

ANEJO Nº4 – TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Índice

1.	Introducción.	95
2.	Consideraciones previas.	96
2.1.	Aportes sedimentarios.	96
2.2.	Modelos numéricos.	96
2.3.	Formulaciones matemáticas.	96
3.	Cálculo del transporte sólido litoral.	99
3.1.	Clima marítimo. ROM 0.3-91.	99
3.2.	Sectores y direcciones significativas.	101
3.3.	Orientación de la playa de Serragrossa.	102
3.4.	Factor de forma KF.	102
3.5.	Relación $HS0 - H_v$.	103
3.6.	Discretización de H_v .	103
4.	Tablas de resultados.	105
5.	Transporte normal a la costa.	107
6.	Conclusiones.	108

1. Introducción.

El objetivo de este anejo es, por un lado, demostrar que el sentido predominante es el que ya se dedujo del oleaje, y por otra parte intentar cuantificar este transporte de sedimentos paralelo a la orilla estudiando los elementos que intervienen en él.

Como consecuencia del régimen de oleaje descrito en el anejo de “dinámica litoral”, así como de la configuración y orientación de la costa, el balance de transporte longitudinal de sedimentos tendrá un claro sentido norte-sur en el tramo litoral alicantino y más concretamente en nuestro tramo litoral de Serragrossa. La dificultad ahora, está en cuantificar el volumen medio de sedimentos que siguen esta trayectoria, debido a la dificultad que supone medir cada uno de los factores que intervienen en este transporte.

El transporte sólido longitudinal presenta tres componentes principales, la debida a la oblicuidad del oleaje en rotura, la producida por el gradiente de sobre elevación de altura de ola y la debida a la variación del ángulo de ataque. Como se va a explicar en el siguiente apartado de consideraciones previas, en este anejo se tendrá en cuenta solamente la primera de las tres componentes debido entre otras cosas a su principal importancia.

2. Consideraciones previas.

Las costa de Alicante tiene una orientación general N-145º-E y se configura como una costa baja rocosa y sedimentaria. Esta zona está caracterizada por materiales de la época del mioceno así como la Serra Grossa, lo que ha condicionado el desarrollo urbano y de gran parte de la agricultura de la zona. La corriente de deriva litoral transporta las partículas sedimentarias en dirección sur, aunque en el litoral alicantino escasea el material móvil ya que no hay ningún río importante que pueda responsabilizarse del suministro. El más caudaloso es el Riu Verd de Castalla, de Montnegre que al desembocar se conoce como Riu Sec, menor papel todavía tiene a nuestros efectos la inconexa Rambla de les Ovelles. A su vez este transporte se ha visto alterado en gran medida por la creación y ampliación de puertos y diques, así como por accidentes naturales, en nuestro caso el transporte está impedido parcialmente por el Cabo de Huerta.

2.1. Aportes sedimentarios.

En las últimas décadas la aportación neta de sedimentos continentales a la costa ha disminuido de forma drástica, afectando gravemente al desarrollo natural de las playas. Este descenso del volumen de material se debe a varios factores, siendo los más relevantes los que se detallan a continuación, los cuales ya se mencionan en el anejo 1:

- La construcción de embalses, que disminuyen la superficie de cuenca vertiente al mar, provoca la retención de sedimentos y limita las avenidas de los ríos.
- La urbanización de grandes superficies de territorio, lo que disminuye la erosión del suelo por la escorrentía.
- La canalización de ríos y arroyos, que limita su capacidad de arrastre sedimentario.
- Las concesiones otorgadas para la extracción de arena de los cauces con destino a la construcción, así como extracciones ilegales de sedimento de las playas e incluso los fondos costeros con el mismo destino.

Esta reducción del material disponible en el litoral, junto con la construcción de grandes infraestructuras portuarias, ha condicionado un desarrollo del litoral en profunda transformación.

2.2. Modelos numéricos.

Existen diversos modelos numéricos para calcular el transporte sólido litoral así como para realizar análisis de la evolución costera. Estos métodos requieren en ocasiones un gran número de datos del que en muchas ocasiones se carece. A menudo se emplean parámetros que precisan definiciones específicas y en otros casos se aplican modelos específicos para una determinada costa con determinadas condiciones de contorno y de clima marítimo, en costas que no guardan relación.

2.3. Formulaciones matemáticas.

Existen muchas formulaciones para estimar el volumen de transporte sólido y que responden a la forma general de:

$$Q = a * E^b$$

Donde E mide la energía del oleaje en la dirección del transporte y depende de las características del oleaje, y a y b son coeficientes. Una de las primeras formulaciones es debida Cadwell (1956), quien a partir de los volúmenes retenidos por una serie de espigones en la costa californiana propuso la siguiente expresión:

$$Q = 210 * E^{0.8}$$

Donde:

Q = Transporte sólido litoral en yardas cúbicas día.

E = Energía del oleaje en millones de pies por libra por pie de playa y día.

Para este proyecto se va a utilizar una formulación aproximada para el cálculo del caudal medio de sedimentos, basada en el flujo de energía "longshore", P1. Se trata de una fórmula empírica muy utilizada para los estudios teóricos de dinámica litoral, y presentada por el Shore Protection Manual (SPM) en 1984. La longshore-current o corriente de transporte longitudinal puede explicarse por el exceso del flujo de la cantidad de movimiento o tensor de radiación, así como la variación longitudinal de las olas rotas. La rotura del oleaje produce una corriente longitudinal responsable de multitud de fenómenos litorales y de la mayor parte del transporte.

La fórmula de transporte con datos de oleaje en profundidades indefinidas proporciona el caudal sólido que, potencialmente atraviesa una sección de una playa recta. Se puede expresar como:

$$Q \left[\frac{m^3}{año} \right] = 1290 * P_1 \left[\frac{l}{m * seg} \right]$$

Donde:

$$P_1 = \frac{\rho}{20} * g^{\frac{3}{2}} * H_{s0}^{\frac{5}{2}} * F(\alpha_0)$$

Siendo Hs0 la altura de ola significativa en aguas profundas en metro, p es la densidad del agua y F (α0) una función de oblicuidad cuya expresión es:

$$F(\alpha_0) = \{(\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} * \sin 2 \alpha_0\}$$

Siendo α0 el ángulo de incidencia del oleaje en profundidades indefinidas, medido respecto a la normal a la línea de costa, en grados sexagesimales.

Esta función admite muchas discusiones ya que puede introducir errores importantes. Baste comprobar como para un caso en que α0 = 0, se tendrá F (α0) = 0. En este anejo se va a hacer uso del ROM 0.3-91, concretamente se van a utilizar los registros de

observaciones visuales de oleaje para regímenes medios direccionales, agrupados en sectores predefinidos. Algunos autores sustituyen la función $F(\alpha_0)$ por un valor medio para introducir el efecto de la dispersión de oblicuidades en estos sectores.

Si el ángulo abarcado por cada sector es suficientemente pequeño, la contribución al transporte sólido también lo será, por reducirse el factor de oblicuidad, y por tanto, minimizarse el error introducido. Por todo esto, se decide utilizar la función de oblicuidad expuesta anteriormente pero utilizando los sectores más “pequeños” que permite la ROM, es decir agrupando las observaciones en sectores de 22.5° .

Desarrollando la fórmula del SPM, obtenemos:

$$Q \left[\frac{m^3}{año} \right] = 2030 * 10^3 * H_{s0}^{\frac{5}{2}} * (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} * \sin 2 \alpha_0$$

Es necesario indicar, en este punto, que la expresión del transporte sólido longitudinal de cada una de las direcciones del oleaje debe incorporar tres nuevos términos, que son:

- La probabilidad de presentación de altura de ola f .
- El factor K_0 , que representa las probabilidades de presentación de una determinada dirección del oleaje (es de P_{sector} que recoge la ROM 0.3-91).
- El factor de forma K_f , que representa la relación entre la amplitud del sector real donde se genera el transporte en un sentido dado y la del sector teórico de partida.

De esta forma, la fórmula a utilizar en este anejo para calcular el caudal sólido longitudinal es la siguiente:

$$Q \left[\frac{m^3}{año} \right] = 2030 * 10^3 * f * H_{s0}^{\frac{5}{2}} * (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} * \sin 2 \alpha_0 * K_0 * K_f$$

3. Cálculo del transporte sólido litoral.

Antes de comenzar el cálculo del transporte sólido paralelo a la costa se debe conocer algunos datos además de hacer algún comentario sobre determinados componentes de la fórmula anterior.

3.1. Clima marítimo. ROM 0.3-91.

Para el presente proyecto se va a utilizar la ROM 0.3-91, Oleaje del Clima Marítimo en el litoral Español, ya que las obras de protección y regeneración de playas requieren movimientos de tierras en zonas pertenecientes al dominio público marítimo terrestre.

Para la caracterización del Clima Marítimo del litoral español, este se divide en 10 áreas como se muestra en la siguiente figura. Respecto a nuestra región, el litoral valenciano está comprendido en el área VII.

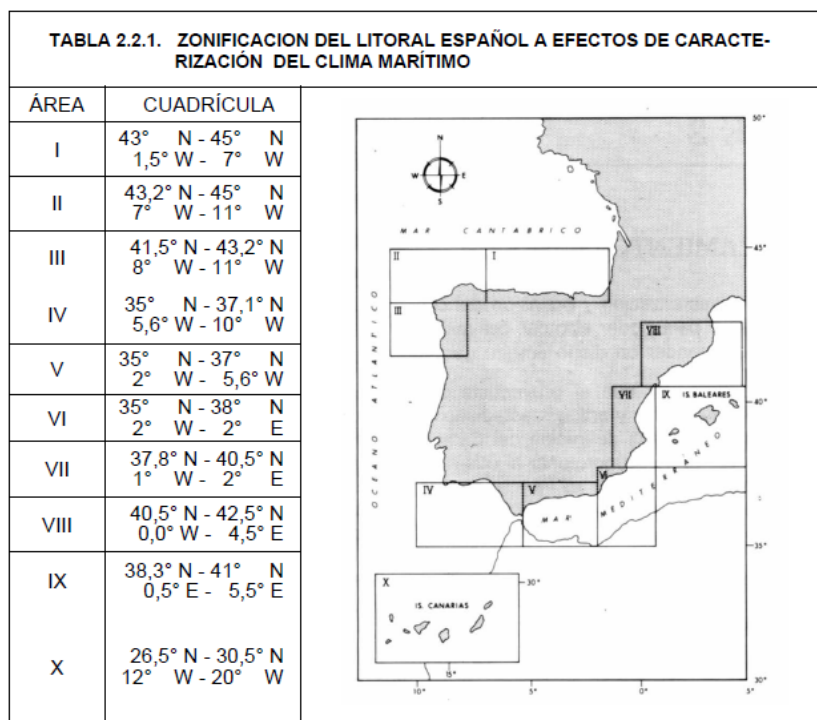


Figura 1 Zonificación del litoral español

Se utilizará el cuadro B, observaciones visuales: regímenes medios direccionales, del área VII de la ROM 0.3-91 (figura 2). De dicho cuadro se extra la probabilidad f de presentación de una determinada altura ola y los valores K_0 para cada uno de los diferentes sectores direccionales.

La construcción del cuadro B (figura 2) se ha realizado con datos visuales de oleaje en aguas profundas con información direccional y abarca todas las observaciones realizadas en el periodo comprendido entre 1950 y 1985.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TRANSPORTE, TERRITORIO Y URBANISMO.
PROYECTO DE ADECUACIÓN DE LA PLAYA DE SERRAGROSSA (ALICANTE)

Los distintos regímenes medios direccionales se presentan gráficamente en papel probabilístico lognormal cuyas ordenadas corresponden con la altura de ola visual (Hv) en metros, y cuyas abcisas son las probabilidades de no excedencia condicionadas a la probabilidad de presentación de la dirección analizada.

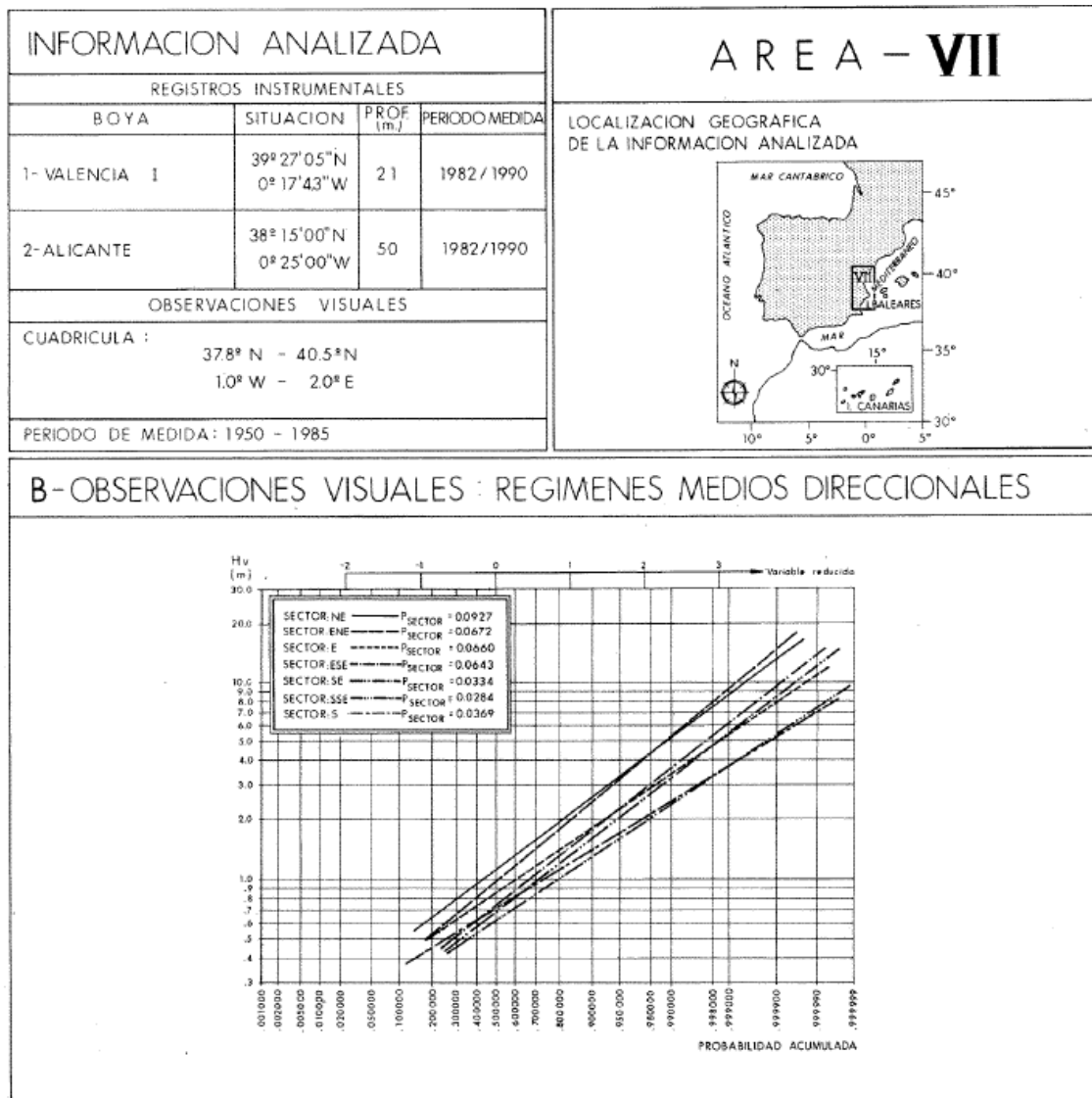


Figura 2 Información analizada. Área VII (1)

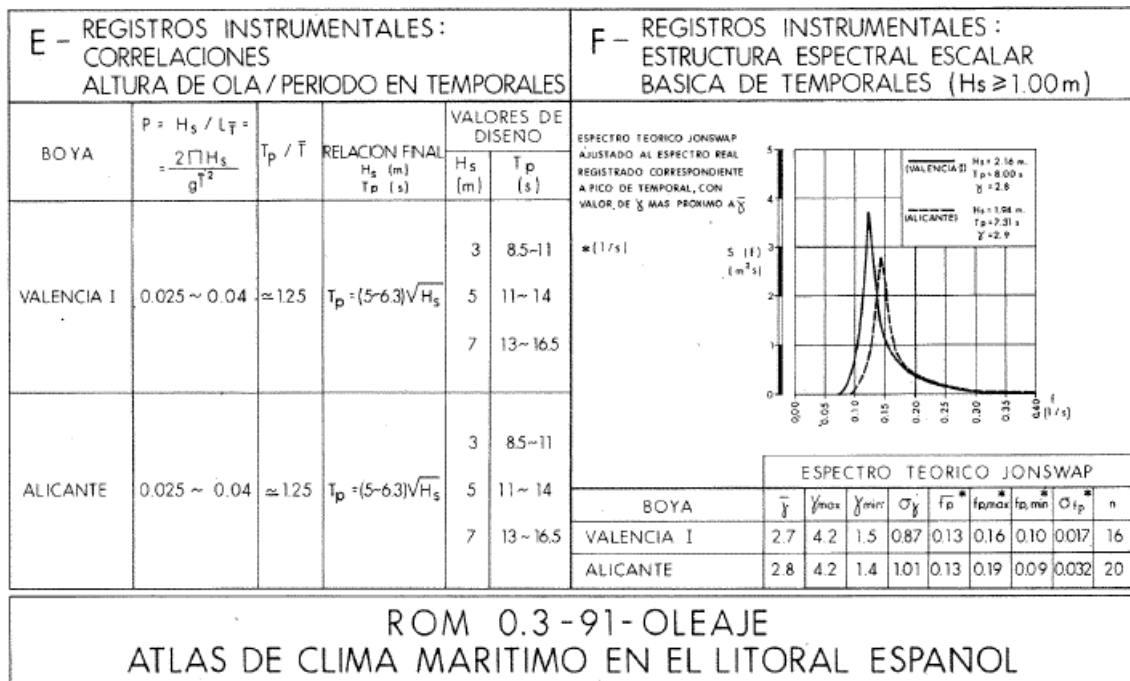


Figura 3 Información analizada. Área VII (2)

El cálculo del transporte de sedimentos paralelo a la orilla precisa como datos las características del oleaje en el punto de rotura. En este proyecto, en la línea de muchos otros relacionados con la Ingeniería de Costas, las observaciones visuales del oleaje reportadas por barcos en ruta son el único dato disponible.

Los regímenes medios direccionales del cuadro B son los regímenes anuales “Sea + Swell” de altura de ola visual. Éstos relacionan los diversos valores de la variable altura de ola visual con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en el año climático medio ni con oleaje Sea ni con oleaje Swell, para oleaje proveniente del sector direccional considerado. Se admite que los regímenes medios correspondientes al suceso unión “Sea + Swell” es el más parecido al correspondiente al estado real del mar.

3.2. Sectores y direcciones significativas.

Hay que hacer una consideración sobre los sectores que se van a utilizar en la aplicación de la fórmula de transporte de sedimentos. La información que suministra la ROM 0.3-91 ha sido agrupada en sectores de 22.5°, según las 16 direcciones significativas de la rosa del oleaje. Los cálculos de los regímenes medios de altura de ola visual se han realizado únicamente para aquellas direcciones que, debido a la configuración de la costa y a la situación de los puntos de medida, son relevantes para el proyecto. Concretamente, las direcciones de interés para la determinación de regímenes direccionales en el área VII abarcan las comprendidas entre NE y SSE recorriendo la rosa de oleaje en el sentido de las agujas del reloj, se muestra en la figura anterior.

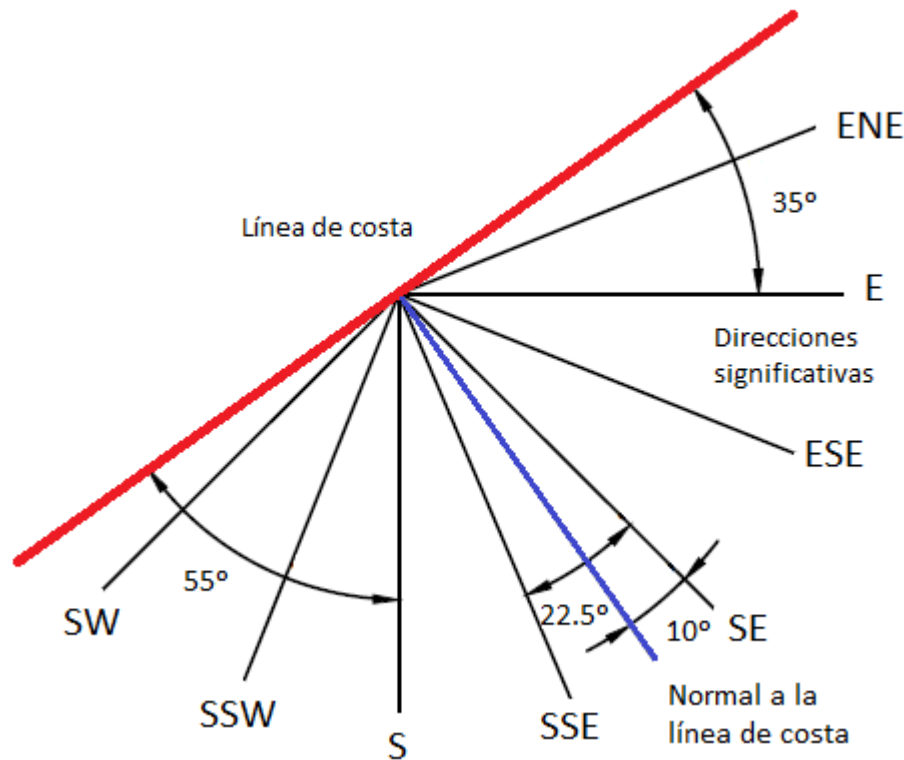


Figura 4 Direcciones significativas playa Serragrossa

Para nuestro estudio mantendremos la división realizada por la ROM 0.3-91 de 22.5° , para así no perder grado de detalle, en contra de lo que sería hacer otra división de 45° menos precisa como es obvio. Por lo tanto, se considerarán las direcciones ENE, E, ESE, SE, SSE y S, tal como se muestra en la figura.

En la ROM se han calculado los regímenes medios de altura de ola visual para las direcciones que se han considerado relevantes para el proyecto de obras marítimas, es decir, se tienen los datos de las direcciones desde el NE hasta el S, faltando los datos correspondientes a SSW y SW. No se puede, por lo tanto, incorporar estas dos direcciones en este estudio ya que la ROM no suministra información para obtener f y K_0 .

3.3. Orientación de la playa de Serragrossa.

La orientación de la playa de Serragrossa es $E-55^\circ-S$ tal y como se mencionó anteriormente. En la figura xx se muestra una imagen satélite en la que se puede observar como la línea de costa forma 55° en sentido horario con el Norte y como la normal a la línea de playa formará a su vez 55° con el Este.

Esta determinación debe ser lo más rigurosa posible, pues un error puede afectar de manera considerable a resultado final en el transporte de sedimentos. Es por ello que para los posteriores cálculos se supondrá una playa rectilínea de orientación $S-35^\circ-E$.

3.4. Factor de forma K_F .

El coeficiente de factor de forma representa la relación entre el sector real donde se genera el transporte en un sentido dado y el sector teórico de partida. Es un coeficiente de

minoración, que vale 1 cuando el sector representado por el ángulo medio de α_0 se corresponde con una de las direcciones principales de la rosa del oleaje, y en los demás casos se calcula como:

$$K_F = \frac{\text{Amplitud real del sector}}{22.5^\circ} = \frac{\theta_0}{22.5^\circ}$$

A la vista de la figura (observaciones visuales) se observa que la amplitud real de los sectores E, ESE, SE, SSE y S es de 22.5° . Mientras que para el sector ENE, debido a la influencia de la costa que evita que se considere la dirección NE, se ve aumentado hasta una amplitud de 23.75° .

Importante es saber que para la dirección SE hay que hacer un estudio más detallado. Pues el sector correspondiente a esta dirección es el que incluye a la perpendicular a la línea de costa. Es necesario, entonces, dividir el sector SE en dos subsectores porque el transporte sólido impulsado por el oleaje de cada uno de ellos tendrá sentido contrario. De esta manera, el primer subsector SE-1 con dirección N – S tiene una amplitud de 21.25° , mientras que para el subsector SE-2 con dirección S – N es de 1.25° .

3.5. Relación $H_{S0} - H_v$.

En la fórmula del transporte sólido longitudinal se emplean valores de altura de ola significativa H_{S0} que deben ser obtenidos a partir de los datos de altura de ola visual H_v . Los intentos que se han llevado a cabo para correlacionar estas dos variables han dado lugar a un elevado número de relaciones empíricas que, en la mayoría de las veces, poco o nada tienen que ver entre sí. Concretamente, la ROM 0.3-91 propone la relación:

$$H_{S0} = H_v$$

Esta relación ha dado en general buenos resultados en el litoral español, y la ROM recomienda su aplicación. Además, establece que se pueden utilizar otras relaciones empíricas de validez reconocida, como son:

- Nordestrom: $H_{S0} = 1.68 \cdot (H_v)^{0.75}$

- Cartwright: $H_{S0} = 0.59 \cdot H_v$

- Hogben-Lumb: $H_{S0} = 1.23 + 0.88 \cdot H_v$

Esta variedad existente entre las diferentes relaciones empíricas de alturas de ola significativa y visual puede explicarse teniendo en cuenta que las relaciones obtenidas entre ambos parámetros están considerablemente influenciadas por la zona donde se lleven a cabo las medidas, dependiendo éstas a su vez de factores concretos. Estos pueden ser la amplitud de la cuadrícula donde se toman las observaciones, la distancia a la costa de la boya medidora de oleaje, rutas de navegación que pasan por la zona, etc. La ROM avisa que para emplear estas funciones hay que contrastar su validez a través de datos instrumentales registrados en el área analizada.

3.6. Discretización de H_v .

Como se puede observar en el cuadro B de observaciones visuales del anejo de la ROM para el área VII, de nuevo abajo mostrado, la probabilidad de no excedencia de $H_v = 3$ m es superior al 90% para todas las direcciones llegando al 99.6% para el sector SSE.

Para el caso de $H_v = 1.5$ m la misma probabilidad oscila entre el 60% para la dirección NE y el 92% en la dirección SSE. Estos datos conducen a pensar que tenemos dos opciones:

- Mayor discretización para valores de H_v menores de 1.5 metros.
- No contemplar los casos con H_v mayores de 3 metros, ya que parece que su escasa probabilidad de presentación moviliza un transporte de sedimentos despreciable.

La segunda opción no es válida ya que en otros estudios se ha constatado que no introducir en el cálculo las olas producidas por grandes temporales cuyas H_v son mayores de 3m, producirá fuertes distorsiones en los resultados. Esto es debido a que la componente neta del transporte de un año particular, depende en gran medida de las características de sus máximos temporales anuales, pudiendo producirse que en un solo día, un temporal especialmente duro pueda transportar los sedimentos del año medio. De ahí la importancia de tener en cuenta dichos valores de H_v . Por otro lado la primera de las reflexiones es acertada y será la empleada en los cálculos de este anejo.

Se realizará por lo tanto, la discretización de H_v en un apartado posterior. Donde se ha primado que el estudio abarque hasta el valor de altura de ola visual de 5.0m acorde a lo expuesto en el anejo nº2 de dinámica litoral.

4. Tablas de resultados.

En primer lugar, se muestran los valores de parámetros que intervienen en la fórmula del SPM para cada una de las direcciones estudiadas. La fórmula se recuerda a continuación:

$$Q \left[\frac{m^3}{año} \right] = 2030 * 10^3 * f * H_{s0}^{\frac{5}{2}} * (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} * \sin 2 \alpha_0 * K_0 * K_f$$

	α_0	α_0	$K_0 (P_{sector})$	K_f
Normal a línea de costa	N 145°	-	-	-
ENE	N 67,5°	77,5°	0,0672	1
E	N 90°	55°	0,0660	1
ESE	N 112,5°	32,5°	0,0643	1
SE-1	N 135°	10°	0,0334	0,944
SE-2	N 135°	10°	0,0334	0,056
SSE	N 157,5°	12,5°	0,0284	1
S	N 180°	35°	0,0369	1

Tabla 1 Parámetros de la fórmula del SPM

En el apartado 3.6 se hacía una reflexión acerca de la discretización de H_v , altural de ola visual. En la siguiente tabla se proporciona para la discretización adoptada, los valores de H_{s0} , altura de ola significativa para cada una de las fórmulas que relacionan ambas variables y que se han visto en el apartado 4.5 de este anejo. Se realizarán los cálculos de transporte hasta una altura de ola significativa de 5 m para obtener una estimación del transporte extremal, consecuente con el régimen de oleaje de la zona y su aproximación razonable al comportamiento real de la playa.

H_v	$H_{s0}=H_v$	Nordestrom	Cartwright	Hogben-Lumb
0,5	0,5	1,00	0,30	1,67
1	1	1,68	0,59	2,11
1,5	1,5	2,28	0,89	2,55
2	2	2,83	1,18	2,99
2,5	2,5	3,34	1,48	3,43
3	3	3,83	1,77	3,87
3,5	3,5	4,30	2,07	4,31
4	4	4,75	2,36	4,75
4,5	4,5	5,19	2,66	5,19
5	5	5,62	2,95	5,63

Tabla 2 Valores de H_{s0} para cada una de las formulas

En la siguiente tabla se muestran los valores del factor f para cada valor de altura de ola significativa (H_{s0}) y dirección de propagación del oleaje. Estos valores se han obtenido de los datos facilitados por el punto SIMAR (2079100) perteneciente a la red de Puertos del Estado.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TRANSPORTE, TERRITORIO Y URBANISMO.
PROYECTO DE ADECUACIÓN DE LA PLAYA DE SERRAGROSSA (ALICANTE)

i/H_{50}	0,5	1	1,5	2	2,5	3
ENE	0,370	0,475	0,115	0,029	0,008	0,002
E	0,440	0,472	0,066	0,016	0,005	0,002
ESE	0,617	0,355	0,026	0,001	0,001	0
SE	0,779	0,209	0,010	0,001	0,001	0
SSE	0,786	0,197	0,015	0,002	0	0
S	0,648	0,313	0,032	0,005	0,001	0

Tabla 3 Valores factor F

Por tanto, ya están todos los factores necesarios calculados, ya solo resta aplicar la fórmula. Esta se aplicará separadamente en función del H_{50} y la dirección de propagación del oleaje. Y, luego, se realizará un sumatorio con todos ellos que determinarán el transporte total.

A la hora de definir el transporte hay que distinguir entre dos tipos: bruto y neto. El bruto es la capacidad total que se tiene de movilizar arena entre los dos sentidos; mientras que el neto es la diferencia entre los dos sentidos de transporte existentes, en este caso N-S y S-N. Como ya se ha comentado anteriormente, en nuestro caso el transporte predominante será N-S.

A continuación se muestran los resultados obtenidos. Hay que aclarar que estos no dejan de ser más que una aproximación al fenómeno real. A su vez, es una capacidad de transporte que tiene la costa de movilizar sedimentos de forma anual. Cabe decir, que esta capacidad en realidad está limitada por la existencia de espigones, así como por el Cabo de la Huerta en nuestro caso.

Sector	$Q(m^3/año)$	Sentido
ENE	5.683	N-S
E	21.131	N-S
ESE	8.127	N-S
SE-1	1.267	N-S
SE-2	75	S-N
SSE	1.199	S-N
S	6.952	S-N
Caudal bruto	44.434	-
Caudal neto	27.982	N-S

Tabla 4 Transporte longitudinal obtenido

Obtenemos tras los cálculos unos resultados para el transporte de sedimentos bruto de $44.434 m^3/año$, mientras que el transporte neto, tras los estudios realizados tiene sentido N-S y un caudal de $27.982 m^3/año$.

5. Transporte normal a la costa.

En este apartado, no aproximaremos al fenómeno del transporte normal a la costa de forma cualitativa. En nuestro caso, cobra especial interés por la presencia del campo de espigones que pueden inducir corrientes transversales, agentes importantes en el transporte transversal. Aunque no se vaya a estimar el efecto que pueden tener, es importante tenerlo en cuenta para su futura regeneración.

El transporte transversal de sedimentos es el principal causante de los cambios de perfil de la playa. Por ello, los cambios en el perfil no pueden ser entendidos hasta que no se comprendan los detalles del transporte normal a la costa. Ello depende, por supuesto, del conocimiento de las corrientes costeras, ya comentadas anteriormente, como del patrón de movimiento asimétrico-orbital de las ondas poco profundas que se forman en la zona de rompientes.

Sobre las corrientes costeras cabe destacar la existencia de las denominadas:

- Rip currents de erosión.
- Rip currents de acreción.

Las corrientes de erosión se inician en pleamares. Se encuentran ampliamente espaciadas en las playas. Se incrementan en tamaño e intensidad, aunque disminuyen en número, con el crecimiento de las olas. Sus persistencias, tanto en el espacio como en el tiempo, resultan altamente variables. Mantienen sus localizaciones solamente desde unas horas a varios días, excepto cuando están controladas topográficamente. Desaparecen cuando la playa ha alcanzado una situación de completa erosión.

Las corrientes de acreción se relacionan con aquellas playas que tienden a desarrollar barras. Con frecuencia, estas corrientes siguen, en el tiempo, a las de erosión. Son más estrechas y menos intensas que las de erosión. Pueden quedar encajonadas con el crecimiento topográfico de la playa. Prevalecen relativamente, tanto en el espacio como en el tiempo, durante condiciones de olas estables, o de decaimiento energético. Si se prolongan las condiciones favorables de oleaje, las corrientes mantienen sus localizaciones desde varios días a semanas, e incluso a meses. Desaparecen en la marea baja, cuando sus canales se colmatan. Durante marea alta y con temporales, estos rip currents son susceptibles de destruirse.

Estas corrientes provocan un movimiento oscilatorio que levanta el sedimento del fondo y, cuando se invierte, se forma un remolino que agita el sedimento en suspensión. De este movimiento resulta la formación de rizos (ripples) en el lecho sedimentario. Estos rizos favorecen una mayor turbulencia del agua que tiende a mantener el sedimento en suspensión durante un periodo más largo en cada oscilación.

6. Conclusiones.

La determinación del transporte sólido litoral supone el establecimiento de dos aspectos, la cuantificación y su sentido. Con respecto a la cuantificación hay que apuntar que el valor que puede llegarse a establecer debe entenderse como capacidad potencial de transporte, y nunca como un valor exacto e inamovible. De la contrastación de los resultados, los valores obtenidos por varias fuentes y la calibración del método, se puede tener una mejor o peor aproximación a la realidad.

El aspecto del sentido es también importante. Según se puede observar en los cuadros mostrados en este anejo, los caudales de transporte sólido litoral bruto y neto son bastante dispares. De este dato se puede extraer que en la zona tratada existe un transporte longitudinal de sedimentos relativamente importante hacia el sur. Por lo tanto, es algo a tener en cuenta en la determinación de la afección sobre el litoral de determinadas obras costeras.

Utilizando la fórmula para transporte sólido longitudinal que proporciona el SPM que sitúa el transporte sólido litoral con valores entre los criterios de Nordestrom y de Hogben-Lumb, se han obtenido los siguientes valores:

$$Q_{bruto} = 44.434 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q_{neto} = 27.982 \text{ m}^3/\text{año}$$