

FIABILIDAD DE LAS BATIMETRÍAS Y GRANULOMETRÍAS, SU APLICACION
A LA CUBICACION DE LA PLAYA DE LA VICTORIA (CADIZ)

Juan José Muñoz Pérez

0.- RESUMEN

Tras la regeneración de la Playa Victoria en 1991, un vertido de dos millones de m³, se apreció la necesidad de conocer cuál iba a ser el comportamiento de esa arena a lo largo del tiempo.

Se encargaron dos batimetrías anuales, completadas con otras dos topografías suplementarias, para valorar la erosión previsible de la playa. Ante las dudas existentes frente a la fiabilidad de los datos proporcionados por una batimetría clásica, se decidió la realización de unos estudios de evaluación de errores para este caso particular. Se hicieron pruebas con el posicionamiento de la embarcación, la medición de la marea, la calibración de la sonda y la cubicación de movimientos de sedimento variando la distancia entre perfiles y el software utilizado.

De los resultados se deduce la alta fiabilidad del método clásico de batimetría con tratamiento integral de los datos para esta playa en particular. En cuanto a la equidistancia entre perfiles se observa una alta variabilidad para distancias superiores a los 100 mts.

Igualmente, y con el fin de determinar la exactitud del D_{50} (parámetro identificador de la arena) se efectuaron comparaciones de los resultados obtenidos para una misma muestra entre laboratorios distintos, con columnas de tamices ligeramente diferentes y variando el tiempo de tamizado. No se observaron, en ningún caso, diferencias apreciables.

en que se propagan las ondas acústicas emitidas y recibidas por el transductor del sensor, pues al variar la velocidad de la onda varían los tiempos medidos y como consecuencia la magnitud de las profundidades. Todo sondador posee un sistema de calibración más o menos sofisticado para adaptar la velocidad de propagación del eco a la salinidad (fundamentalmente) del medio.

Esta calibración se hace a distintas profundidades, midiendo sondas a una plancha metálica que se va calando mediante una cadena indeformable con longitudes numeradas. Se efectúa antes y después de cada jornada de trabajo y aún durante la misma si se prevén cambios en los parámetros físicos del mar. Se realizaron tres series con el sondador utilizado, desde 2 hasta 9 metros de profundidad. El error máximo fue de 4 cms., mientras que el cuadrático medio era de 2 cms. (tabla nº 1).

2.2.2.- Medición de la marea.

En Cádiz tenemos una carrera de marea que no supera los 4 metros. La amplitud de la misma debe medirse en la zona de trabajos y simultáneamente a su ejecución para tener en cuenta sus causas modificativas (presión atmosférica, corrientes, retardos por anomalías en la transmisión de la onda, etc).

En esta ocasión hemos procedido a comparar tres métodos de medición.

a) Valor teórico del Anuario de Mareas del Instituto Hidrográfico con corrección por presión atmosférica.

b) Mareógrafo tipo flotador instalado en la Punta de San Felipe.

c) Cinta métrica desde un punto cuya cota se conoce sobre la de referencia.

En la tabla nº 2 se exponen los datos tomados cada diez minutos durante cuatro horas. Se aprecian diferencias entre los tres métodos de hasta 16 cms. Considerando como más fiables los valores tomados con cinta métrica, se apunta la imposibilidad de usar los valores de este tipo de mareógrafos para trabajos de precisión por estar expuestos a retardos, rozamientos con la camisa, crecimiento de algas, etc.

2.3.- Cubicación del sedimento.

2.3.1.- Comparación mediante el uso de distinto software.

Se cubicaron las diferencias de sedimento habidas entre 2 batimetrías, las de noviembre de 1991 y la de junio de 1992.

Se utilizaron tres programas distintos comercializados en el mercado y a los que denominaremos A, B y C.

A y B cubican mediante sección perfil y prismatoide; en cambio, C usa los datos de los perfiles para crear una superficie mallada con valores interpolados en los nodos de la misma. De este último se probaron dos mallas distintas, de 5 y 25 metros de lado respectivamente. En la tabla 3 se aprecian las diferencias, insignificantes en todos los casos.

2.3.2.- Comparación cambiando la equidistancia entre perfiles.

Evidentemente, la precisión en las cubicaciones debe aumentar con la densidad del muestreo o, lo que es lo mismo, cuanta menor sea la distancia entre perfiles.

No obstante, el coste de la batimetría es directamente proporcional al nº de perfiles levantados. La prueba trata de establecer cifras comparativas de cubicaciones efectuadas en un tramo de playa variando la separación de los perfiles a superficial.

Se seleccionó una zona genérica de la Playa de la Victoria en Cádiz (zona de Sta. María del Mar, perfiles (1 al 11), abarcando 500 mts. de frente de costa. Se hicieron distintas cubicaciones variando los perfiles a tomar (pares, impares) y cambiando la distancia entre ellos. El gradiente de los perfiles topo-hidrográficos oscila entre un 1% y un 2%, siendo su longitud de unos 1.200 mts y presentando su zona central una placa pedregosa de longitud variable entre 180 y 800 mts.

Los resultados, expuestos en la tabla 4, permiten entender como para playas de orografía tortuosa como, la de La Victoria, la distancia entre perfiles no debe superar los 100 metros, ya que un intervalo superior puede cartografiar un fondo poco afín con el real. (Ver gráfica nº 1).

39.- FIABILIDAD DE LA GRANULOMETRIA.

De un mismo punto de la playa y, una vez apartada la capa de conchuela superficial, se extrajo una cantidad suficiente de arena que se homogeneizó y repartió en bolsas.

Sin embargo, a las distintas empresas a las que se enviaron dichas muestras, se les dijo que pertenecían a cuatro perfiles diferentes (23, 25, 27B, y 29).

En primer lugar, a los tres laboratorios homologados (A, B, y C) se les indicó una serie base de tamices que aparecen en la tabla nº 5. El error del método en cada empresa es del orden de 0,01 mm (recordemos que la arena de las cuatro muestras es la misma) y coincide sensiblemente con las diferencias existentes entre los distintos laboratorios; un máximo de 0,18 a 0,20 mm que supone una diferencia de un 10%. (ver gráfica nº 2).

Posteriormente, a uno de los laboratorios en particular se le indicó que pasara la misma muestra por distintas columnas, añadiendo el tamiz 0,30 mm ó suprimiendo los tamices 0,35 mm y 0,20 mm.

Del estudio de la gráfica nº 3 parece deducirse que para la arena de la playa de la Victoria, muy clasificada, no parece influir ninguno de los cambios que habíamos planteado.

Otra prueba a efectuar fue la de cambiar el tiempo de tamizado, desde 5 hasta 20 minutos. ¿qué influencia tendría en la determinación del D_{50} ? En la gráfica nº 4 aparecen los puntos resultantes de los ensayos. El que la gráfica fuera

monótonamente decreciente sería lo lógico. No obstante, la determinación a los 20' da un valor del parámetro superior al de 15'. A nuestro entender parece indicar que el error inherente a la metodología, pesada, cálculos, etc. es del mismo orden que el que pudiéramos cometer al cambiar el tiempo de tamizado.

En cuanto al % de finos (gráfica nº 5), al tratarse de una arena de playa en zona de dinámica del oleaje carece por completo de ellos. Tanto da, a nuestro parecer, un 0,05% como un 0,08%.

40.- CONCLUSIONES.

Los errores en el posicionamiento horizontal de la embarcación son de hasta 2 mts. como máximo con el GPS-D que se utiliza en este estudio. Con las pendientes usuales en la playa podría suponer variaciones en altimetría de hasta 4 cms. Al tratarse de un error completamente aleatorio es de suponer que se vaya compensando a lo largo del perfil.

La ecosonda, de gran precisión, sí comete un error sistemático (de valor absoluto inferior a los 4 cms y cuadrático medio de unos 2 cms) y debe, por tanto, corregirse y calibrarse dos veces al día como mínimo.

El único sistema de precisión fiable para conocer la altura de la marea en cada momento es el de la lectura con cinta métrica. Los datos de mareógrafos de flotación o de anuario con correcciones teóricas tienen utilidad desde el punto de vista de comprobación general y programación de trabajo.

No existen diferencias significativas entre los distintos softwares estudiados.

La equidistancia entre perfiles influye en el caso de la Playa Victoria, hasta en un 22%. Se observa asimismo que no existen diferencias importantes entre 50 y 100 metros de separación (hasta un 6%) por lo que se decide adoptar en las siguientes batimetrías distancia de 100 m. entre perfiles con el ahorro consecuente.

En cuanto a la fiabilidad del parámetro D_{50} la diferencia entre las distintas empresas fue como máximo de un 10%.

Es de notar que para ensayos distintos de la misma muestra los valores obtenidos dentro de un mismo laboratorio también oscilaban entre un 5% y un 10%.

No por aumentar considerablemente el tiempo de cribado disminuye mucho el D_{50} (máximo de 0,19 a 0,17 mm).

Y por último, establecer que para una arena como la de la Playa Victoria no influye en la granulometría el añadir o quitar un par de tamices.

Pese a que consideramos que la batimetría no puede todavía competir en igualdad de condiciones con la topografía terrestre, hemos llegado a la conclusión de que en playas como la de La Victoria, donde métodos como el trineo o el CRAB no son utilizables, en principio, por la existencia de fondos rocosos abruptos, una batimetría de precisión bien controlada proporciona resultados suficientemente

fiables como para poder tomar decisiones de seguimiento, calibración de modelos, etc.

AGRADECIMIENTOS.

Es de apuntar la paciencia y colaboración prestada por D. Carlos Fernández de la empresa HYDROCARSA para la elaboración de todas estas pruebas.

TOMA DE DATOS EN UNA BATIMETRIA

Resumen Valores Errores

	ϵ medio	ϵ medio cuadrático
Posicionamiento horizontal		
ESTATICO	1,20	1,82
DINÁMICO	1,02	1,58
Posicionamiento vertical		
- Calibrado Ecosonda		0,02
- Amplitud de la marea MAREOGRAFO		0,07
MAREOMETRO		0,10

TABLA Nº 1

ALTURAS DE MAREAS EN CADIZ

HORA	ANUARIO PATRON	MAREO- GRAFO	c	c2	CINTA	c	c2
09:00	1.67	1.68	-0.01	0.0001	1.56	0.11	0.0121
09:10	1.77	1.77	0.00	0.0	1.64	0.13	0.0169
09:20	1.86	1.86	0.00	0.0	1.74	0.12	0.0144
09:30	1.96	1.93	0.03	0.0009	1.86	0.10	0.0100
09:40	2.05	2.03	0.02	0.0004	1.94	0.11	0.0121
09:50	2.14	2.12	0.02	0.0004	2.00	0.14	0.0196
10:00	2.23	2.18	0.05	0.0025	2.10	0.13	0.0169
10:10	2.32	2.28	0.04	0.0016	2.18	0.14	0.0196
10:20	2.40	2.40	0.00	0.0	2.27	0.13	0.0169
10:30	2.48	2.49	-0.01	0.0001	2.40	0.08	0.0064
10:40	2.55	2.60	-0.05	0.0025	2.50	0.05	0.0025
10:50	2.62	2.67	-0.05	0.0025	2.59	0.03	0.0009
11:00	2.68	2.74	-0.06	0.0036	2.68	0.00	0.0
11:10	2.74	2.81	-0.07	0.0049	2.75	-0.01	0.001
11:20	2.79	2.86	-0.07	0.0049	2.82	-0.03	0.009
11:30	2.84	2.92	-0.04	0.0016	2.89	-0.05	0.0025
11:40	2.87	2.95	-0.08	0.0064	2.93	-0.06	0.0036
11:50	2.90	2.98	-0.08	0.0064	2.98	-0.08	0.0064
12:00	2.92	3.01	-0.09	0.0081	3.00	-0.08	0.0064
12:10	2.94	3.03	-0.09	0.0081	3.04	-0.10	0.010
12:20	2.94	3.08	-0.14	0.0196	3.07	-0.13	0.0256
12:30	2.94	3.13	-0.19	0.0361	3.10	-0.16	0.0256
12:40	2.93	3.03	-0.10	0.0100	3.09	-0.16	0.0256
12:50	2.91	2.98	-0.07	0.0049	3.07	-0.16	0.0256
13:00	2.89	2.93	-0.04	0.0016	3.05	-0.16	0.0256

TABLA Nº 2

COMPARACION CUBICACION CON DISTINTOS SOFTWARES

Se tomaron 2 Batimetrías: $\left\{ \begin{array}{l} \text{NOVIEMBRE} - 91 \\ \text{JUNIO} - 92 \end{array} \right.$

Se cubica con 3 programas distintos las erosiones existentes entre 4 perfiles separados 100 m.

- PROGRAMA "A" \Rightarrow Sección perfil y prismoide.
- PROGRAMA "B" \Rightarrow Sección perfil y prismoide.
- PROGRAMA "C" \Rightarrow Diferencia entre 2 superficies con malla de 5x5 m..
- PROGRAMA "D" \Rightarrow Diferencia entre 2 superficies con malla de 25x25 m.

	A	B	C	D
VOLUMEN	216.203	216.585	221.952	216.023
EROSION	-----	0,2	2,7	0,1

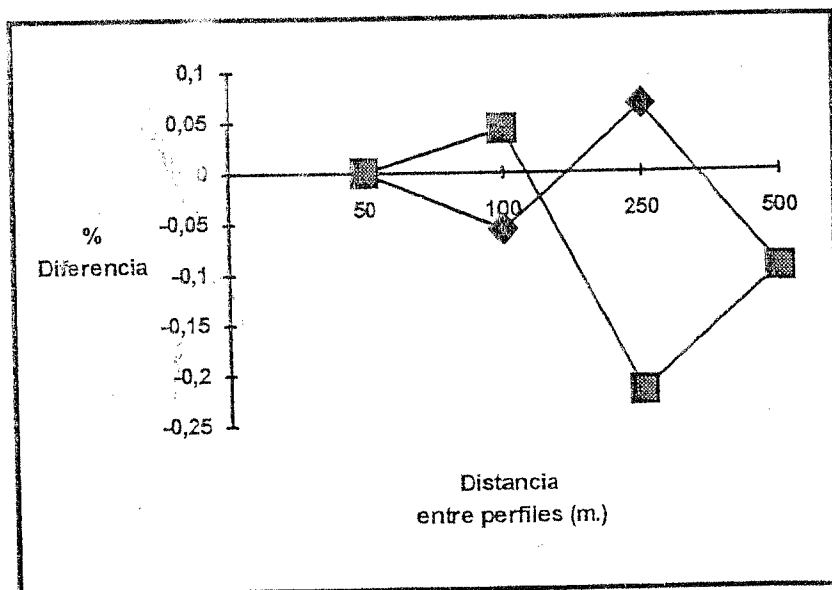
TABLA N° 3

CUBICACION CON DISTINTO N° DE PERFILES

Comparación entre 2 Batimetrías: $\left\{ \begin{array}{l} \text{NOVIEMBRE - 91} \\ \text{JUNIO - 92} \end{array} \right.$

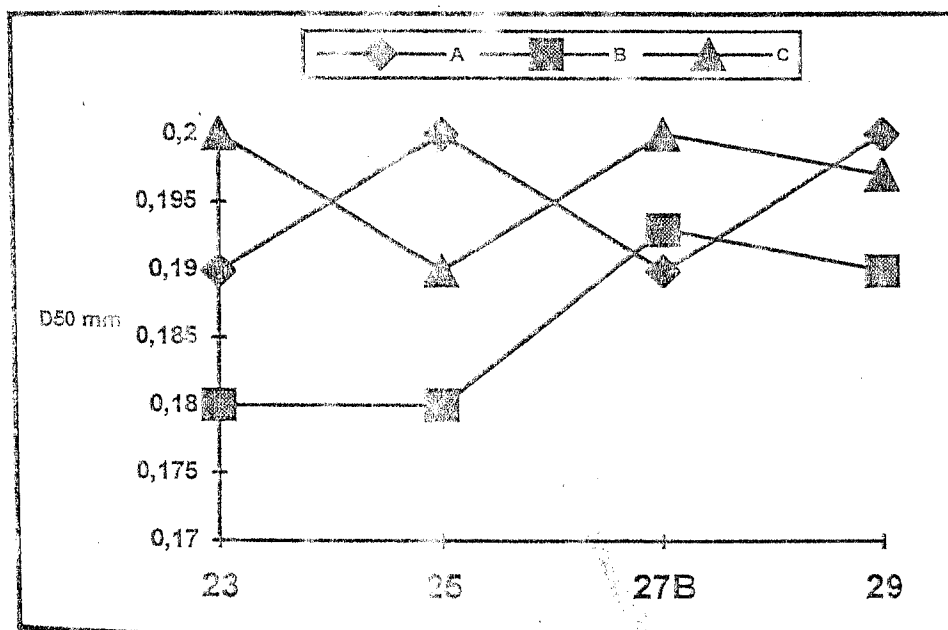
DISTANCIA (m)	VOLUMEN (M ³) EROSIONADO	DIFERENCIA VOLUMEN	%
50	114.775	---	---
100	119.695	4.920	4,3 %
250	89.938	-24.837	-21,6 %
500	103.825	-10.950	-9,5%
100 bis	108.395	-6.380	-5,6%
250 bis	122.293	7.518	6,6 %

TABLA N° 4



GRAFICA N° 1

DISTINTAS EMPRESAS



GRAFICA Nº 2

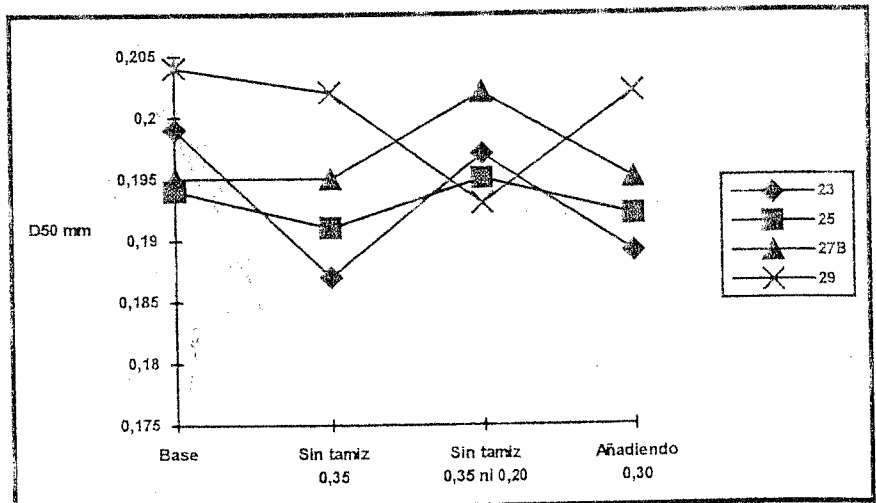
DISTINTOS TAMICES

• SERIE BASE

Tamaño (mm)	ASTM
4,00	5
2,00	10
1,00	18
0,50	25
0,42	40
0,35	45
0,25	60
0,21 ó 0,20	70
0,125	120
0,074	200

NOTA:
Ningún laboratorio sabía que, en realidad, 23, 25, 27B y 29 eran la misma muestra.

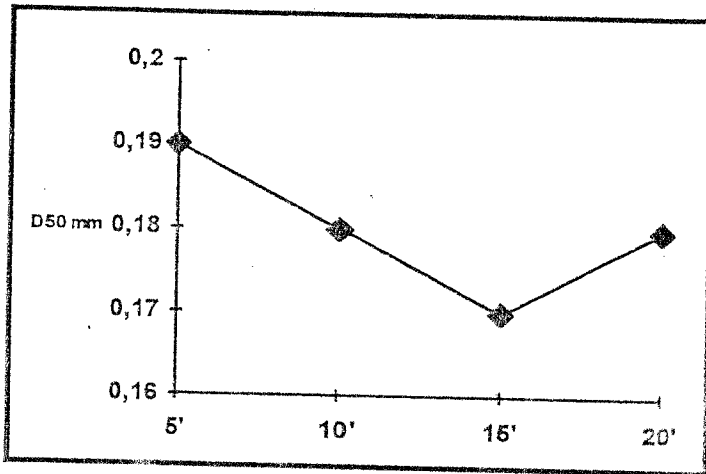
TABLA Nº 5



GRAFICA Nº 3

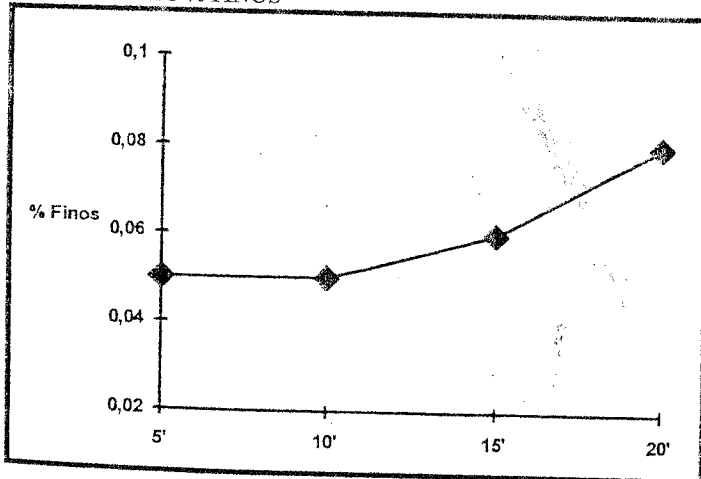
DISTINTOS TIEMPOS

VARIACIONES D_{50} (mm)



GRAFICA N° 4

VARIACIONES % FINOS



GRAFICA N° 5

Volumen III

III JORNADAS ESPAÑOLAS DE INGENIERIA DE COSTAS Y PUERTOS

Valencia, 3 y 4 de mayo de 1995

Juan José Muñoz
Cádiz 20/2/96

Edita: SERVICIO DE PUBLICACIONES
Camino de Vera, s/n
46071 VALENCIA
Tel: 96-387 70 12
Fax: 96-387 79 12

Imprime: REPROVAL, S.L.
Tel: 96-369 22 72

LABORATORIO DE PUERTOS Y COSTAS

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Servicio de Publicaciones SPUPV. 95.3017

I.S.B.N.: 84-7721-358-5 (Volumen III)
I.S.B.N.: 84-7721-355-0 (Obra completa)
Depósito Legal: V-5195-1995