Criterion and the Movement of Loosely Packed Gravel in a Tidal Channel. *Sedimentology*. 31:51-62.
- HARMS, J. (1969). Hydraulic Significance of Some Sand Ripples. *Geology Society of America*, 80: 363-396.
- JOHNSON, M.E. (1992). Studies on Ancient Rocky Shores: A Brief History and Annotated Bibliography. *Journal of Coastal Research*. pp. 797-812.
- JOHNSON, M. E., Backus, D. y Ledesma-Vázquez, J. (2002). El Coloradito Fault and Pliocene Ramp Facies at El Mangle, Baja California Sur: Implications for Transtensional Tectonics in the Gulf of California. En prensa, GSA special paper, in honor of R. Gordon Gastil.
- JOHNSON (1966) en DYER, K. (1988). *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. John Wiley and Sons. New York, USA. 342 p.
- KOMAR, D.P. y Miller, M.C. (1973). The Threshold of Sediment Movement Under Oscillatory Waves. *Journal of Sedimentary Petrology*, 43(4):1101-1110.
- KOMAR, D.P. y Miller, M.C. (1974). On the Comparison Between the Threshold of Sediment Motion Under Waves and Unidirectional Currents With a Discussion of the Practical Evaluation of the Threshold. *Journal of Sedimentary Petrology*, 45:362-367.
- KOMAR, D.P. (1976). *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. 429 p.
- KOMAR, D.P. y Li, Z. (1986). Pivoting Analysis of the Selective Entrainment of Sediments y Shape and Size With Application to Gravel Threshold. *Sedimentology*. 33:425-436.

- KOMAR, D.P. y Li, Z. (1988). Applications of Grain Pivoting and Sliding Analyses to Selective Entrainment of Gravel and to Flow-competence Evaluations. *Sedimentology*. 35:681-695.
- LI, Z. y Komar, D.P. (1992). Selective Entrainment and Transport of Mixed Size and Density Sands: Flume Experiments Simulating the Formation of Black-Sand Placers. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62(4):584-590.
- LEDESMA-VÁZQUEZ, J. y Jonson, M.E. (2001). Miocene-Pleistocene tectono Sedimentary Evolution of Bahía Concepción region, Baja California Sur (México). *Sedimentary Geology* 144, pp. 83-96.
- LÓPEZ-MORTEO, G.A. (1993). Determinación de las Condiciones del Oleaje en las Líneas de Costa Rocosas Antiguas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas.
- MARRACK, E.C. (1999). The Relationship Between Water Motion and Living Rhodolith Beds in the Southwestern Gulf of California, Mexico. *SEPM*. V. 14, pp. 159-171.
- NEBELSICK, J.H. y Kroh, A. (2002). The Stormy Path from Life to Death Assemblages: The Formation and Preservation of Mass Accumulations of Fossil Sand Dollars. *SEPM*. V. 17, pp. 378-393.
- PEREDO, J.J. (1994). Estimación de Oleaje Extremo a Partir del Análisis de Clastos en Costas Rocosas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias Marinas.

REFERENCIAS DE INTERNET

www.weather.com/newscenter.html

www.guardian.co.uk.html

www.news.bbc.co.uk.html

6.5	2.16E+02	2.24E+02	2.32E+02	2.39E+02	2.45E+02	2.51E+02	2.57E+02	2.62E+02	2.67E+02	2.71E+02	2.76E+02
6.5	2.16E+02	2.24E+02	2.32E+02	2.39E+02	2.45E+02	2.51E+02	2.57E+02	2.62E+02	2.67E+02	2.71E+02	2.76E+02
6.5	2.16E+02	2.24E+02	2.32E+02	2.39E+02	2.45E+02	2.51E+02	2.57E+02	2.62E+02	2.67E+02	2.71E+02	2.76E+02
6.6	2.17E+02	2.25E+02	2.33E+02	2.40E+02	2.46E+02	2.52E+02	2.57E+02	2.63E+02	2.68E+02	2.72E+02	2.77E+02
6.6	2.17E+02	2.25E+02	2.33E+02	2.40E+02	2.46E+02	2.52E+02	2.57E+02	2.63E+02	2.68E+02	2.72E+02	2.77E+02
6.6	2.17E+02	2.25E+02	2.33E+02	2.40E+02	2.46E+02	2.52E+02	2.57E+02	2.63E+02	2.68E+02	2.72E+02	2.77E+02
7	2.20E+02	2.28E+02	2.36E+02	2.43E+02	2.50E+02	2.56E+02	2.61E+02	2.67E+02	2.72E+02	2.76E+02	2.81E+02
7	2.20E+02	2.28E+02	2.36E+02	2.43E+02	2.50E+02	2.56E+02	2.61E+02	2.67E+02	2.72E+02	2.76E+02	2.81E+02
7	2.20E+02	2.28E+02	2.36E+02	2.43E+02	2.50E+02	2.56E+02	2.61E+02	2.67E+02	2.72E+02	2.76E+02	2.81E+02
7	2.20E+02	2.28E+02	2.36E+02	2.43E+02	2.50E+02	2.56E+02	2.61E+02	2.67E+02	2.72E+02	2.76E+02	2.81E+02
7.5	2.24E+02	2.32E+02	2.40E+02	2.47E+02	2.54E+02	2.60E+02	2.66E+02	2.71E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.86E+02
7.5	2.24E+02	2.32E+02	2.40E+02	2.47E+02	2.54E+02	2.60E+02	2.66E+02	2.71E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.86E+02
8	2.27E+02	2.36E+02	2.44E+02	2.51E+02	2.58E+02	2.64E+02	2.70E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.86E+02	2.90E+02
8	2.27E+02	2.36E+02	2.44E+02	2.51E+02	2.58E+02	2.64E+02	2.70E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.86E+02	2.90E+02
8	2.27E+02	2.36E+02	2.44E+02	2.51E+02	2.58E+02	2.64E+02	2.70E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.86E+02	2.90E+02
8.5	2.31E+02	2.40E+02	2.48E+02	2.55E+02	2.62E+02	2.68E+02	2.74E+02	2.80E+02	2.85E+02	2.90E+02	2.95E+02
8.5	2.31E+02	2.40E+02	2.48E+02	2.55E+02	2.62E+02	2.68E+02	2.74E+02	2.80E+02	2.85E+02	2.90E+02	2.95E+02
9	2.34E+02	2.43E+02	2.51E+02	2.59E+02	2.66E+02	2.72E+02	2.78E+02	2.84E+02	2.89E+02	2.94E+02	2.99E+02
9.6	2.38E+02	2.47E+02	2.56E+02	2.63E+02	2.70E+02	2.77E+02	2.83E+02	2.89E+02	2.94E+02	2.99E+02	3.04E+02
10	2.40E+02	2.50E+02	2.58E+02	2.66E+02	2.73E+02	2.80E+02	2.86E+02	2.91E+02	2.97E+02	3.02E+02	3.07E+02
10.2	2.41E+02	2.51E+02	2.59E+02	2.67E+02	2.74E+02	2.81E+02	2.87E+02	2.93E+02	2.98E+02	3.04E+02	3.09E+02
10.5	2.43E+02	2.53E+02	2.61E+02	2.69E+02	2.76E+02	2.83E+02	2.89E+02	2.95E+02	3.01E+02	3.06E+02	3.11E+02
11	2.46E+02	2.56E+02	2.64E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.86E+02	2.93E+02	2.98E+02	3.04E+02	3.09E+02	3.14E+02
11	2.46E+02	2.56E+02	2.64E+02	2.72E+02	2.80E+02	2.86E+02	2.93E+02	2.98E+02	3.04E+02	3.09E+02	3.14E+02
13.5	2.59E+02	2.69E+02	2.78E+02	2.87E+02	2.94E+02	3.01E+02	3.08E+02	3.14E+02	3.20E+02	3.26E+02	3.31E+02
14.5	2.64E+02	2.74E+02	2.83E+02	2.92E+02	3.00E+02	3.07E+02	3.13E+02	3.20E+02	3.26E+02	3.31E+02	3.37E+02

El Mangle (2000 cm) Flujo laminar

Db\Hi	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	2.92E+02	2.58E+02	2.67E+02	2.75E+02	2.82E+02	2.89E+02	2.95E+02	3.01E+02	3.07E+02	3.12E+02	3.17E+02
1.6	2.48E+02	2.62E+02	2.71E+02	2.79E+02	2.86E+02	2.93E+02	3.00E+02	3.06E+02	3.12E+02	3.17E+02	3.22E+02
1.8	2.52E+02	2.70E+02	2.79E+02	2.87E+02	2.95E+02	3.02E+02	3.09E+02	3.15E+02	3.21E+02	3.26E+02	3.32E+02
1.9	2.60E+02	2.73E+02	2.83E+02	2.91E+02	2.99E+02	3.06E+02	3.13E+02	3.19E+02	3.25E+02	3.31E+02	3.36E+02
2	2.63E+02	2.77E+02	2.86E+02	2.95E+02	3.03E+02	3.10E+02	3.17E+02	3.23E+02	3.29E+02	3.35E+02	3.41E+02
2	2.67E+02	2.77E+02	2.86E+02	2.95E+02	3.03E+02	3.10E+02	3.17E+02	3.23E+02	3.29E+02	3.35E+02	3.41E+02
2	2.67E+02	2.77E+02	2.86E+02	2.95E+02	3.03E+02	3.10E+02	3.17E+02	3.23E+02	3.29E+02	3.35E+02	3.41E+02
2.1	2.67E+02	2.80E+02	2.90E+02	2.99E+02	3.07E+02	3.14E+02	3.21E+02	3.27E+02	3.33E+02	3.39E+02	3.45E+02
2.2	2.70E+02	2.84E+02	2.93E+02	3.02E+02	3.10E+02	3.18E+02	3.25E+02	3.31E+02	3.37E+02	3.43E+02	3.49E+02
2.3	2.73E+02	2.87E+02	2.97E+02	3.05E+02	3.14E+02	3.21E+02	3.28E+02	3.35E+02	3.41E+02	3.47E+02	3.53E+02
2.3	2.76E+02	2.87E+02	2.97E+02	3.05E+02	3.14E+02	3.21E+02	3.28E+02	3.35E+02	3.41E+02	3.47E+02	3.53E+02
2.4	2.76E+02	2.90E+02	3.00E+02	3.09E+02	3.17E+02	3.25E+02	3.32E+02	3.38E+02	3.45E+02	3.51E+02	3.56E+02
2.5	2.79E+02	2.93E+02	3.03E+02	3.12E+02	3.20E+02	3.28E+02	3.35E+02	3.42E+02	3.48E+02	3.54E+02	3.60E+02
2.5	2.82E+02	2.93E+02	3.03E+02	3.12E+02	3.20E+02	3.28E+02	3.35E+02	3.42E+02	3.48E+02	3.54E+02	3.60E+02
2.5	2.82E+02	2.93E+02	3.03E+02	3.12E+02	3.20E+02	3.28E+02	3.35E+02	3.42E+02	3.48E+02	3.54E+02	3.60E+02
2.5	2.82E+02	2.93E+02	3.03E+02	3.12E+02	3.20E+02	3.28E+02	3.35E+02	3.42E+02	3.48E+02	3.54E+02	3.60E+02
2.6	2.82E+02	2.96E+02	3.06E+02	3.15E+02	3.23E+02	3.31E+02	3.38E+02	3.45E+02	3.52E+02	3.58E+02	3.64E+02
2.7	2.85E+02	2.99E+02	3.09E+02	3.18E+02	3.26E+02	3.34E+02	3.42E+02	3.49E+02	3.55E+02	3.61E+02	3.67E+02
2.8	2.87E+02	3.01E+02	3.12E+02	3.21E+02	3.29E+02	3.37E+02	3.45E+02	3.52E+02	3.58E+02	3.65E+02	3.70E+02
2.8	2.90E+02	3.01E+02	3.12E+02	3.21E+02	3.29E+02	3.37E+02	3.45E+02	3.52E+02	3.58E+02	3.65E+02	3.70E+02

5	4.44E+02	4.62E+02	4.78E+02	4.92E+02	5.05E+02	5.17E+02	5.28E+02	5.39E+02	5.49E+02	5.59E+02	5.68E+02
5	4.44E+02	4.62E+02	4.78E+02	4.92E+02	5.05E+02	5.17E+02	5.28E+02	5.39E+02	5.49E+02	5.59E+02	5.68E+02
5	4.44E+02	4.62E+02	4.78E+02	4.92E+02	5.05E+02	5.17E+02	5.28E+02	5.39E+02	5.49E+02	5.59E+02	5.68E+02
5	4.44E+02	4.62E+02	4.78E+02	4.92E+02	5.05E+02	5.17E+02	5.28E+02	5.39E+02	5.49E+02	5.59E+02	5.68E+02
5.1	4.47E+02	4.64E+02	4.80E+02	4.94E+02	5.07E+02	5.20E+02	5.31E+02	5.42E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.71E+02
5.2	4.49E+02	4.66E+02	4.82E+02	4.97E+02	5.10E+02	5.22E+02	5.34E+02	5.44E+02	5.55E+02	5.64E+02	5.73E+02
5.2	4.49E+02	4.66E+02	4.82E+02	4.97E+02	5.10E+02	5.22E+02	5.34E+02	5.44E+02	5.55E+02	5.64E+02	5.73E+02
5.3	4.51E+02	4.69E+02	4.85E+02	4.99E+02	5.12E+02	5.25E+02	5.36E+02	5.47E+02	5.57E+02	5.67E+02	5.76E+02
5.3	4.51E+02	4.69E+02	4.85E+02	4.99E+02	5.12E+02	5.25E+02	5.36E+02	5.47E+02	5.57E+02	5.67E+02	5.76E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.5	4.55E+02	4.73E+02	4.89E+02	5.04E+02	5.17E+02	5.30E+02	5.41E+02	5.52E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.82E+02
5.6	4.57E+02	4.75E+02	4.91E+02	5.06E+02	5.19E+02	5.32E+02	5.44E+02	5.55E+02	5.65E+02	5.75E+02	5.84E+02
5.6	4.57E+02	4.75E+02	4.91E+02	5.06E+02	5.19E+02	5.32E+02	5.44E+02	5.55E+02	5.65E+02	5.75E+02	5.84E+02
6	4.65E+02	4.83E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.28E+02	5.41E+02	5.53E+02	5.64E+02	5.75E+02	5.85E+02	5.94E+02
6	4.65E+02	4.83E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.28E+02	5.41E+02	5.53E+02	5.64E+02	5.75E+02	5.85E+02	5.94E+02
6	4.65E+02	4.83E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.28E+02	5.41E+02	5.53E+02	5.64E+02	5.75E+02	5.85E+02	5.94E+02
6	4.65E+02	4.83E+02	5.00E+02	5.15E+02	5.28E+02	5.41E+02	5.53E+02	5.64E+02	5.75E+02	5.85E+02	5.94E+02
6.1	4.67E+02	4.85E+02	5.02E+02	5.17E+02	5.31E+02	5.43E+02	5.55E+02	5.67E+02	5.77E+02	5.87E+02	5.97E+02
6.5	4.75E+02	4.93E+02	5.10E+02	5.25E+02	5.39E+02	5.52E+02	5.64E+02	5.76E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.06E+02
6.5	4.75E+02	4.93E+02	5.10E+02	5.25E+02	5.39E+02	5.52E+02	5.64E+02	5.76E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.06E+02
6.5	4.75E+02	4.93E+02	5.10E+02	5.25E+02	5.39E+02	5.52E+02	5.64E+02	5.76E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.06E+02
6.5	4.75E+02	4.93E+02	5.10E+02	5.25E+02	5.39E+02	5.52E+02	5.64E+02	5.76E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.06E+02
6.6	4.76E+02	4.95E+02	5.12E+02	5.27E+02	5.41E+02	5.54E+02	5.66E+02	5.78E+02	5.89E+02	5.99E+02	6.09E+02
6.6	4.76E+02	4.95E+02	5.12E+02	5.27E+02	5.41E+02	5.54E+02	5.66E+02	5.78E+02	5.89E+02	5.99E+02	6.09E+02
6.6	4.76E+02	4.95E+02	5.12E+02	5.27E+02	5.41E+02	5.54E+02	5.66E+02	5.78E+02	5.89E+02	5.99E+02	6.09E+02
7	4.83E+02	5.02E+02	5.19E+02	5.35E+02	5.49E+02	5.62E+02	5.75E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.08E+02	6.18E+02
7	4.83E+02	5.02E+02	5.19E+02	5.35E+02	5.49E+02	5.62E+02	5.75E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.08E+02	6.18E+02
7	4.83E+02	5.02E+02	5.19E+02	5.35E+02	5.49E+02	5.62E+02	5.75E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.08E+02	6.18E+02
7	4.83E+02	5.02E+02	5.19E+02	5.35E+02	5.49E+02	5.62E+02	5.75E+02	5.86E+02	5.97E+02	6.08E+02	6.18E+02
7.5	4.92E+02	5.11E+02	5.28E+02	5.44E+02	5.59E+02	5.72E+02	5.85E+02	5.97E+02	6.08E+02	6.18E+02	6.28E+02
7.5	4.92E+02	5.11E+02	5.28E+02	5.44E+02	5.59E+02	5.72E+02	5.85E+02	5.97E+02	6.08E+02	6.18E+02	6.28E+02
8	5.00E+02	5.19E+02	5.37E+02	5.53E+02	5.68E+02	5.82E+02	5.94E+02	6.06E+02	6.18E+02	6.28E+02	6.39E+02
8	5.00E+02	5.19E+02	5.37E+02	5.53E+02	5.68E+02	5.82E+02	5.94E+02	6.06E+02	6.18E+02	6.28E+02	6.39E+02
8	5.00E+02	5.19E+02	5.37E+02	5.53E+02	5.68E+02	5.82E+02	5.94E+02	6.06E+02	6.18E+02	6.28E+02	6.39E+02
8.5	5.07E+02	5.27E+02	5.45E+02	5.62E+02	5.77E+02	5.90E+02	6.03E+02	6.16E+02	6.27E+02	6.38E+02	6.48E+02
8.5	5.07E+02	5.27E+02	5.45E+02	5.62E+02	5.77E+02	5.90E+02	6.03E+02	6.16E+02	6.27E+02	6.38E+02	6.48E+02
9	5.15E+02	5.35E+02	5.53E+02	5.70E+02	5.85E+02	5.99E+02	6.12E+02	6.24E+02	6.36E+02	6.47E+02	6.58E+02
9.6	5.23E+02	5.44E+02	5.62E+02	5.79E+02	5.94E+02	6.09E+02	6.22E+02	6.35E+02	6.47E+02	6.58E+02	6.68E+02
10	5.28E+02	5.49E+02	5.68E+02	5.85E+02	6.00E+02	6.15E+02	6.28E+02	6.41E+02	6.53E+02	6.65E+02	6.75E+02
10.2	5.31E+02	5.52E+02	5.71E+02	5.88E+02	6.03E+02	6.18E+02	6.32E+02	6.44E+02	6.56E+02	6.68E+02	6.79E+02
10.5	5.35E+02	5.58E+02	5.75E+02	5.92E+02	6.08E+02	6.22E+02	6.36E+02	6.49E+02	6.61E+02	6.73E+02	6.84E+02
11	5.41E+02	5.62E+02	5.82E+02	5.99E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.44E+02	6.57E+02	6.69E+02	6.81E+02	6.92E+02
11	5.41E+02	5.62E+02	5.82E+02	5.99E+02	6.15E+02	6.30E+02	6.44E+02	6.57E+02	6.69E+02	6.81E+02	6.92E+02
13.5	5.70E+02	5.92E+02	6.12E+02	6.30E+02	6.47E+02	6.63E+02	6.77E+02	6.91E+02	7.04E+02	7.16E+02	7.28E+02
14.5	5.80E+02	6.03E+02	6.23E+02	6.42E+02	6.59E+02	6.75E+02	6.90E+02	7.04E+02	7.17E+02	7.29E+02	7.41E+02

1.70E+01	4.32E+02	4.40E+02	4.48E+02	4.54E+02	4.60E+02	4.66E+02	4.71E+02	4.76E+02	4.80E+02	4.84E+02	4.88E+02
1.70E+01	4.32E+02	4.40E+02	4.48E+02	4.54E+02	4.60E+02	4.66E+02	4.71E+02	4.76E+02	4.80E+02	4.84E+02	4.88E+02
1.70E+01	4.32E+02	4.40E+02	4.48E+02	4.54E+02	4.60E+02	4.66E+02	4.71E+02	4.76E+02	4.80E+02	4.84E+02	4.88E+02
1.70E+01	4.32E+02	4.40E+02	4.48E+02	4.54E+02	4.60E+02	4.66E+02	4.71E+02	4.76E+02	4.80E+02	4.84E+02	4.88E+02
1.75E+01	4.37E+02	4.45E+02	4.53E+02	4.59E+02	4.65E+02	4.71E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.85E+02	4.90E+02	4.93E+02
1.80E+01	4.41E+02	4.50E+02	4.57E+02	4.64E+02	4.70E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.90E+02	4.95E+02	4.99E+02
1.80E+01	4.41E+02	4.50E+02	4.57E+02	4.64E+02	4.70E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.90E+02	4.95E+02	4.99E+02
1.80E+01	4.41E+02	4.50E+02	4.57E+02	4.64E+02	4.70E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.90E+02	4.95E+02	4.99E+02
1.80E+01	4.41E+02	4.50E+02	4.57E+02	4.64E+02	4.70E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.90E+02	4.95E+02	4.99E+02
1.80E+01	4.41E+02	4.50E+02	4.57E+02	4.64E+02	4.70E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.90E+02	4.95E+02	4.99E+02
1.80E+01	4.41E+02	4.50E+02	4.57E+02	4.64E+02	4.70E+02	4.76E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.90E+02	4.95E+02	4.99E+02
1.85E+01	4.46E+02	4.54E+02	4.62E+02	4.69E+02	4.75E+02	4.81E+02	4.86E+02	4.91E+02	4.96E+02	5.00E+02	5.04E+02
1.90E+01	4.50E+02	4.59E+02	4.67E+02	4.74E+02	4.80E+02	4.86E+02	4.91E+02	4.96E+02	5.01E+02	5.05E+02	5.09E+02
1.90E+01	4.50E+02	4.59E+02	4.67E+02	4.74E+02	4.80E+02	4.86E+02	4.91E+02	4.96E+02	5.01E+02	5.05E+02	5.09E+02
1.90E+01	4.50E+02	4.59E+02	4.67E+02	4.74E+02	4.80E+02	4.86E+02	4.91E+02	4.96E+02	5.01E+02	5.05E+02	5.09E+02
1.90E+01	4.50E+02	4.59E+02	4.67E+02	4.74E+02	4.80E+02	4.86E+02	4.91E+02	4.96E+02	5.01E+02	5.05E+02	5.09E+02
1.90E+01	4.50E+02	4.59E+02	4.67E+02	4.74E+02	4.80E+02	4.86E+02	4.91E+02	4.96E+02	5.01E+02	5.05E+02	5.09E+02
1.95E+01	4.55E+02	4.63E+02	4.71E+02	4.78E+02	4.85E+02	4.90E+02	4.96E+02	5.01E+02	5.06E+02	5.10E+02	5.14E+02
2.00E+01	4.59E+02	4.68E+02	4.76E+02	4.83E+02	4.89E+02	4.95E+02	5.00E+02	5.06E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.19E+02
2.00E+01	4.59E+02	4.68E+02	4.76E+02	4.83E+02	4.89E+02	4.95E+02	5.00E+02	5.06E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.19E+02
2.10E+01	4.67E+02	4.77E+02	4.85E+02	4.92E+02	4.98E+02	5.04E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.20E+02	5.24E+02	5.28E+02
2.10E+01	4.67E+02	4.77E+02	4.85E+02	4.92E+02	4.98E+02	5.04E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.20E+02	5.24E+02	5.28E+02
2.10E+01	4.67E+02	4.77E+02	4.85E+02	4.92E+02	4.98E+02	5.04E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.20E+02	5.24E+02	5.28E+02
2.10E+01	4.67E+02	4.77E+02	4.85E+02	4.92E+02	4.98E+02	5.04E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.20E+02	5.24E+02	5.28E+02
2.10E+01	4.67E+02	4.77E+02	4.85E+02	4.92E+02	4.98E+02	5.04E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.20E+02	5.24E+02	5.28E+02
2.10E+01	4.67E+02	4.77E+02	4.85E+02	4.92E+02	4.98E+02	5.04E+02	5.10E+02	5.15E+02	5.20E+02	5.24E+02	5.28E+02
2.20E+01	4.76E+02	4.85E+02	4.93E+02	5.00E+02	5.07E+02	5.13E+02	5.19E+02	5.24E+02	5.29E+02	5.33E+02	5.38E+02
2.20E+01	4.76E+02	4.85E+02	4.93E+02	5.00E+02	5.07E+02	5.13E+02	5.19E+02	5.24E+02	5.29E+02	5.33E+02	5.38E+02
2.20E+01	4.76E+02	4.85E+02	4.93E+02	5.00E+02	5.07E+02	5.13E+02	5.19E+02	5.24E+02	5.29E+02	5.33E+02	5.38E+02
2.30E+01	4.84E+02	4.93E+02	5.01E+02	5.09E+02	5.16E+02	5.22E+02	5.27E+02	5.33E+02	5.38E+02	5.42E+02	5.47E+02
2.30E+01	4.84E+02	4.93E+02	5.01E+02	5.09E+02	5.16E+02	5.22E+02	5.27E+02	5.33E+02	5.38E+02	5.42E+02	5.47E+02
2.40E+01	4.91E+02	5.01E+02	5.09E+02	5.17E+02	5.24E+02	5.30E+02	5.36E+02	5.41E+02	5.46E+02	5.51E+02	5.56E+02
2.40E+01	4.91E+02	5.01E+02	5.09E+02	5.17E+02	5.24E+02	5.30E+02	5.36E+02	5.41E+02	5.46E+02	5.51E+02	5.56E+02
2.40E+01	4.91E+02	5.01E+02	5.09E+02	5.17E+02	5.24E+02	5.30E+02	5.36E+02	5.41E+02	5.46E+02	5.51E+02	5.56E+02
2.60E+01	5.06E+02	5.16E+02	5.25E+02	5.33E+02	5.40E+02	5.46E+02	5.52E+02	5.58E+02	5.63E+02	5.68E+02	5.72E+02
2.70E+01	5.14E+02	5.24E+02	5.32E+02	5.40E+02	5.47E+02	5.54E+02	5.60E+02	5.66E+02	5.71E+02	5.76E+02	5.81E+02
3.45E+01	5.63E+02	5.74E+02	5.84E+02	5.92E+02	6.00E+02	6.07E+02	6.14E+02	6.20E+02	6.26E+02	6.31E+02	6.37E+02
3.50E+01	5.66E+02	5.77E+02	5.87E+02	5.96E+02	6.03E+02	6.11E+02	6.17E+02	6.24E+02	6.29E+02	6.35E+02	6.40E+02

El Mangle(1000 cm) Flujo turbulento

Db\ Hi	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	1.48E+02	1.51E+02	1.54E+02	1.56E+02	1.58E+02	1.60E+02	1.62E+02	1.63E+02	1.65E+02	1.66E+02	1.68E+02
1.6	1.52E+02	1.55E+02	1.57E+02	1.60E+02	1.62E+02	1.64E+02	1.66E+02	1.67E+02	1.69E+02	1.70E+02	1.72E+02
1.8	1.59E+02	1.62E+02	1.65E+02	1.67E+02	1.69E+02	1.71E+02	1.73E+02	1.75E+02	1.77E+02	1.78E+02	1.79E+02
1.9	1.62E+02	1.65E+02	1.68E+02	1.70E+02	1.73E+02	1.75E+02	1.77E+02	1.78E+02	1.80E+02	1.82E+02	1.83E+02
2	1.65E+02	1.68E+02	1.71E+02	1.74E+02	1.76E+02	1.78E+02	1.80E+02	1.82E+02	1.84E+02	1.85E+02	1.87E+02
2	1.65E+02	1.68E+02	1.71E+02	1.74E+02	1.76E+02	1.78E+02	1.80E+02	1.82E+02	1.84E+02	1.85E+02	1.87E+02
2	1.65E+02	1.68E+02	1.71E+02	1.74E+02	1.76E+02	1.78E+02	1.80E+02	1.82E+02	1.84E+02	1.85E+02	1.87E+02
2.1	1.68E+02	1.71E+02	1.74E+02	1.77E+02	1.79E+02	1.81E+02	1.83E+02	1.85E+02	1.87E+02	1.89E+02	1.90E+02

6.5	2.57E+02	2.62E+02	2.66E+02	2.70E+02	2.74E+02	2.77E+02	2.80E+02	2.83E+02	2.86E+02	2.88E+02	2.90E+02
6.5	2.57E+02	2.62E+02	2.66E+02	2.70E+02	2.74E+02	2.77E+02	2.80E+02	2.83E+02	2.86E+02	2.88E+02	2.90E+02
6.5	2.57E+02	2.62E+02	2.66E+02	2.70E+02	2.74E+02	2.77E+02	2.80E+02	2.83E+02	2.86E+02	2.88E+02	2.90E+02
6.6	2.58E+02	2.63E+02	2.68E+02	2.72E+02	2.75E+02	2.79E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.87E+02	2.90E+02	2.92E+02
6.6	2.58E+02	2.63E+02	2.68E+02	2.72E+02	2.75E+02	2.79E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.87E+02	2.90E+02	2.92E+02
6.6	2.58E+02	2.63E+02	2.68E+02	2.72E+02	2.75E+02	2.79E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.87E+02	2.90E+02	2.92E+02
7	2.64E+02	2.69E+02	2.74E+02	2.78E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.88E+02	2.91E+02	2.94E+02	2.96E+02	2.99E+02
7	2.64E+02	2.69E+02	2.74E+02	2.78E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.88E+02	2.91E+02	2.94E+02	2.96E+02	2.99E+02
7	2.64E+02	2.69E+02	2.74E+02	2.78E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.88E+02	2.91E+02	2.94E+02	2.96E+02	2.99E+02
7	2.64E+02	2.69E+02	2.74E+02	2.78E+02	2.82E+02	2.85E+02	2.88E+02	2.91E+02	2.94E+02	2.96E+02	2.99E+02
7.5	2.71E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.85E+02	2.89E+02	2.92E+02	2.96E+02	2.99E+02	3.01E+02	3.04E+02	3.06E+02
7.5	2.71E+02	2.76E+02	2.81E+02	2.85E+02	2.89E+02	2.92E+02	2.96E+02	2.99E+02	3.01E+02	3.04E+02	3.06E+02
8	2.78E+02	2.83E+02	2.88E+02	2.92E+02	2.96E+02	3.00E+02	3.03E+02	3.06E+02	3.09E+02	3.11E+02	3.14E+02
8	2.78E+02	2.83E+02	2.88E+02	2.92E+02	2.96E+02	3.00E+02	3.03E+02	3.06E+02	3.09E+02	3.11E+02	3.14E+02
8	2.78E+02	2.83E+02	2.88E+02	2.92E+02	2.96E+02	3.00E+02	3.03E+02	3.06E+02	3.09E+02	3.11E+02	3.14E+02
8.5	2.84E+02	2.90E+02	2.95E+02	2.99E+02	3.03E+02	3.07E+02	3.10E+02	3.13E+02	3.16E+02	3.19E+02	3.21E+02
8.5	2.84E+02	2.90E+02	2.95E+02	2.99E+02	3.03E+02	3.07E+02	3.10E+02	3.13E+02	3.16E+02	3.19E+02	3.21E+02
9	2.90E+02	2.96E+02	3.01E+02	3.05E+02	3.09E+02	3.13E+02	3.17E+02	3.20E+02	3.23E+02	3.26E+02	3.28E+02
9.6	2.97E+02	3.03E+02	3.08E+02	3.13E+02	3.17E+02	3.21E+02	3.24E+02	3.28E+02	3.31E+02	3.34E+02	3.36E+02
10	3.02E+02	3.08E+02	3.13E+02	3.18E+02	3.22E+02	3.26E+02	3.29E+02	3.33E+02	3.36E+02	3.39E+02	3.41E+02
10.2	3.04E+02	3.10E+02	3.15E+02	3.20E+02	3.24E+02	3.28E+02	3.32E+02	3.35E+02	3.38E+02	3.41E+02	3.44E+02
10.5	3.08E+02	3.14E+02	3.19E+02	3.24E+02	3.28E+02	3.32E+02	3.35E+02	3.39E+02	3.42E+02	3.45E+02	3.48E+02
11	3.13E+02	3.19E+02	3.24E+02	3.29E+02	3.34E+02	3.38E+02	3.41E+02	3.45E+02	3.48E+02	3.51E+02	3.54E+02
11	3.13E+02	3.19E+02	3.24E+02	3.29E+02	3.34E+02	3.38E+02	3.41E+02	3.45E+02	3.48E+02	3.51E+02	3.54E+02
13.5	3.38E+02	3.45E+02	3.50E+02	3.56E+02	3.60E+02	3.65E+02	3.69E+02	3.72E+02	3.76E+02	3.79E+02	3.82E+02
14.5	3.47E+02	3.54E+02	3.60E+02	3.65E+02	3.70E+02	3.74E+02	3.79E+02	3.82E+02	3.86E+02	3.89E+02	3.92E+02

EI Mangle (2000 cm) Flujo turbulento

DBI Hi	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.5	2.70E+02	2.75E+02	2.80E+02	2.84E+02	2.88E+02	2.91E+02	2.95E+02	2.98E+02	3.00E+02	3.03E+02	3.05E+02
1.6	2.77E+02	2.82E+02	2.87E+02	2.91E+02	2.95E+02	2.98E+02	3.02E+02	3.05E+02	3.08E+02	3.10E+02	3.13E+02
1.8	2.89E+02	2.95E+02	3.00E+02	3.04E+02	3.08E+02	3.12E+02	3.15E+02	3.19E+02	3.22E+02	3.24E+02	3.27E+02
1.9	2.95E+02	3.01E+02	3.06E+02	3.10E+02	3.15E+02	3.18E+02	3.22E+02	3.25E+02	3.28E+02	3.31E+02	3.34E+02
2	3.01E+02	3.07E+02	3.12E+02	3.17E+02	3.21E+02	3.25E+02	3.28E+02	3.31E+02	3.34E+02	3.37E+02	3.40E+02
2	3.01E+02	3.07E+02	3.12E+02	3.17E+02	3.21E+02	3.25E+02	3.28E+02	3.31E+02	3.34E+02	3.37E+02	3.40E+02
2	3.01E+02	3.07E+02	3.12E+02	3.17E+02	3.21E+02	3.25E+02	3.28E+02	3.31E+02	3.34E+02	3.37E+02	3.40E+02
2.1	3.06E+02	3.12E+02	3.18E+02	3.22E+02	3.27E+02	3.31E+02	3.34E+02	3.38E+02	3.41E+02	3.44E+02	3.46E+02
2.2	3.12E+02	3.18E+02	3.23E+02	3.28E+02	3.32E+02	3.36E+02	3.40E+02	3.43E+02	3.47E+02	3.50E+02	3.52E+02
2.3	3.17E+02	3.23E+02	3.29E+02	3.34E+02	3.38E+02	3.42E+02	3.46E+02	3.49E+02	3.52E+02	3.56E+02	3.58E+02
2.3	3.17E+02	3.23E+02	3.29E+02	3.34E+02	3.38E+02	3.42E+02	3.46E+02	3.49E+02	3.52E+02	3.56E+02	3.58E+02
2.4	3.22E+02	3.28E+02	3.34E+02	3.39E+02	3.43E+02	3.48E+02	3.51E+02	3.55E+02	3.58E+02	3.61E+02	3.64E+02
2.5	3.27E+02	3.33E+02	3.39E+02	3.44E+02	3.49E+02	3.53E+02	3.57E+02	3.60E+02	3.64E+02	3.67E+02	3.70E+02
2.5	3.27E+02	3.33E+02	3.39E+02	3.44E+02	3.49E+02	3.53E+02	3.57E+02	3.60E+02	3.64E+02	3.67E+02	3.70E+02
2.5	3.27E+02	3.33E+02	3.39E+02	3.44E+02	3.49E+02	3.53E+02	3.57E+02	3.60E+02	3.64E+02	3.67E+02	3.70E+02
2.5	3.27E+02	3.33E+02	3.39E+02	3.44E+02	3.49E+02	3.53E+02	3.57E+02	3.60E+02	3.64E+02	3.67E+02	3.70E+02
2.6	3.32E+02	3.38E+02	3.44E+02	3.49E+02	3.54E+02	3.58E+02	3.62E+02	3.66E+02	3.69E+02	3.72E+02	3.75E+02
2.7	3.37E+02	3.43E+02	3.49E+02	3.54E+02	3.59E+02	3.63E+02	3.67E+02	3.71E+02	3.74E+02	3.78E+02	3.81E+02
2.8	3.41E+02	3.48E+02	3.54E+02	3.59E+02	3.64E+02	3.68E+02	3.72E+02	3.76E+02	3.79E+02	3.83E+02	3.86E+02
2.8	3.41E+02	3.48E+02	3.54E+02	3.59E+02	3.64E+02	3.68E+02	3.72E+02	3.76E+02	3.79E+02	3.83E+02	3.86E+02

1000

1000

1000