



## Anejo 8. Transporte de sedimentos

## Índice

|   |    |
|---|----|
| 1. OBJETO .....                                       | 1  |
| 2. INTRODUCCIÓN.....                                  | 1  |
| 3. LÍMITES DE OLAJE INCIDENTES.....                   | 2  |
| 4. TRANSPORTE LONGITUDINAL.....                       | 3  |
| 5. ALTURAS DE OLAJE Y FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN..... | 6  |
| 6. CÁLCULO TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL. ....            | 7  |
| 7. CONCLUSIONES.....                                  | 10 |

## 1. OBJETO

El anejo de Transporte de Sedimentos tiene por objeto determinar el caudal transportado de sedimentos a lo largo de la costa de Almenara y así estudiar las posibles regeneraciones de la playa.

El transporte de sedimentos se produce debido a la incidencia del oleaje en la costa, transportando los sedimentos a otros puntos, lo que produce la alteración de la línea de costa.

Por tanto, es fundamental calcular el caudal de transporte de sólidos, para ello es necesario conocer el ángulo de incidencia del oleaje frente a la franja litoral.

Por último, cabe destacar que para el cálculo del transporte de sedimentos se va a emplear el "Método del flujo de energía" CERC (Coastal Engineering Research Center, 1984), un método basado en la proporcionalidad entre el transporte de sedimentos y la energía paralela a la costa en la zona de rompientes.

## 2. INTRODUCCIÓN

El movimiento de sedimentos puede estudiarse en dos zonas, una se experimenta en las zonas más próximas a la costa "onshore", y otra en las zonas más alejadas de ésta "offshore", distanciadas entre ellas por la profundidad de cierre.

En la zona alejada "offshore" los sedimentos se mueven transversalmente en el perfil de la playa siendo arrastrados por los movimientos oscilatorios de las olas.

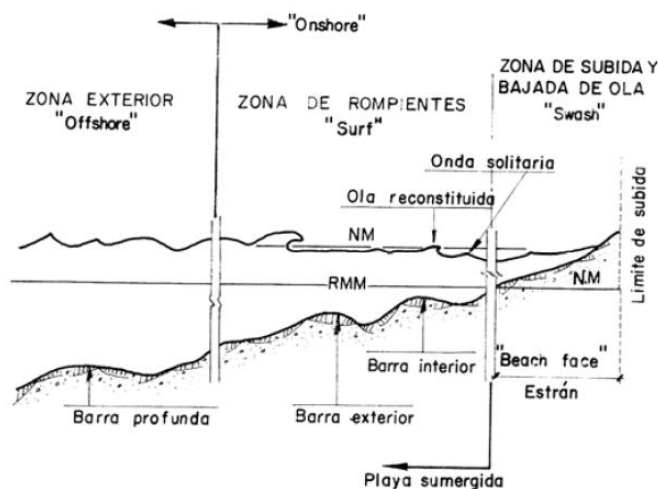


Figura 1. Distribución transversal de la zona costera (R. del Moral, 1978).

Por otra parte, el transporte de sedimentos en las zonas cercanas a la costa tiene dos componentes. Una primera en la cual se produce un zig-zag, tal y como se puede observar en la Figura2, producido por el run-up de las olas, ya que cuando una ola se queda sin energía en la orilla se produce un retroceso en la línea de mayor pendiente hacia el mar, provocando que las partículas de agua sean arrastradas por la siguiente ola que le alcanza.

La siguiente forma de transporte se da por la acción longitudinal del oleaje incidente, induciendo a una corriente prácticamente permanente en el tiempo.

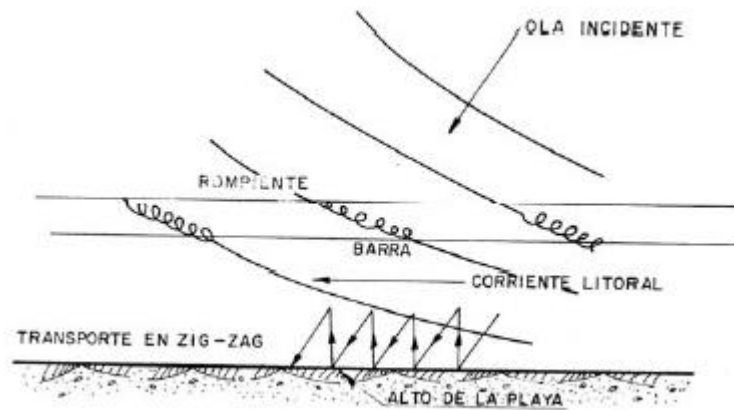


Figura 2. Movimiento del sedimento por incidencia oblicua del oleaje (R. del Moral, 1978).

### 3. LÍMITES DE OLAJE INCIDENTES

Los límites del oleaje resultan importantes debido a la influencia en las direcciones de oleaje, altura y periodicidad que incide sobre la playa de estudio.

Estos límites de incidencia de oleaje se forman por dos líneas, una que va en dirección norte y otra que va en dirección sur, con inicio en la costa de estudio y siendo ambas tangentes al punto que obstaculiza el oleaje.

Las líneas de los límites de incidencia toman origen en la costa de Casablanca y su punto de tangencia depende de la distancia que se considere adecuada para la generación de oleajes Sea, de temporal o Swell, de fondo.

Para este anejo se consideran los oleajes tipo Swell, que son los que precisan de mayor trayecto para su generación.

A continuación, se muestra una tabla con los ángulos característicos pertenecientes a cada uno de los límites, ángulo de la costa y ángulo que forma la normal a la costa.

Estos ángulos característicos se realizan respecto al norte.

| Elemento   | $\Theta_{R1}$ | $\Theta_{R2}$ | $\Theta_{COSTA}$ | $\Theta_{NORMAL}$ |
|------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
| Ángulo (°) | 208           | 39            | 28               | 118               |

Tabla 1. Ángulos característicos.

En la Figura 3 se muestra las líneas límites que se consideran para la costa de la playa de Casablanca (Almenara), así como la línea de costa y la normal a ésta.

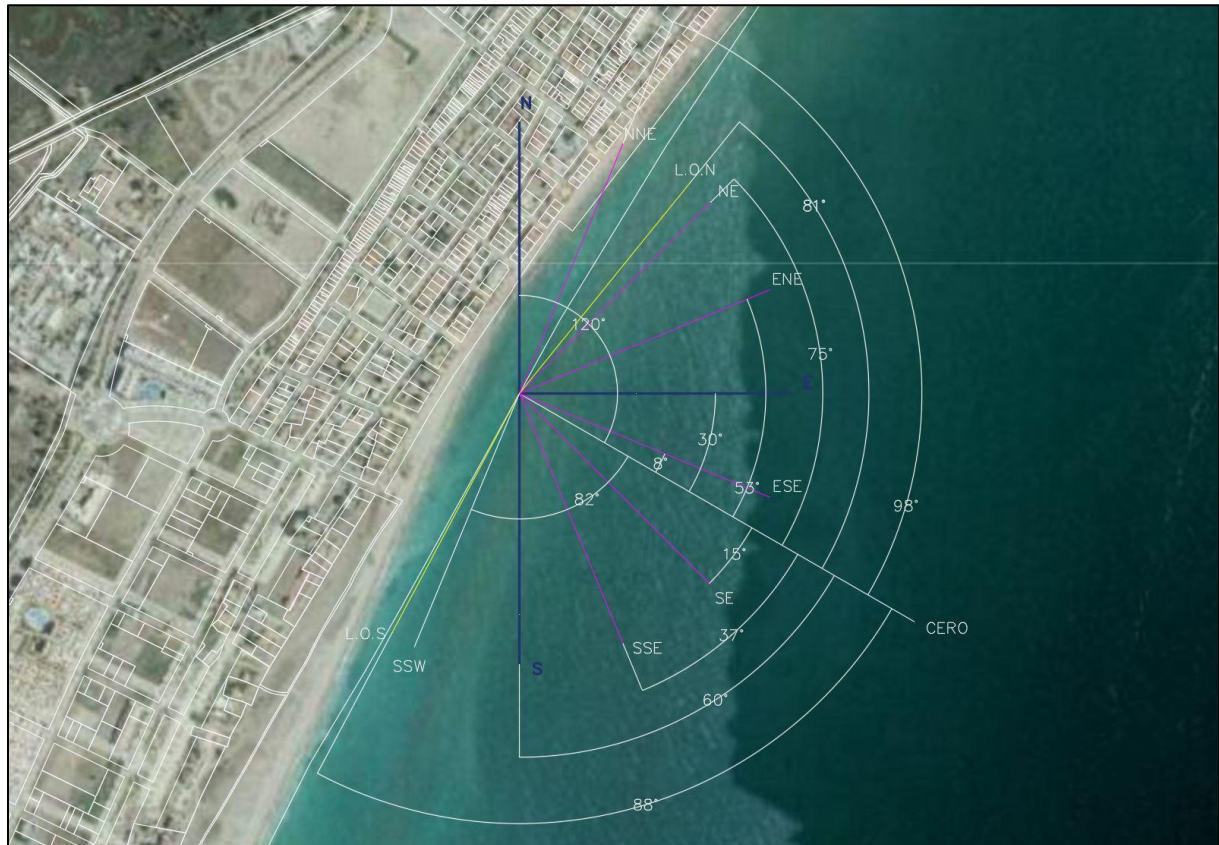


Figura 3. Líneas de los límites de incidencia

#### 4. TRANSPORTE LONGITUDINAL

Para el cálculo del transporte de sedimentos se va a emplear el “Método del flujo de energía” CERC (Coastal Engineering Research Center, 1984), un método basado en la proporcionalidad entre el transporte de sedimentos y la energía paralela a la costa en la zona de rompientes.

El oleaje incidente se descompone en dos, generando un oleaje paralelo a la línea de costa, llamado oleaje longitudinal y, por otra parte, se genera un oleaje perpendicular a la costa, llamado oleaje transversal. Estos oleajes crearán distintos movimientos de transporte de sedimentos.

La incidencia del oleaje sobre la costa sigue el siguiente esquema:

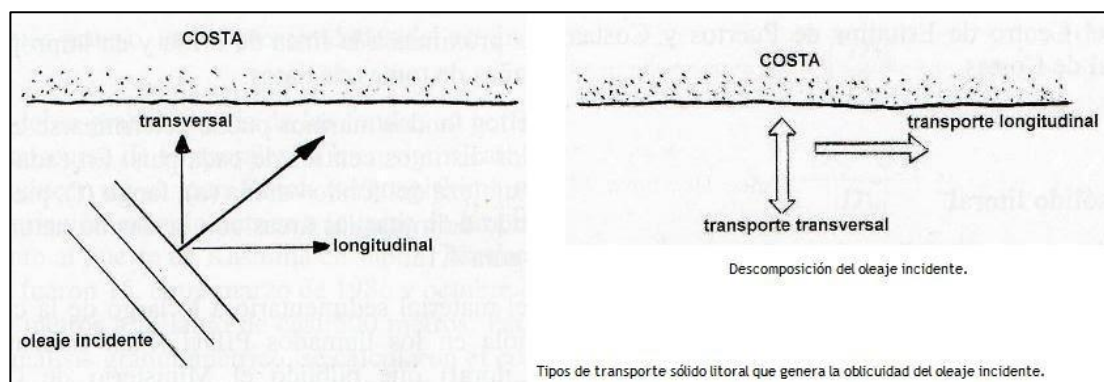


Figura 4. Formas de incidencia del oleaje sobre la costa

El movimiento longitudinal del transporte tiene mayor importancia que el transporte transversal en asuntos de problemática costera y transformaciones morfodinámicas de las playas.

Por tanto, es muy importante conocer los ángulos de incidencia del oleaje, ya que dependiendo del ángulo se producirá mayor o menor transporte longitudinal, siendo menos determinantes los oleajes más perpendiculares a la línea de costa.

Se define por tanto  $Q_t$  como el caudal de transporte sólido litoral transversal, mientras que  $Q_l$  se conoce como el caudal de transporte sólido litoral longitudinal.

Cabe destacar que para el cálculo del transporte longitudinal se debe calcular el Caudal longitudinal bruto ( $Q_{l,b}$ ) así como el Caudal longitudinal neto ( $Q_{l,n}$ ). Esto es debido a que el transporte longitudinal puede variar en función de la dirección del oleaje transversal.

Para su cálculo se ha procedido al método del flujo de energía, que define el volumen transportado proporcional al flujo de energía de ola.

El flujo de energía de ola viene definido por:

$$P_b = (EC_g)_b \cos \alpha_b \begin{cases} E_b = \frac{\rho g H_b^2}{8} \text{ (Energía de la ola en rotura)} \\ C_{gb} = \sqrt{g d_b} = \sqrt{\frac{g H_b}{k}} \text{ (Celeridad del grupo de ola)} \end{cases}$$

El flujo de energía por unidad longitudinal de playa ( $P_l$ ) se obtiene a partir de del flujo de energía de ola, multiplicándola por el seno del ángulo del frente de ola en rotura con la costa para dar la componente únicamente longitudinal.

$$P_l = (EC_g)_b \cos \alpha_b \sin \alpha_b$$

Donde el término  $(EC_g)_b$  se corresponde con el flujo de energía de oleaje en la zona de rotura.

Al tener considerarse una proporcionalidad directa entre la tasa de transporte de sedimento sumergido ( $I_l$ ) y el flujo de energía por unidad longitudinal de playa ( $P_l$ ), los dos términos tienen las mismas unidades de medición (N/s).

A la siguiente proporcionalidad se le denomina “ecuación de CERC”.

$$I_l = K P_l$$

Siendo K un coeficiente de proporcionalidad adimensional.

La tasa de transporte de sedimento sumergido ( $I_l$ ) se relaciona con la densidad del sedimento sumergido, densidad del agua, porosidad y volumen sólido del transporte.

$$I_l = (\rho_s - \rho) g (1 - p) Q_l$$

Despejando de la ecuación anterior ( $Q_l$ ), es decir, la cantidad de material transportado a lo largo de la costa, y sustituyendo la tasa de transporte de sedimento sumergido ( $I_l$ ):

$$Q_l = \frac{K (EC_g)_b \cos \alpha_b \sin \alpha_b}{(\rho_s - \rho) g (1 - p)}$$

A continuación, sustituyendo la energía de ola en rotura y la celeridad del grupo de ola se obtiene la siguiente ecuación:

$$Q_l = \frac{K(\rho\sqrt{g})}{16\sqrt{k}(\rho_s - \rho)(1 - p)} H_b^{\frac{5}{2}} \sin 2\alpha_b$$

Nótese que  $\frac{1}{2} \sin 2\alpha_b$  aparece como la multiplicación de  $\cos \alpha_b \sin \alpha_b$ .

El coeficiente de proporcionalidad utilizado en la formulación de CERC al utilizar alturas de ola significantes es el siguiente.

$$K_{SPM,rms} = 0,92$$

$$K_{SPM,m0} = K_{SPM,s} = 0,92 \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right)^{\frac{5}{2}} = 0,39$$

Para los siguientes valores se toman valores medios de arenas de cuarzo:

$$\rho_s = 2.650 \frac{kg}{m^3} \text{ (densidad del sedimento)}$$

$$\rho = 1.025 \frac{kg}{m^3} \text{ (densidad del agua)}$$

$$p = 0,4 \text{ (porosidad del sedimento)}$$

$$k = 0,78 \text{ (índice de rotura)}$$

Finalmente, al sustituir todos los valores en la ecuación la cantidad de material transportado a lo largo de la costa ( $Q_l$ ), se obtiene de la siguiente forma:

$$Q_l = 0,091 H_b^{\frac{5}{2}} \sin 2\alpha_b$$

$$Q_l = 28,66 \cdot 10^5 H_b^{\frac{5}{2}} \sin 2\alpha_b$$

Al tratarse de valores de altura de ola en aguas profundas, concretamente de la SIMAR 2086116, se debe aplicar la formulación de CERC en aguas profundas, y para ello se aplica la siguiente variación.

$$P_b = P_0 \rightarrow (EC_g)_b \cos \alpha_b = (EC_g)_0 \cos \alpha_0$$

$$\sin \alpha_b = \frac{C_b}{C_0} \sin \alpha_0$$

Por tanto:

$$P_l = E_0 (C_0)_g \left( \frac{C_b}{C_0} \right) \cos \alpha_0 \sin \alpha_0$$

Siendo la correlación entre celeridades de ola y de grupo de 0.5 en profundidades indefinidas y 1 en profundidad de rotura.

$$P_l = \frac{1}{2} E_0 C_b \cos \alpha_0 \sin \alpha_0 = \frac{1}{16} \rho g H_0^2 \sqrt{\frac{H_b g}{k}} \cos \alpha_0 \sin \alpha_0$$

$$H_b = K_s K_r H_0$$



Siendo  $K_s$  el coeficiente de Shoaling y  $K_r$  el coeficiente de refracción que puede ponerse como:

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_0}}$$

Finalmente, la ecuación la cantidad de material transportado a lo largo de la costa ( $Q_l$ ), se obtiene de la siguiente forma:

$$Q_l = \frac{K(\rho \sqrt{g K_s})}{32 \sqrt{k}(\rho_s - \rho)(1 - p)} H_0^{\frac{5}{2}} (\cos \alpha_0)^{\frac{5}{2}} \sin 2\alpha_0$$

$$Q_l = 0,052 H_0^{\frac{5}{2}} (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} \sin 2\alpha_0 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q_l = 16,34 \cdot 10^5 H_0^{\frac{5}{2}} (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} \sin 2\alpha_0 \left( \frac{m^3}{año} \right)$$

## 5. ALTURAS DE OLAJE Y FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN.

Las frecuencias de oleaje por altura de ola significativa y direcciones se obtienen de la página de Puertos del Estado del Ministerio de Fomento, y son las siguientes:

| EFICACIA 82.6% |         | Hs (m) |       |       |       |       |       |       |       |     |     |       | TOTAL  |
|----------------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|--------|
| AÑO 2018       |         | <= 0.5 | 1.0   | 1.5   | 2.0   | 2.5   | 3.0   | 3.5   | 4.0   | 4.5 | 5.0 | > 5.0 |        |
| calmas/calms   |         | 5.016  |       |       |       |       |       |       |       |     |     |       | 5,016  |
| Dir            | N 0     | 0.069  | 0.387 | 0.193 | 0.014 | 0.014 | ---   | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 0.677  |
|                | NNE 22  | 0.622  | 1.658 | 0.926 | 0.442 | 0.111 | 0.083 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 3,841  |
|                | NE 45   | 2.791  | 3.662 | 2.639 | 1.368 | 0.387 | 0.111 | 0.014 | 0.069 | --- | --- | ---   | 11,040 |
|                | ENE 67  | 5.693  | 7.130 | 3.164 | 1.631 | 0.497 | 0.041 | 0.014 | 0.083 | --- | --- | ---   | 18,253 |
|                | E 90    | 7.061  | 3.952 | 0.719 | 0.221 | ---   | ---   | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 11,952 |
|                | ESE 112 | 6.121  | 3.220 | 0.373 | 0.014 | 0.055 | 0.014 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 9,797  |
|                | SE 135  | 6.950  | 4.132 | 0.359 | 0.097 | ---   | 0.014 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 11,552 |
|                | SSE 157 | 5.956  | 5.582 | 0.691 | 0.152 | 0.028 | 0.028 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 12,436 |
|                | S 180   | 0.622  | 1.492 | 0.788 | ---   | 0.014 | 0.014 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 2,929  |
|                | SSW 202 | 0.373  | 1.092 | 0.497 | 0.028 | 0.014 | ---   | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 2,004  |
|                | SW 225  | 0.691  | 2.390 | 1.285 | 0.304 | 0.111 | 0.014 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 4,795  |
|                | WSW 247 | 0.290  | 2.045 | 1.603 | 0.484 | 0.069 | 0.028 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 4,518  |
|                | W 270   | 0.124  | 0.318 | 0.193 | ---   | ---   | 0.014 | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 0.649  |
|                | WNW 292 | 0.041  | 0.041 | 0.097 | 0.069 | 0.014 | ---   | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 0.263  |
|                | NW 315  | 0.028  | 0.055 | 0.083 | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 0.166  |
|                | NNW 337 | 0.028  | 0.041 | 0.041 | ---   | ---   | ---   | ---   | ---   | --- | --- | ---   | 0.111  |
| 37,460+ 5,016  |         | 13.652 | 4,822 | 1,313 | 0.359 | 0.028 | 0.152 | ---   | ---   | --- |     |       | 100%   |

Tabla 2. Frecuencias de presentación de oleajes. Fuente Puertos del Estado.



Al utilizar el rango de oleajes incidentes en la zona de estudio, obtenido en el anejo de dirección del flujo medio de energía, las frecuencias son las siguientes al trasponerlas:

| <b>Hs (m)</b>              | <b>NE</b>     | <b>ENE</b>    | <b>E</b>      | <b>ESE</b>   | <b>SE</b>     | <b>SSE</b>    | <b>S</b>     | <b>SSW</b>   |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| <b><math>\alpha</math></b> | <b>45</b>     | <b>67.5</b>   | <b>90</b>     | <b>112.5</b> | <b>135</b>    | <b>157.5</b>  | <b>180</b>   | <b>202.5</b> |
| 0.5                        | 2.791         | 5.693         | 7.061         | 6.121        | 6.950         | 5.956         | 0.622        | 0.373        |
| 1                          | 3.662         | 7.130         | 3.952         | 3.220        | 4.132         | 5.582         | 1.492        | 1.092        |
| 1.5                        | 2.639         | 3.164         | 0.719         | 0.373        | 0.359         | 0.691         | 0.788        | 0.497        |
| 2                          | 1.368         | 1.631         | 0.221         | 0.014        | 0.097         | 0.152         | ---          | 0.028        |
| 2.5                        | 0.387         | 0.497         | ---           | 0.055        | ---           | 0.028         | 0.014        | 0.014        |
| 3                          | 0.111         | 0.041         | ---           | 0.014        | 0.014         | 0.028         | 0.014        | ---          |
| 3.5                        | 0.014         | 0.014         | ---           | ---          | ---           | ---           | ---          | ---          |
| 4                          | 0.069         | 0.083         | ---           | ---          | ---           | ---           | ---          | ---          |
| 4.5                        | ---           | ---           | ---           | ---          | ---           | ---           | ---          | ---          |
| 5                          | ---           | ---           | ---           | ---          | ---           | ---           | ---          | ---          |
| 5                          | ---           | ---           | ---           | ---          | ---           | ---           | ---          | ---          |
| <b>TOTAL</b>               | <b>11.041</b> | <b>18.253</b> | <b>11.953</b> | <b>9.797</b> | <b>11.552</b> | <b>12.437</b> | <b>2.930</b> | <b>2.004</b> |

Tabla 3. Frecuencias de presentación. Rango oleajes incidentes. Fuente Puertos del Estado.

## 6. CÁLCULO TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL.

Por último, para obtener los  $m^3$  de sedimento transportado a lo largo de la costa, el procedimiento consiste en la aplicación de la ecuación obtenida en el apartado 3 “cálculo del transporte longitudinal” a las distintas alturas de ola significantes, ángulos de incidencia y probabilidades de ocurrencia. Para ello, el primer paso es obtener el ángulo, refiriéndolo los ángulos incidentes del oleaje a la normal a la línea de costa. Por tanto, se debe hacer la siguiente variación:

$$\alpha_c = \theta_n - \alpha$$

Siendo:

$\alpha_c$  el ángulo para el cálculo del transporte longitudinal.

$\theta_n$  es el ángulo que forma la normal a la costa y el norte.

$\alpha$  el ángulo que forma la ortogonal del frente de ola con el norte.

Al ser el ángulo que forma la normal a la costa y el norte  $120^\circ$  ( $\theta_n$ ), los ángulos referidos a la normal de la línea de costa son los siguientes:

| <b>NE</b> | <b>ENE</b> | <b>E</b> | <b>ESE</b> | <b>SE</b> | <b>SSE</b> | <b>S</b> | <b>SSW</b> |
|-----------|------------|----------|------------|-----------|------------|----------|------------|
| 75        | 53         | 23       | 8          | -15       | -37        | -60      | -88        |

Tabla 4. Ángulos referidos a la normal de la costa.

Para la obtención del transporte de sedimentos se debe aplicar ahora la formulación de CERC, la cual se ha conseguido anteriormente en el tercer apartado del presente anejo.

Además de utilizar la formulación, cada altura de ola y dirección llevan consigo una probabilidad de ocurrencia la cual debe ser multiplicada en el transporte ( $K_p$ ).

Además, existe el factor de dirección ( $K_g$ ), el cual representa la relación entre el sector que genera transporte sólido en un sentido y la totalidad del sector. Es decir, se dividirá el ángulo que se forma entre sectores en caso de cortar una línea de límite, entre el total del sector.

$$k_g = \theta/22.5$$

Resultando la ecuación del transporte de la siguiente manera:

$$Q_l = 16,34 \cdot 10^5 H_0^{\frac{5}{2}} (\cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} \sin 2\alpha_0 \left( \frac{m^3}{año} \right) Kp. Kg$$

| Hs(m)    | NE        | ENE       | E         | ESE      | SE        | SSE        | S         | SSW      |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| $\alpha$ | 75        | 53        | 23        | 8        | -15       | -37        | -60       | -88      |
| 0.5      | 3,323.1   | 14,420.4  | 16,385.9  | 3,368.1  | -11,096.4 | -15,827.1  | -1,234.2  | -115.5   |
| 1        | 24,664.7  | 102,164.5 | 51,879.5  | 10,022.8 | -37,319.4 | -83,909.7  | -16,746.7 | -1,912.6 |
| 1.5      | 48,980.7  | 124,932.4 | 26,009.7  | 3,199.4  | -8,935.0  | -28,623.9  | -24,373.4 | -2,398.8 |
| 2        | 52,121.7  | 132,202.4 | 16,411.4  | 246.5    | -4,955.9  | -12,925.3  | 0         | -277.4   |
| 2.5      | 25758.4   | 70374.7   | 0         | 1691.8   | 0         | -4159.4    | -1552.9   | -242.3   |
| 3        | 11654.2   | 9157.9    | 0         | 679.3    | -1971.1   | -6561.2    | -2449.6   | 0        |
| 3.5      | 2161.0    | 4597.4    | 0         | 0        | 0         | 0          | 0         | 0        |
| 4        | 14871.6   | 38057.3   | 0         | 0        | 0         | 0          | 0         | 0        |
| 4.5      | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0          | 0         | 0        |
| 5        | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0          | 0         | 0        |
| 5        | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0          | 0         | 0        |
| TOTAL    | 183,535.2 | 495,906.9 | 110,686.6 | 19,207.8 | -64,277.8 | -152,006.6 | -46,356.8 | -4,946.7 |

Tabla 5. Transporte sólido litoral por dirección y altura

| Hs(m)    | NE        | ENE       | E         | ESE     | SE        | SSE        | S         | SSW      |
|----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|----------|
| $\alpha$ | 75        | 53        | 23        | 8       | -15       | -37        | -60       | -88      |
| Kg+      | 0.650     | 1.00      | 1.00      | 0.660   | 0.200     | 0.00       | 0.00      | 0.00     |
| Kg-      | 0         | 0         | 0         | 0.33    | 0.8       | 1          | 1         | 0.65     |
| TOTAL    | 119297.93 | 495906.96 | 110686.60 | 6338.60 | -38566.70 | -152006.60 | -46356.80 | -3215.35 |

Tabla 6. Transporte sólido litoral por dirección y altura total

A continuación, se muestra un gráfico con el transporte sólido litoral que se produce en un año en función de la dirección procedente del oleaje.

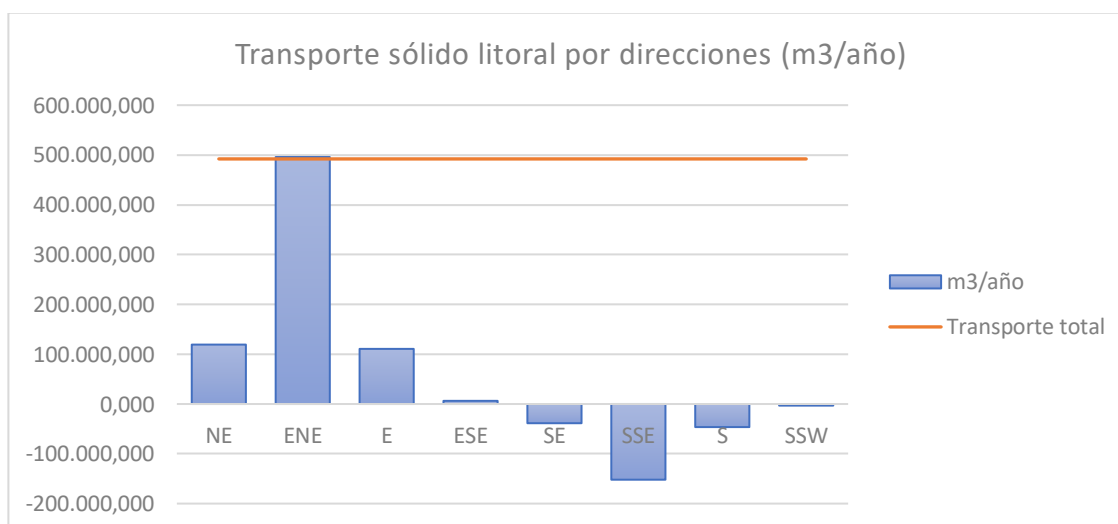


Figura 5. Transporte sólido litoral por direcciones

En este gráfico, se muestra además la suma total de transporte que queda reflejado en una línea constante en el valor de 492 084.7 m3/año. Este transporte total se asemeja al máximo transporte generado en la dirección predominante (ENE) debido a que el sumatorio transporte de sedimentos en esta zona de estudio va en dirección norte-sur del municipio.



Figura 6. Gráfico de transporte de sedimentos

Se observa en la Figura 6 los datos obtenidos por direcciones, viéndose que la dirección predominante es la ENE, la cual supone aproximadamente el 61,5% del transporte de sedimentos en la zona de estudio.

| Dirección  | m3/año      |
|------------|-------------|
| $Q_{N\_S}$ | 732 230.10  |
| $Q_{S\_N}$ | -240 145.42 |
| $Q_{NETO}$ | 492 084.65  |

Tabla 7. Transporte neto anual de sedimentos

Por otra parte, la dirección que representaría el vector resultante de las energías producidas por el oleaje de todo el año sería:

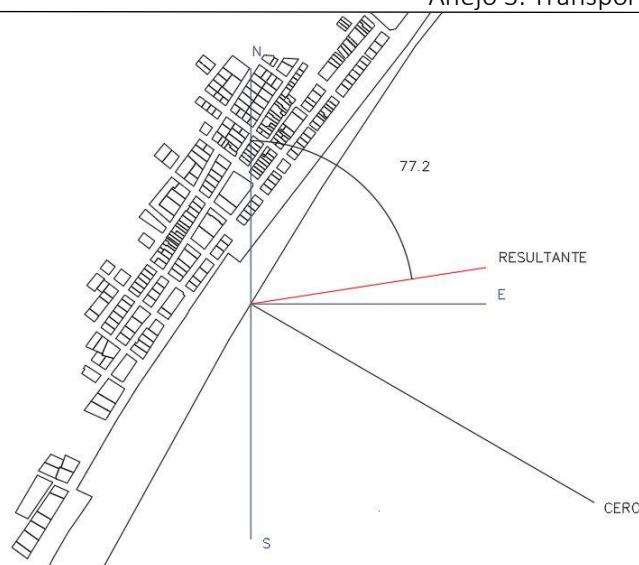


Figura 7. Vector resultante del transporte

El resultado de la suma vectorial, supone un transporte longitudinal, paralelo a la línea de costa de:

477 043.56 m<sup>3</sup>/año

Similar al resultado obtenido anteriormente, obtenido con una aproximación dependiente de las direcciones procedentes.

El ángulo que forma la dirección norte con el vector resultante es de 77.2°, deduciéndose pues que el transporte se realiza en sentido Norte- Sur, más concretamente el transporte resultante es procedente de la dirección ENE-E.

## 7. CONCLUSIONES

Cabe destacar que la fórmula de la CERC es una fórmula de capacidad de transporte, por lo que está supeditada a la existencia de sedimentos para el transporte.

Además, la formulación de CERC se utiliza para arenas finas, y el material de la zona se compone de arenas y gravas alternadas en distintas zonas, por ello podría disminuirse la capacidad de transporte al no darse las condiciones exactas de la formulación utilizada.

La conclusión del presente anejo es el transporte final de sedimentos diferenciando cada una de las direcciones incidentes para la evaluación de las alternativas que se plantean.

| Dirección | m <sup>3</sup> /año |
|-----------|---------------------|
| NE        | 119,297.926         |
| ENE       | 495,906.957         |
| E         | 110,686.59900       |
| ESE       | 6,338.596           |
| SE        | -38,566.693         |
| SSE       | -152,006.60109      |
| S         | -46,356.780         |
| SSW       | -3,215.349          |

Tabla 8. Transporte anual de sedimentos para cada dirección



Analizando los datos obtenidos, la dirección ENE supone aproximadamente el 61,5% del transporte de sedimentos en la zona de estudio.

Por otra parte, el transporte anual neto de la zona es de:

| <b>Dirección</b> | <b>m3/año</b> |
|------------------|---------------|
| <i>Q N_S</i>     | 732,230.078   |
| <i>Q S_N</i>     | -240,145.423  |
| <i>Q NETO</i>    | 492084.6552   |

*Tabla 9. Transporte neto anual de sedimentos Conclusión*

Lo que significa que el transporte neto de sedimentos en la zona tiene una dirección de norte a sur.