

# Interacción muro-oleaje en playas

JOSÉ M. DE LA PEÑA OLIVAS (\*)

**RESUMEN** Las defensas de costas lineales han sido y son frecuentes en el borde litoral; especialmente acompañadas de paseos en los núcleos urbanos o peri urbanos. Este tipo de obras se ha puesto y se pone comúnmente como causa de erosión de la costa, en ocasiones sin acompañar estas afirmaciones con un sostén técnico. En este artículo se presenta las diferentes interacciones que se pueden hallar en la playa cuando en ella o su borde se construye un muro de defensa.

## SEAWALL EFFECTS ON BEACHES

**ABSTRACT** *Seawalls have been and are common in the coastal edge; especially accompanied by promenades in urban or almost urban zones. This type of coastal defence has been and is commonly as cause of coastal erosion, sometimes without accompany these statements with a technical support. This article presents the different interactions that can be found on the beach when seawalls are builds on them.*

**Palabras clave:** Efecto de paseos marítimos en playas

**Keywords:** The effects of seawalls on the beaches.

## 1. INTRODUCCIÓN

El borde litoral de muchas ciudades costeras está formado por un paseo marítimo, sustentado en su borde más exterior por un muro, más o menos alto y más o menos alejado de la orilla. Existe una creencia bastante generalizada que estos muros de paseos, o los llamados diques longitudinales de defensa de costa, son los causantes de los males erosivos que su playa frente a ellos o las aledañas puedan sufrir.

Pero, como escribe Weggel (1988), la mayoría de esas creencias no están basadas en estudios específicos ni corroborados por campañas sistemáticas de toma de datos, suelen ser simples conjeturas que se basan en limitadas, y a veces poco contrastadas, observaciones sin datos cuantitativos que lo sustenten. Sin mentir ni desmentir tal afirmación, lo cierto es que dentro de muros echamos, como en saco roto, cualquier elemento longitudinal que se sitúe en las proximidades del mar, en algunas ocasiones para proteger a playas o costas con un fuerte estado erosivo, pudiendo dar lugar a confusiones. La solución hoy por hoy no está resuelta.

A continuación, para una mejor comprensión del tema, se analizan cómo trabajan estos muros y las interacciones que provocan con el oleaje, y por tanto; con la dinámica litoral y evolución de la playa a su frente y las que se encuentran en su entorno.

## 2. TIPOS DE MUROS EN PLAYAS

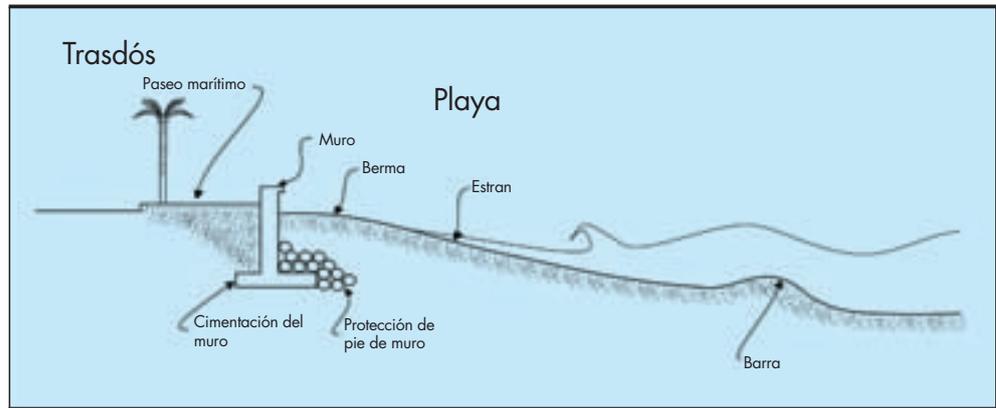
Como es lógico pensar, no todos los muros se comportan igual. Básicamente, su manera de trabajar depende de tres variables:

1. Tipo de muro.
2. Situación relativa del muro y línea de orilla.
3. Acción del mar.

Parece esencial, como algunos autores han puesto de manifiesto, hacer un distinguo claro de las diferentes tipologías; pero éstas también se tienen y deben ver de diferentes facetas que reflejen las tres variables antes mencionadas. Así se hace en la siguiente clasificación, distinguiendo los muros:

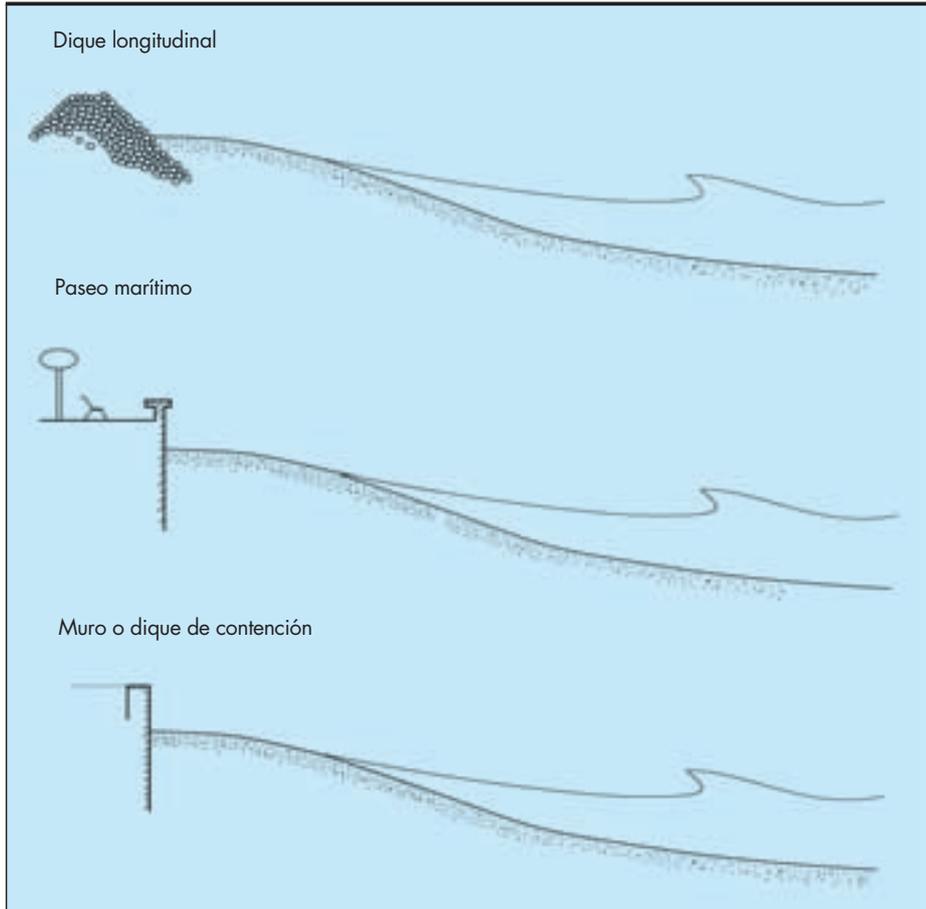
1. Por su función:
  - Paseos marítimos
  - Diques longitudinales
  - Diques de contención
2. Por su estructura
  - Revestimientos
  - Muros
  - Pantallas
3. Por su forma
  - En talud
    - a. Continuo
    - b. Bloques
  - Verticales
    - a. Lisos
    - b. Con forma

(\*) Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Coordinador del Programa Técnico Científico de Dinámica Litoral del Área de Costas del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.  
E-mail: Jose.M.Pena@cedex.es



**FIGURA 1.** Esquema general de las partes de una playa con paseo marítimo. (Peña, 2011).

- Mixtos
  - a. Vertical + talud en altura
  - b. Vertical + talud superpuestos
- 4. Por su altura
  - Altos
  - Bajos
  - Al ras
- 5. Por su distancia al mar
  - Lejanos
  - Cercanos
- Activos
- En el agua
- 6. Por su longitud y tipo de costa
  - Playas abiertas
  - Playas semiabiertas
  - Playas cerradas
    - a. Largos
    - b. Cortos
    - c. Totales



**FIGURA 2.** Tipos de muros por su función.

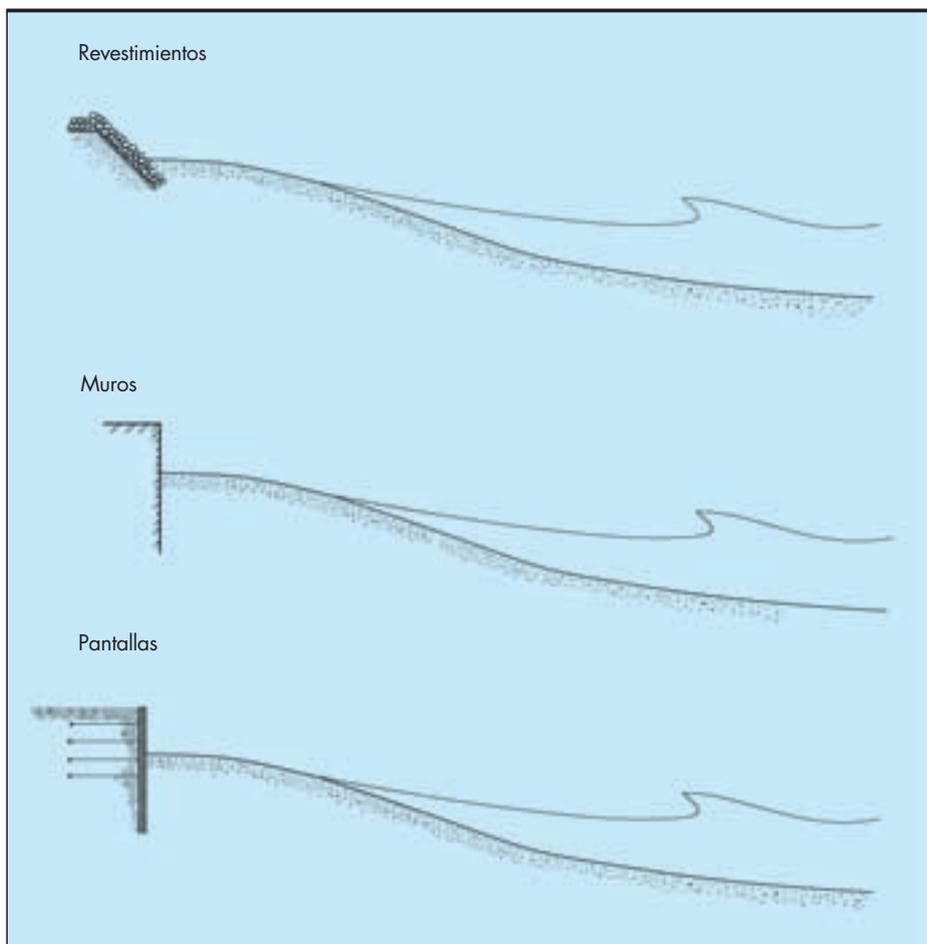


FIGURA 3. Tipo de obras de protección lineal por su estructura.

Cuando se hace referencia a la función que tiene, y especialmente se suele referir a las estructuras lineales que soportan un paseo marítimo, siendo menos frecuentes los diques longitudinales que se suelen utilizar en zonas con una tasa de erosión importante, y como primer remedio para frenar el avance del mar sobre tierra; a estos muros suelen referirse los especialistas costeros en los análisis de muros antes señalado. También existe un tipo de muros que únicamente tiene como función la contención de tierras en su trasdós para prevenir de la acción del mar sobre ellas, aunque no exista tasa erosiva alguna.

La estructura tiene importancia a la hora de su diseño y comportamiento ante las acciones del mar. Es esta la clasificación que tiene en cuenta el manual americano del USACE, "United States Army Corp of Engineers", (1995) de diseño de muros en playas.

La forma del muro es especialmente importante ya que condicionará diferentes efectos sobre él; como las reflexiones, socavación a su pie... Esta circunstancia ha hecho que de muros de paseos marítimos, se pase de verticales a paramentos en formas especiales como botaolas, o los llamados mixtos, en los cuales puede suceder que hasta una cierta altura actúe como un dique en talud, pero sobrepasándola es un muro vertical; o bien, formalmente es un muro en talud, pero formado por un sinnúmero de escalones verticales.

La altura del muro tiene efecto importantísimo, ya que condicionará las acciones climáticas sobre él. Por ejemplo; cuanto más bajo sean los muros las reflexiones son menores; pero, además, puede que con ciertas alturas el efecto del

viento sea sensible, mientras para muros bajos o al ras la invasión marina y la de sedimento por transporte eólico pueden ser importantes.

La distancia a la costa de la defensa longitudinal es un condicionante muy fuerte para al comportamiento que el muro tenga sobre la playa y viceversa; desde este punto de vista, a la hora de su comportamiento frente a los agentes climáticos podría dividirse en seis (Weggel, 1988).

- Tipo 1: Fuera del máximo alcance del máximo temporal.
- Tipo 2: Se encuentra por encima de la máxima elevación del mar, pero por debajo del runup máximo.
- Tipo 3: Está por encima de las mareas normales, pero debajo de las elevaciones excepcionales.
- Tipo 4: Está situado dentro del rango de marea y su base está sumergida durante parte del ciclo de marea.
- Tipo 5: El muro está situado dentro del mar en marea baja, y su base está siempre sumergida.
- Tipo 6: El muro está cimentado a tal profundidad que el oleaje normalmente nunca rompe.

La longitud del muro tiene gran importancia desde dos puntos de vista: El primero debido a que, cuando se rigidiza un tramo de costa, puede provocar desequilibrios sedimentarios que afectan al resto del sistema litoral. Desde ese punto de vista se pueden considerar tres tipos muros costeros: Cortos, cuando afectan a un tramo pequeño de costa; largas, cuando el tramo de costa dentro de la unidad sedimentaria es

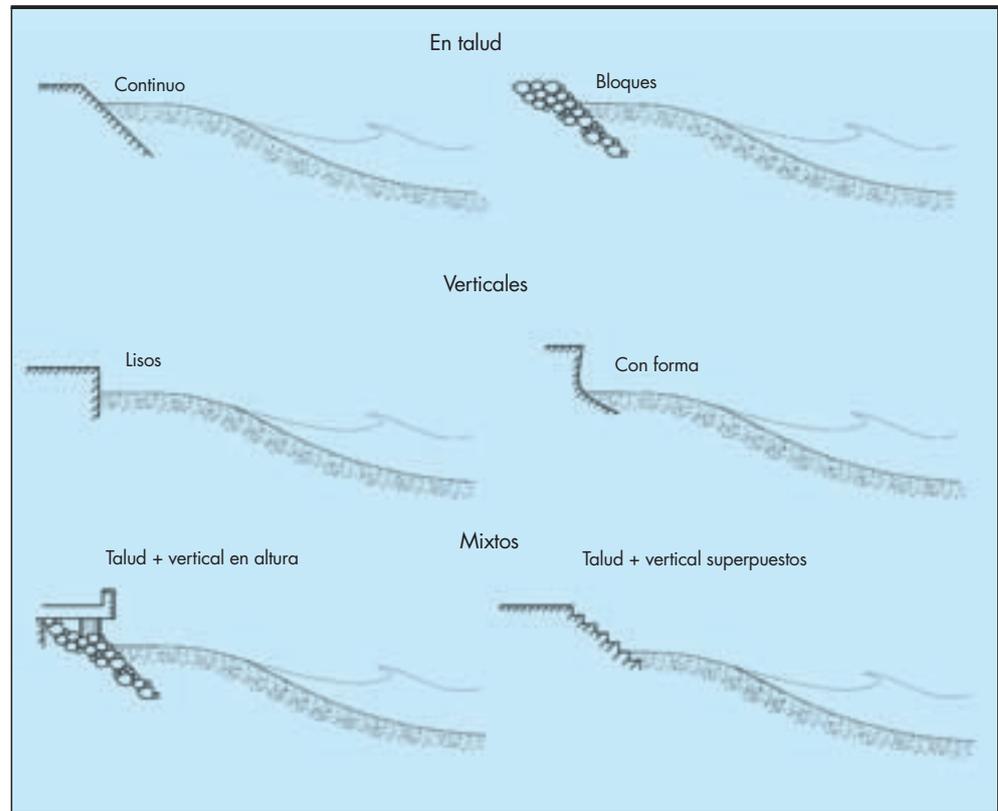


FIGURA 4. Tipo de muros en playa por su forma.

grande; y aquellos que ocupan todo el tramo de costa del sistema litoral, denominándose totales.

El comportamiento de los muros se ve afectada por el tipo de costa en que se encuentra. Desde este punto de vista se puede considerar tres tipos de costa: 1) La playa se encuentra abierta en ambos extremos, siendo entonces compatible con un transporte sólido litoral longitudinal en ambos sentidos. 2) La playa está semiabierta, esto es; se encuentra abierta por uno de los extremos, con lo que la costa es compatible con un transporte sólido litoral longitudinal; y cerrada por el otro extremo con un transporte longitudinal cero. 3) La playa está cerrada por ambos extremos; lo que hace que la línea de orilla se configure de tal manera que se adapte al clima marítimo reinante, con un transporte longitudinal neto nulo, aunque puedan existir movimientos estacionales que hagan bascular la playa.

### 3. EFECTOS DE LA INTERACCIÓN MURO-OLEAJE EN UNA PLAYA

El análisis de los efectos que producen sobre el medio la interacción entre oleaje y muro en una playa normalmente se estudian y clasifican según se produzcan en el perfil o el la planta de la playa (Peña, 2010 y 2011; Lechuga y Peña, 2011).

A continuación se trata uno y otro independientemente, aunque ambos son el mismo fenómeno, visto desde dos perspectivas diferentes.

#### 3.1. INTERACCIÓN MURO-OLEAJE SOBRE EL PERFIL DE UNA PLAYA

La interacción que puede producirse en el perfil de una playa, ante la presencia de un muro y el oleaje que incide sobre ella,

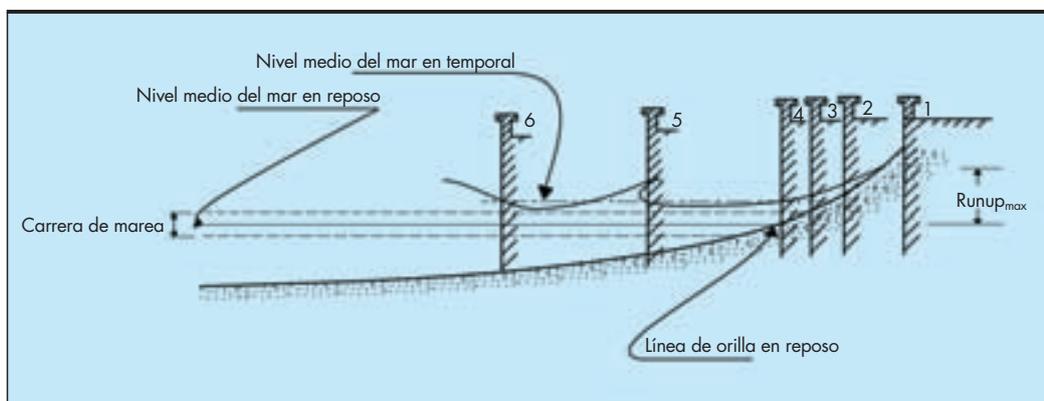
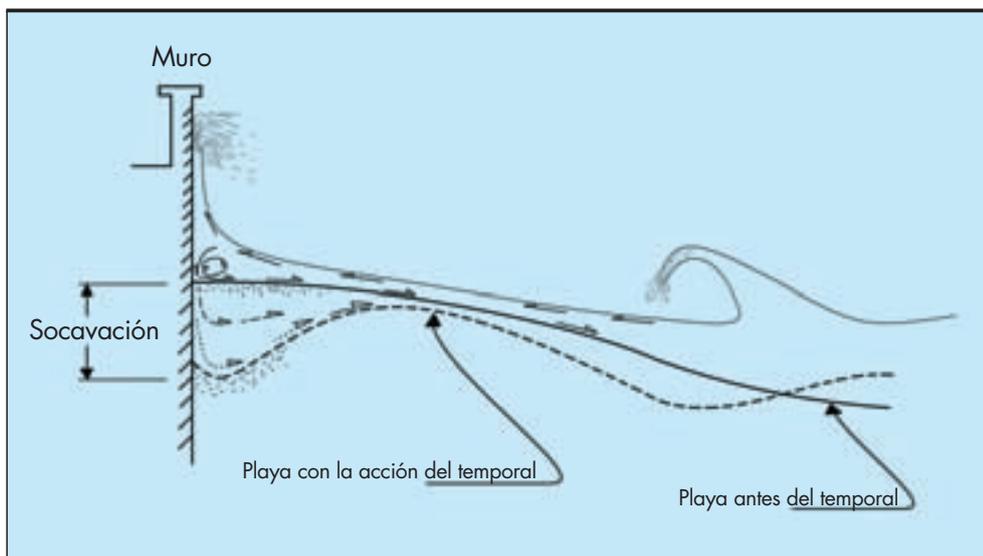


FIGURA 5. Tipo de muros según su situación relativa a la zona activa de la playa (Weggel, 1988).



**FIGURA 6.** Esquema de la formación de una socavación frente a un muro en una playa.

es habitual clasificarlo en (Peña, 2010 y 2011; Lechuga y Peña, 2011):

1. Socavación
2. Reflexiones
3. Cambio de recuperación de la playa tras un temporal
4. Cambio en la forma del perfil
  - a. Cambio de pendiente
  - b. Cambio de la situación de las barras
5. Cambios de granulometría de la arena
6. Cambios en el transporte de sedimentos
7. Reducción de playa seca

### 3.3.1. Socavación del pie del muro

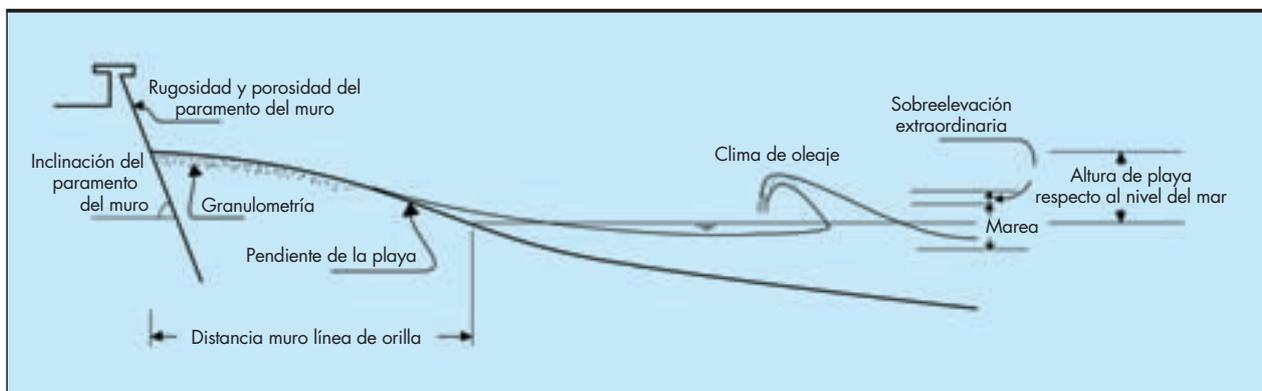
La socavación que se puede formar frente a un muro es debido a la acción del oleaje contra él. La formación de éste y la extensión y profundidad dependerá de una serie de parámetros, que actuarán con mayor o menor intensidad.

Las variables que intervienen en la formación o no de la socavación y su intensidad, se pueden ordenar en tres grupos:

- 1) Climáticas (oleaje...);
- 2) Del medio y su posición (pendiente, granulometría, altura, distancia...);
- 3) Estructurales (Inclinación del muro, rugosidad, porosidad...).

En general, se admite el principio enunciado por Dean (1987), esto es; que el volumen de socavamiento frente al muro en temporal, para formar el perfil disipativo es igual al volumen que se hubiese erosionado en la playa natural si no hubiera existido éste. En realidad podría pensarse que el impacto de la masa de agua sobre el muro absorbe una cierta cantidad de energía, por lo que en pura teoría habría que admitir, como indica Barnett (1987) que es menor el volumen de socavamiento que el que se erosionaría en la playa natural; si bien como coeficiente de seguridad, en el caso más desfavorable podría admitirse esa igualdad.

La profundidad de socavación dependerá del volumen requerido para formar el perfil disipativo en temporal; pero ese volumen depende de la posición del muro y del grado de absorción de energía de oleaje que tenga la obra. Así, en determinados grados de inclinación del paramento del muro, puede producirse acumulación y no socavación de material; esto sucede para coeficientes de reflexión menores de 0,25, siendo éste el valor que condiciona la formación o no de socavación, según Sawaragi (1967).



**FIGURA 7.** Variables que intervienen en la formación e intensidad de la socavación junto a un muro en una playa.

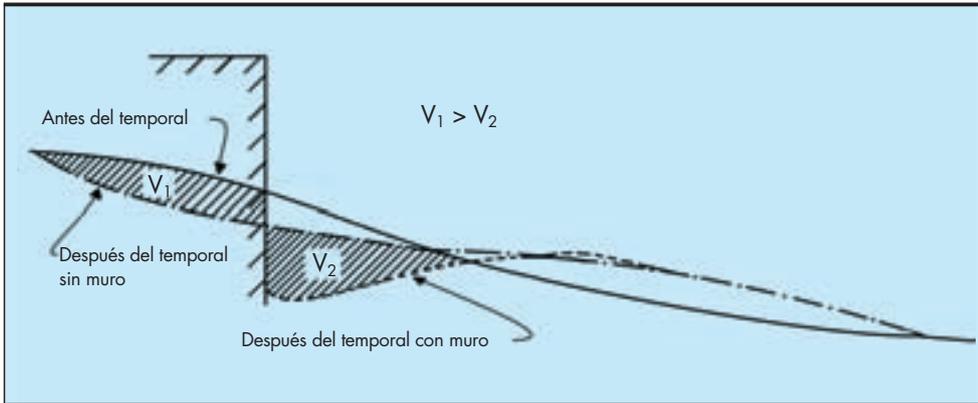


FIGURA 8. Comportamiento del perfil de playa y comparación de volúmenes erosionados con y sin muro, según Barnett (1987).

La profundidad máxima de socavación se puede calcular por las formulaciones de Fowler (1993):

Muros verticales:

$$S_{\max}/H_0 = (22,72 h_w/L_0 + 0,25)^{1/2} \quad \text{para } -0,011 \leq h_w/L_0 \leq 0,05$$

$$S_{\max}/H_0 \leq 1 \quad \text{para el resto}$$

Diques de escollera en talud en aguas someras:

$$S_{\max}/H_0 \leq 1$$

Y la profundidad de socavación en un estado determinado, la da la fórmula de McDougal *et al* (1996):

$$\frac{S_w}{H_0} = 0,41 m^{0,85} \left(\frac{L_0}{H_0}\right)^{1/5} \left(\frac{h_w}{H_0}\right)^{1/4} \left(\frac{H_0}{D_{50}}\right)^{1/3}$$

Siendo:

$S_w$ , La profundidad de socavación;

$H_0$ , La altura de ola en alta mar;

$m$ , La pendiente de la playa;

$L_0$ , La longitud de onda en alta mar;

$h_w$ , La profundidad del agua a pie de la obra;

$D_{50}$ , El tamaño medio de la arena.

### 3.1.2. Reflexiones del oleaje sobre el muro

El oleaje al rebasar la playa e incidir sobre un muro existente en ella, se refleja, teniendo una reflexión mucho mayor que puede tener la playa, siendo el coeficiente de reflexión proporcional a la inclinación del muro, rugosidad... Son junto al elemento barrera que produce el muro las dos causas más importantes de alteración del perfil de playa cuando sobre ella actúa un oleaje. Los primeros estudios teóricos de laboratorio

indicaban que las reflexiones en muros modulaban también el fondo del mar, esto es la superficie de la playa sumergida, de tal forma que se producían ondulaciones coincidiendo con los nodos y antinodos de las ondas estacionarias generadas.

Muchos estudios de campo desmentían esa afirmación (Kraus y McDougal, 1996); pero los trabajos de campo realizados en el CEDEX para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, en el seguimiento de la playa de Salinas indican otra cosa: dando la razón a los primeros estudios teóricos en laboratorio, aunque deben darse para ello acciones del mar persistente y de gran intensidad, como lo fueron en el año 2009 en la playa citada, como bien se puede apreciar si se compara con el perfil de esa misma playa en otro año.

### 3.1.3. Cambio de recuperación de una playa tras un temporal

La acción de un temporal sobre una playa hace que se forme el perfil de temporal; emigrando la arena para formar un perfil más tendido. Tras el temporal, la playa tiende al “recuperarse”, esto es: a formar el perfil de bonanza aumentando la altura de berma, y anchura de playa seca, para ello el volumen de sedimento que el mar depositó en zona de rompientes vuelve a emigrar a la playa seca.

La idea que generalmente se tiene es que el muro de la playa hace que se retrase ese proceso. Pero trabajos en laboratorio como los de Hattori y Kawamata (1977) indicaban que era similar esa recuperación, y trabajos de campo como Davis y Andronaco (1987) sugería que era más rápida con muro que sin él, o los de Kriebel *et al* (1986) o Blasco *et al* (1997) decían que la recuperación en ambos casos era similar. Dean (1986) señala que sí pudiera causar retraso la presencia de obras lineales,

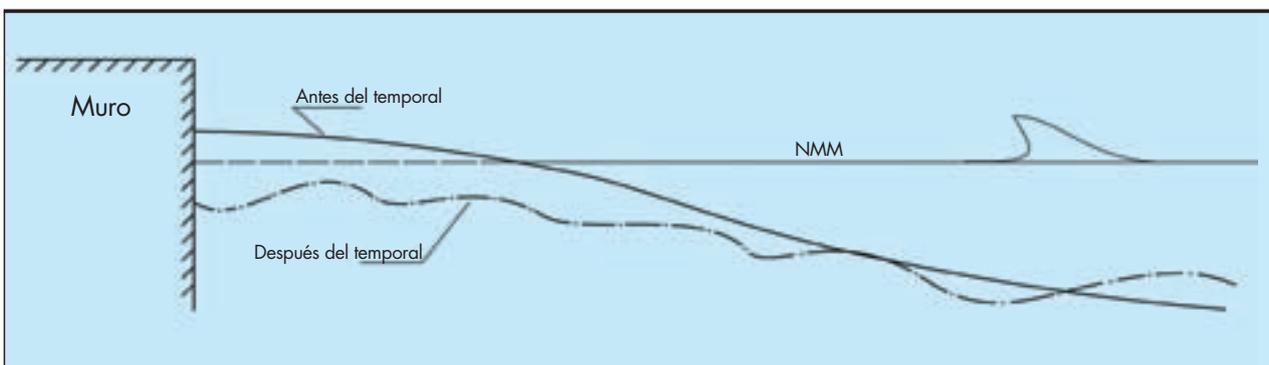


FIGURA 9. Ondulación de un perfil tras un temporal debido a la reflexión del oleaje en un muro de playa observado en laboratorio, según Kraus (1988).

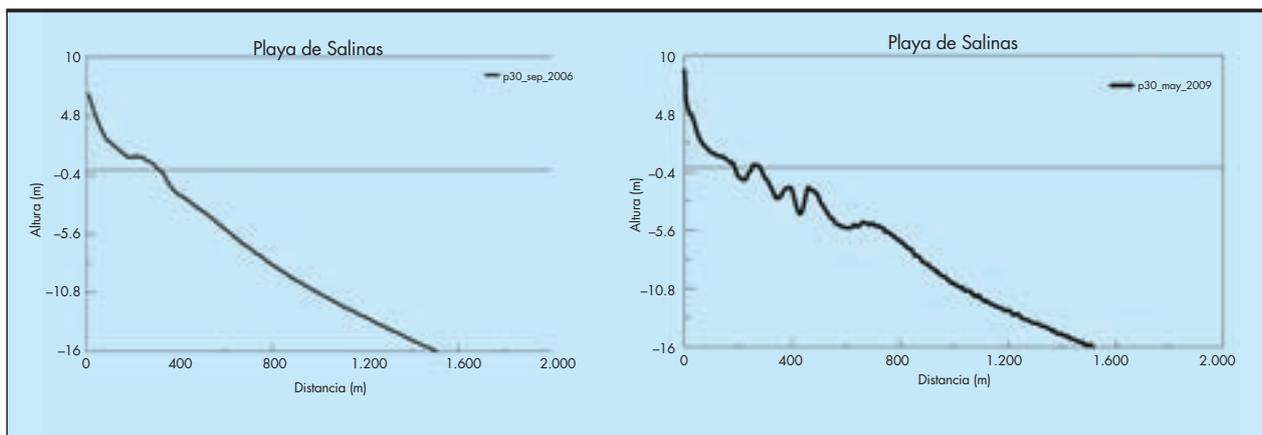


FIGURA 10. Perfiles de la playa de Salinas frente al muro del paseo; a la izquierda sin reflexiones y a la derecha con reflexiones tras un intenso temporal.

como así lo hace también Sexton y Moslow (1981) que observaron un retraso en la recuperación en las playas con muro. Finalmente, los seguimientos que se realizan en la playa de Salinas en Castrillón en Asturias, en un primer análisis, muestran que la recuperación de la playa es similar en las zonas donde hay muro de paseo marítimo que en donde no lo hay. Por lo que en una primera aproximación, puede suponerse que no existen diferencias apreciables entre la recuperación del perfil de bonanza en una playa que tiene muro que donde no la tiene.

### 3.1.4. Cambio en la forma del perfil

Los cambios en el perfil que hipotéticamente pudieran producirse en la playa en presencia de un muro, respecto al perfil sin él, aparte de la forma general del perfil, se centran principalmente en dos aspectos concretos:

- 1) Pendiente de la playa.
- 2) Emigración de barras.

La forma general del perfil no debiera cambiar, salvo en dos aspectos, ya estudiados:

- 1) Zona próxima al muro, socavación
- 2) Perfil ondulado, cuando se producen grandes reflexiones.

Según todos estos datos, la pendiente de la playa, exceptuando la zona de influencia de la socavación, no cambia significativamente, en presencia de la obra de defensa. Así, algunos autores como Barnett (1987) o Grigs y Tait (1988), dicen que la configuración del perfil es similar con obra que sin ella. Pero tampoco existen datos concluyentes, como indica Dean (1986), que expliquen si existen cambios en el transporte transversal de sedimentos, ni en la emigración de barras.

Todo ello indicaría que el efecto de la presencia de un muro en una playa solamente afectaría a la forma general del perfil, excluyendo ondulaciones, en una zona próxima al muro donde se producen los movimientos de arena que provocan la socavación, cuyo mecanismo se ha explicado con anterioridad.

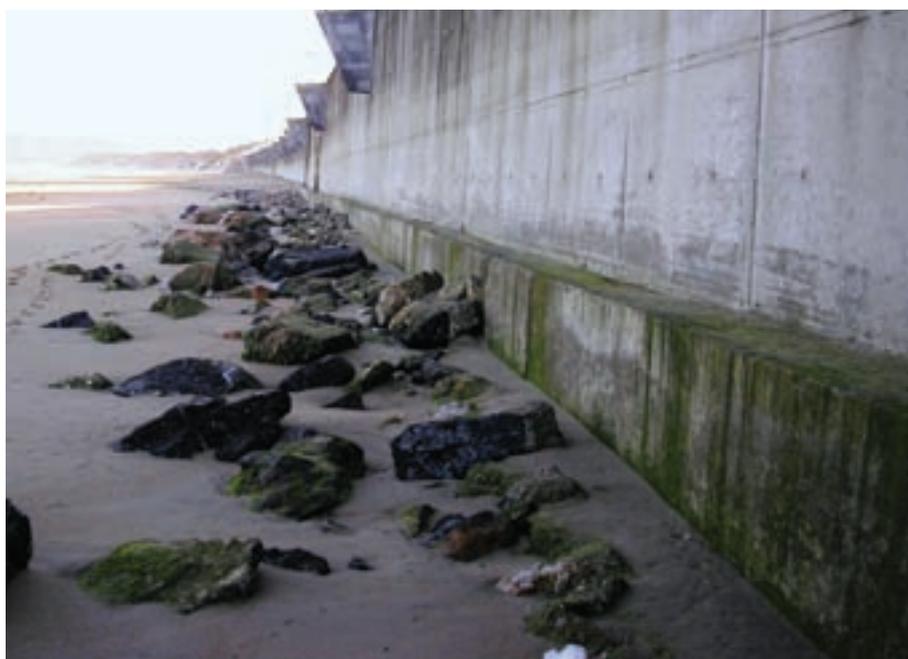
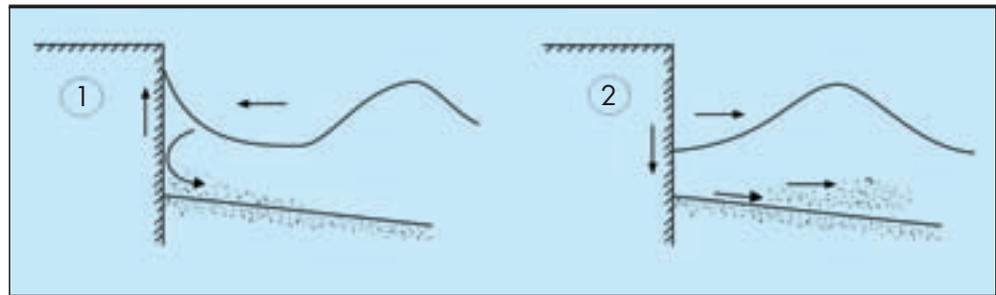


FIGURA 11. Muro de la playa de Salinas tras los fuertes temporales de 2009.

**FIGURA 12.** Emigración de sedimento según el comportamiento observado por Dorlan (1940) de los muros en playas.



### 3.1.5. Cambios de granulometría de la arena

Las reflexiones están estrechamente relacionadas con la socavación; pero el efecto que pueden producir no solamente se resume en socavar, también cuando la intensidad y reflexiones del oleaje son importantes provocan un cambio en el perfil, y ponen en suspensión, en zonas próximas al muro el material más fino, que, si se dan las condiciones de corriente necesarias tanto longitudinales como transversales, provocan una emigración de las partículas finas y un incremento en el tamaño medio de la arena que en ocasiones no es apreciable en superficie por la película decantada final de las partículas finas que no han tenido tiempo de emigrar.

Cuando se produce la “recuperación del perfil”, esto es; se forma el perfil de bonanza, gran parte del material fino que emigró a mayores profundidades puede volver; pero, si existe algún mecanismo de transporte longitudinal asociado esta emigración del material fino lo hace fuera del perfil, y en ocasiones hasta fuera del propio sistema, o por suspensión decantó en grandes profundidades, es difícil recuperación.

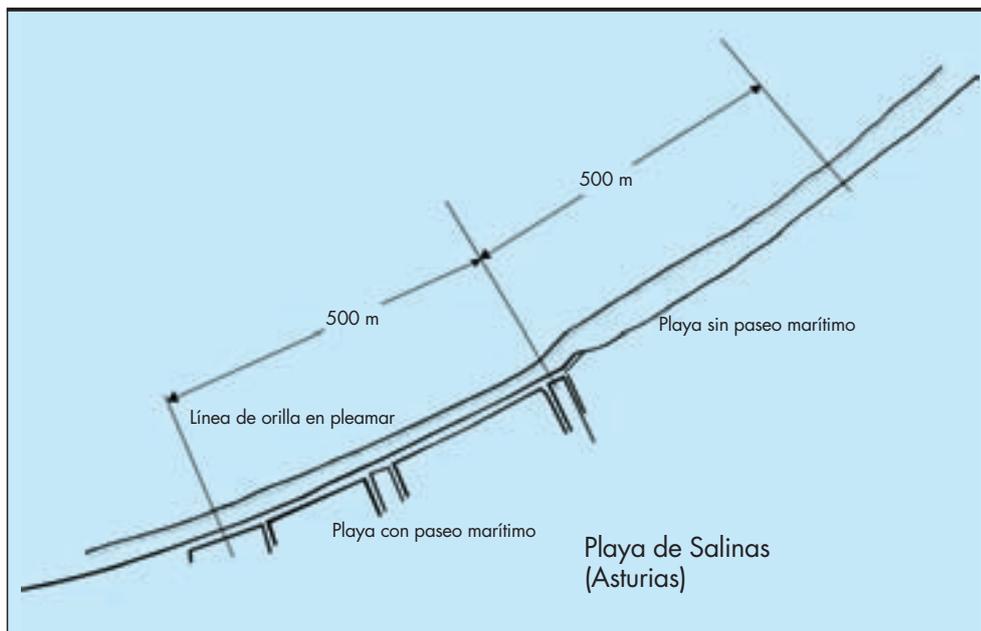
### 3.1.6. Cambios en el transporte de sedimentos

La literatura sobre el tema, y los estudios realizados hasta la fecha no son contundentes en ninguna afirmación, tanto en lo referente al transporte de sedimentos longitudinal como transversal a la playa.

Centrándose en el transporte transversal a la playa, dejando el longitudinal para cuando se trate en planta el problema. Sabemos que es el responsable de los cambios generales que se produzcan en el perfil y, como acabamos de ver, salvo las ondulaciones provocadas por las ondas incidente y reflejada, no se producen cambios aparentes en los perfiles con obra de defensa lineal y sin ella, salvo en la zona más próxima a ella por lo que es lógico pensar que el transporte transversal se alterará poco por la presencia de la obra. Tampoco parece que se alteren las profundidades de cierre activa y máxima del perfil.

### 3.1.7. Reducción de playa seca

El efecto que la presencia de un muro tiene sobre la anchura de la playa seca no ha sido muy estudiado. En un trabajo reciente sobre la playa de Salinas en Castrillón en Asturias, realizado por el CEDEX (Peña, 2010), se exponía cómo la parte de playa en la que no existía muro de paseo marítimo sino un campo de dunas, la anchura de playa seca era mayor que en el tramo que poseía muro de paseo marítimo. Comprobándose que la playa seca frente a un muro tenía una anchura media del 30% inferior a la misma correspondiente sin obra. Para ello se tomó desde el punto donde comenzaba el paseo 500 m de playa con paseo, hacia un lado, y 500 m de playa sin paseo al otro.



**FIGURA 13.** Efecto de la presencia de un muro en la anchura de la playa seca.

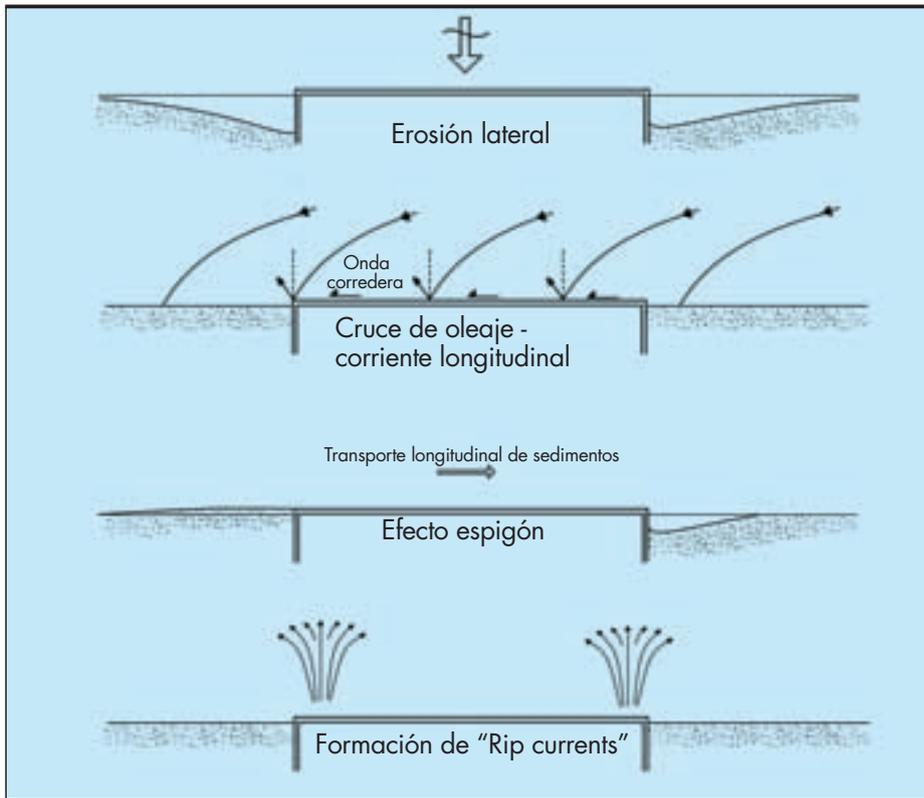


FIGURA 14. Esquema de los efectos más importantes que pueden producir los muros en una playa por acción del oleaje.

### 3.2. INTERACCIÓN MURO-OLEAJE SOBRE LA PLANTA DE UNA PLAYA

La interacción del oleaje con un muro de playa puede producir efectos en ella misma y en las playas o tramos de playa colindantes. En ocasiones, se ha acusado a éstos ser los causantes de erosiones no solamente en su frente, sino también en las en las playas colindantes. Entre los especialistas sobre el tema, estas interacciones se han clasificado en (Peña, 2010 y 2011; Lechuga y Peña, 2011) los siguientes:

- Erosión lateral.
- Cruce de oleaje.
- Corriente longitudinal, onda corredera.
- Efecto espigón.
  - Aguas arriba acumulación.
  - Aguas abajo erosión.
- Variación de transporte longitudinal de sedimentos.

- Alteración de barras, si existen.
- Formación de "rip currents".

#### 3.2.A. Erosión lateral

Cuando sobre un muro de playa incide el oleaje con una cierta intensidad, normalmente en situaciones de temporal, en los extremos del muro se produce una erosión localizada que se conoce como "erosión lateral". Su formación se debe a la concentración de energía que genera la cara lateral del muro y los efectos de refracción y difracción que consecuentemente provoca.

La profundidad y extensión del área erosionada son directamente proporcionales a la posición del muro respecto a la línea de orilla, a la intensidad del oleaje y su dirección; siendo más profundo cuando el oleaje incide perpendicular, atenuándose con la oblicuidad, al menos en uno de los lados, apareciendo entonces lo que se ha dado en llamar efecto espigón.

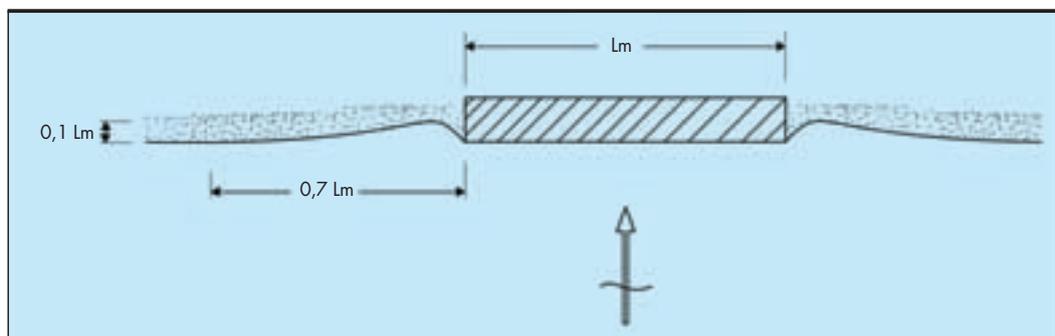
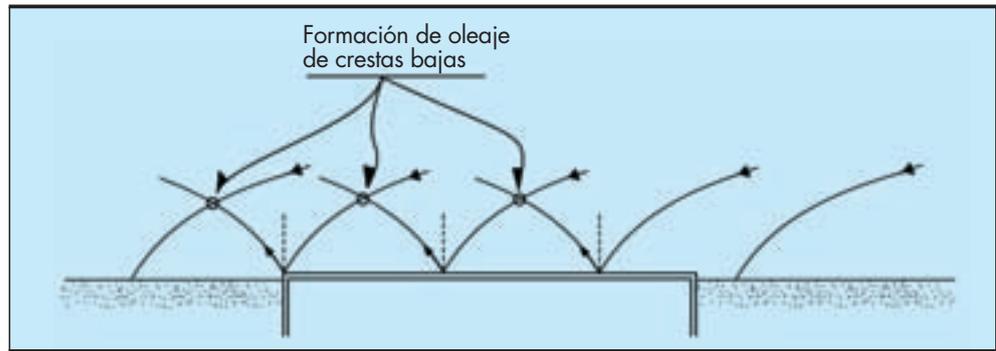


FIGURA 15. Erosión lateral según los ensayos de Mc Dougal et al. (1987).



**FIGURA 16.** Formación de crestas bajas por el cruce del oleaje oblicuo reflejado con el incidente, según los resultados de los ensayos de Li *et al.* (1987).

Cuando el oleaje incide sobre el muro perpendicularmente, puede considerarse válida la expresión dada por los trabajos de de McDougal *et al* (1987) y por tanto la longitud de la playa afectada aguas debajo de la obra estaría comprendida en torno a 0,7 la longitud de la obra y una profundidad de penetración en tierra de 0,1 la longitud, también, de la obra.

**3.2.B.C. Cruce de oleaje, corriente longitudinal y onda corredera**

Cuando el oleaje incide con una cierta oblicuidad sobre un muro en una playa se refleja y la onda reflejada se cruza con el nuevo frente incidente, creando así un sistema de oleaje de crestas bajas que pudiera provocar socavación su pie y un incremento de transporte longitudinal (Silvester, 1986; Li *et al*, 1987), o al menos un incremento en la tasa de transporte por suspensión. Además la incidencia oblicua del oleaje también puede provocar, cuando el muro está lo suficientemente internado en el mar, ondas correderas, formadas al ser guiadas las ondas incidentes por el frente del muro, girando y cruzándose con las olas nuevas que inciden.

**3.2.D. Efecto espigón**

En ocasiones, si la situación de los muros de playa es más avanzada respecto a la orilla en temporal, pueden comportarse como barreras al paso de sedimentos a lo largo de la playa. Este efecto es el que se conoce como efecto espigón.

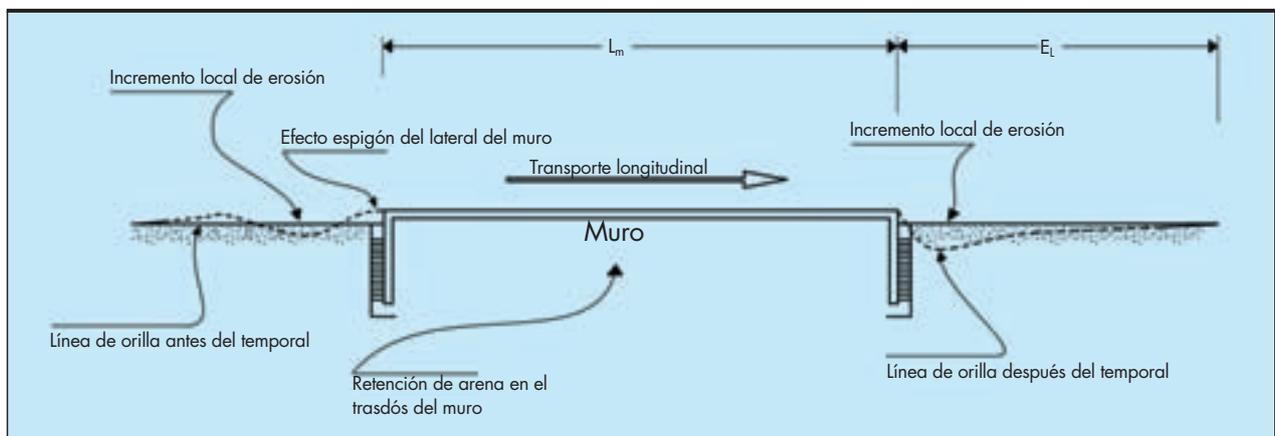
Si el muro rebasa los límites de la línea de orilla y los extremos se comportan como una barrera al paso de sedimentos, entonces; se podría asumir, en primera aproximación, que la can-

tidad de arena erosionada aguas debajo de la obra es igual a la retenida aguas arriba más la cantidad de material necesario para regularizar los fondos entre un lado y otro de la obra.

**3.2.E. Variación de transporte longitudinal de sedimentos**

Las variaciones que pudiera producir un muro en el transporte longitudinal de sedimentos de una playa han dado lugar a controversias entre los diversos autores que lo han estudiado. En general, puede suponerse que el aumento, disminución o no alteración de su tasa depende especialmente de la posición que ocupe en la costa y de la longitud del muro. Cuando el muro se encuentra en la zona activa de mayor movimiento puede producirse una significativa alteración tanto en la tasa como en la forma de transportar, si bien no existen suficientes datos como para dar una afirmación rotunda de su cuantificación, que necesitaría de estudios específicos y más profundos para tener datos suficientemente contrastados.

La agitación producida por las reflexiones y ondas incidentes en las proximidades de muro pueden provoca un aumento en el material en suspensión, especialmente de los materiales más finos, y si existe a su vez corriente longitudinal puede provocar el aumento de tamaño del material más próximo al muro que queda en la playa. Dean (1986) analizó el efecto que las reflexiones de los muros ejercen sobre el transporte longitudinal de sedimentos, mostrando que existe una hipótesis de que las reflexiones aumentan el transporte longitudinal de sedimentos, pero el transporte longitudinal de sedimentos aguas abajo de la obra no tiene porqué incrementarse. Contrariamente a esa hipótesis, indica el autor, podría argumen-



**FIGURA 17.** Efecto espigón de un muro en una playa.

tarse que las reflexiones reducen el transporte longitudinal de sedimentos frente a la obra, ya que el flujo longitudinal allí viene dado por:

$$F_L = \frac{\gamma H_0^2}{32} (1 - K_r)^2 \operatorname{sen} 2\alpha_0$$

Donde:

- $\gamma$ , Es el peso específico;
- $H_0$ , Es la altura de ola en profundidades indefinidas;
- $K_r$ , Es el coeficiente de reflexión;
- $\alpha_0$ , Es el ángulo de incidencia del oleaje.

Por lo que cuanto mayor sea el coeficiente de reflexión menor será el flujo longitudinal responsable del transporte. Contra este argumento se esgrime que las reflexiones producen un incremento en la corriente longitudinal, y por tanto del transporte longitudinal. Frente a este argumento también indica que se aduce que hay un incremento en la corriente litoral.

### 3.2.F.G. Alteración de las barras y formación de "rip currents"

Algunos autores han achacado a los muros de las obras de defensa lineales la alteración de las barras permanentes litorales y, en ocasiones de provocar "rip currents". En realidad, el primero de los efectos no está bien estudiado y los pocos trabajos que lo contemplan indican que no existe alteración significativa en ellos (Kraus, 1988), aunque algunos autores no dicen lo mismo (Morton, 1988). La formación de "rip currents" debido a la presencia de estas obras, no está suficientemente documentada, y probablemente dependerá de las circunstancias especiales de la propia obra y clima marítimo imperante.

## 4. CONCLUSIONES

La interacción de un muro y una playa puede producir una serie de efectos, cuya importancia y magnitud de estos efectos dependen especialmente de cinco variables (Peña, 2010 y 2011; Lechuga y Peña, 2011):

- 1) Posición relativa muro-línea de orilla del mar en calma.
- 2) Tipo de muro.
- 3) Altura del muro respecto al nivel del mar en calma.
- 4) Longitud del muro.
- 5) Tipo de costa.

Los efectos que se pueden producir en la playa debido a la presencia del son los siguientes:

En perfil: 1) Socavación, 2) Reflexiones, 3) Cambio de recuperación de una playa tras un temporal, 4) Cambio en la forma del perfil, 5) Cambio de pendiente, 6) Cambio de la situación de las barras, 7) Cambios de granulometría de la arena, 8) Cambios en el transporte de sedimentos, 8) Reducción de playa seca.

En planta: 1) Erosión lateral, 2) Cruce de oleaje, 3) Corriente longitudinal, onda corredera, 4) Efecto espigón, 5) Aguas arriba acumulación, 6) Aguas abajo erosión, 7) Variación de transporte longitudinal de sedimentos, 8) Alteración de barras, si existen, 9) Formación de "rip currents".

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barnett, M.R. (1987). *Laboratory study of the effects of a vertical seawall on beach profile response*; Universidad de Florida (UFL/COEL-87/005).

Blasco, D.R., D.A. Bellomo, J.M. Hazelton y B.N. Jones (1997). *The influence of seawalls on subaerial beach volumes with receding shorelines*; Coastal Engineering (30, pp. 203 a 233).

Davis, R.A. y M. Andronaco (1987). *Hurricane effects and post storm recovery, Pinellas County, Florida*; Proceedings of Coastal Sediments'87, ASCE (pp. 1023 a 1036).

Dean, R. (1986). *Coastal armouring: Effects and Mitigation*; Proceedings of 20th Conference of Coastal Engineering, ASCE (pp. 1843 a 1857).

Fowler, J. (1993). *Coastal scour problems and methods for prediction of maximum scour*; US Army Corps of Engineers (Technical Report CERC-93-8).

Griggs, G.B. y J.F. Tait (1988). *The effects of coastal protection structures on beaches along northern Monterey Bay*; Journal of Coastal Research (n° 4).

Hattori, M. y K. Kawamata (1977). *Experiments of restoration of beaches backed by seawalls*; Coastal Engineering in Japan (n° 20, pp. 55 a 68).

Kraus, N.C. y W. G. McDougal (1996). *The Effects of Seawalls on the Beach: Part I, An Update Literature Review*; Journal of Coastal Research (n° 12, pp. 691 a 701).

Kriebel, Dally y Dean (1986). *Beach profile response following severe erosion events*; Universidad de Florida, Coastal and Oceanographic Engineering Department (UF/COEL-86/016).

Lechuga, A. y J.M. de la Peña (2011). *Acciones de obras lineales en playas*; XI Jornadas Españolas de Costas y Puertos.

Li, M.C., C.T. Wu, Y.C. Lu y N.K. Liang (1987). *Effects of short-crested waves on the scouring around the breakwater*; Proceedings of 20th Coastal Engineering Conference, ASCE (pp. 2050 a 2064).

Mc Dougal, W.G., M.A. Sturtevant y P.D. Komar (1987). *Laboratory and field investigations of the impact of shoreline stabilization structures on adjacent properties*; Proceedings of Coastal Sediments'87, ASCE (pp. 961 a 973).

McDougal, W.G., N.C. Kraus y H. Ajiwibowo (1996). *The Effects of Seawalls on the Beach: Part II, Numerical Modeling of Supertank Seawall Test*; Journal of Coastal Research (n° 12, pp. 702 a 713).

Morton, R.A. (1988). *Interactions of storms seawalls, and beaches of the Texas Coast*; Journal of Coastal Research (n° 4, pp. 113 a 134).

Peña, J.M. (2010). *Aproximación al conocimiento de muros en playas*; Revista Cimbra (Octubre-noviembre-diciembre 2010).

Peña, J.M. de la (2010). *Análisis de la playa de Salinas (Castro de Asturias) y posibles mejoras de su comportamiento*; Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (n° 22-410-5-001, informe técnico para la D. G. de Sostenibilidad de la Costa y del Mar).

Peña, J.M. de la (2011). *Estado del arte de las obras de protección de costa en entornos urbanos*; Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (informe técnico 22-311-5-001 para la D.G. de Sostenibilidad de la Costa y del Mar).

Sawaragi, T. (1967). *Scouring due to wave action at toe of permeable coastal structure*; Proceedings of 10th Coastal Engineering Conference, ASCE (pp. 1036 a 1047).

Sexton, W.J. y T.F. Moslow (1981). *Effects of Hurricane David, 1979, on the beaches of Seabrook Island, South Carolina*; Northeastern Geology (n° 3 -3/4-, pp. 297 a 305).

Silvester, R. (1987). *The influence of oblique reflection on breakwaters*; Proceedings of 20th Coastal Engineering Conference, ASCE (pp. 2253 a 2267).

USACE (1995). *Design of coastal revetments, seawalls and bulkheads*; Department of the Army (CECW-EH-D, EM 1110-2-1614).

Weggel, J.R. (1988). *Seawalls the need for research, dimensional considerations and suggested classification*; Journal Coastal Research (Special Issue, n° 4, pp. 29 a 39).

# EDICIONES DEL CEDEX



Nº de páginas: 223  
Año de edición: 2012  
P.V.P.: 25€

Se entiende por hormigón reciclado el hormigón fabricado con árido reciclado o una mezcla de árido reciclado y árido natural. Con carácter general, la utilización de árido reciclado empeora las propiedades del hormigón, si bien existen grandes variaciones en los resultados. Algunos estudios han reflejado que la mayoría de las propiedades se ven perjudicadas por el empleo de árido reciclado, mientras que otros estudios determinan que solamente aquellas propiedades relativas a la deformabilidad del hormigón sufren variaciones importantes (como el módulo de elasticidad o la retracción del hormigón). Por otro lado, diversos autores han encontrado incluso ligeras mejorías en algunas propiedades como la resistencia a compresión y a tracción del hormigón reciclado. En la monografía se tiene en consideración aspectos como la heterogeneidad que presentan los áridos reciclados, la calidad del hormigón de origen, porcentajes de árido grueso reciclado, etc. Uno de los objetivos de la monografía consiste en establecer el porcentaje máximo admisible del árido grueso reciclado en hormigón estructural, estudiando la influencia que tiene en el hormigón la incorporación de distintos porcentajes de árido reciclado. Además, se definen las aplicaciones en las que puede utilizarse el hormigón reciclado estructural. Por último, se han establecido unas recomendaciones sobre la fabricación del hormigón reciclado, y las correcciones necesarias que se deberán aplicar tanto a los métodos de dosificación actuales como a las fórmulas establecidas para estimar las propiedades de los hormigones convencionales.



Nº de páginas: 147  
Año de edición: 2012  
P.V.P.: 25€

En este trabajo se estudia el diseño y comportamiento de los principales sistemas de vía en placa, tanto de losa continua armada como de losas discontinuas pretensadas, y se compara con la vía clásica sobre balasto. Se caracterizan en primer lugar las acciones dinámicas transmitidas por el tráfico ferroviario, se estudia el deterioro por fatiga de la losa y se analizan los requisitos geotécnicos de la plataforma y terraplenes. Se estudian asimismo los estados límite de servicio que se deben requerir a los viaductos con vía

en placa, considerando la interacción longitudinal entre la vía y la estructura. Se investiga la interacción entre los vehículos y la vía, incluyendo modelos tridimensionales detallados de la dinámica en recta y en curva, así como los efectos sobre el desgaste ondulatorio. Se proponen modelos numéricos innovadores para la transmisión de vibraciones a través del terreno y a las estructuras próximas, tanto para la vía en placa como sobre balasto. Se realiza un estudio económico de costes por ciclo de vida comparando ambos tipos de vía, considerando los costes de inversión, mantenimiento y los modelos de costes, cuya aplicación permite alcanzar unos resultados generales comparativos y estimar la influencia de los distintos parámetros. Por último, como resumen se desarrolla una guía de concepción que sintetiza las recomendaciones principales de este estudio. El trabajo se desarrolló en el marco de un proyecto de investigación desarrollado entre los años 2007 y 2009, financiado por el Ministerio de Fomento de España a través del CEDEX ligado al plan estratégico de infraestructuras y transporte (PEIT), según convocatoria publicada en BOE de 24 jul 2006 y concesión de 5 dic 2006, referencia PT-2006-024-19CCPM.



Nº de páginas: 300  
Año de edición: 2012  
P.V.P.: 25€

Dentro del marco del proyecto de investigación MODETRA "Metodología para el diseño e implantación de sistemas de moderación de tráfico", subvencionado por el CEDEX, se ha desarrollado esta Guía para la elaboración de planes urbanos de moderación de tráfico. El objetivo de la Guía es servir de referencia a los técnicos municipales y los técnicos de las administraciones de carreteras con travesías a su cargo para desarrollar estudios y proyectos de moderación de tráfico, en aras de mejorar la operación del

tráfico en vías urbanas y travesías, fomentando la seguridad vial de todos los usuarios de las vías y la calidad ambiental. Para ello, se ha desarrollado una metodología sencilla, clara y sistemática para la evaluación, el diseño y la instalación de los sistemas de moderación de tráfico, y el análisis de la operación del tráfico y la seguridad vial resultante, en vías urbanas y travesías, con y sin elementos de moderación de tráfico en el momento de abordar el estudio correspondiente. En la Guía se definen las directrices para el diagnóstico de la operación del tráfico en cada vía del ámbito urbano afectado, basado en el perfil de velocidad de operación a lo largo de la misma. Asimismo, se presentan criterios técnicos de implantación de elementos moderadores de tráfico, que no describen únicamente los elementos individualmente sino que también incluyen los sistemas de moderación de tráfico, es decir, agrupaciones eficientes de los mismos. Finalmente, en los apéndices se incluye: un glosario de términos con definiciones de las medidas de moderación de tráfico y terminología equivalente en español e inglés; tablas resumen de los criterios técnicos; la clasificación de las m; y los parámetros influyentes en la comodidad y en la seguridad de cada moderador de tráfico.

## Pedidos

Para realizar un pedido de publicaciones puede hacerlo por teléfono, fax o correo a:  
CEDEX Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

c/ Alfonso XII, 3 - 28014 Madrid

Teléfono: (+34) 91 335 72 95 • Fax: (+34) 91 335 72 49 • E-mail: [publicaciones@cedex.es](mailto:publicaciones@cedex.es)

# EDICIONES DEL CEDEX



**Nº de páginas: 63**  
**Año de edición: 2012**  
**P.V.P.: 7€**

La exposición y el catálogo Puentes Arco en España en la que de forma monográfica se aborda por primera vez en CEHOPU el tema de los puentes, pretende mostrar al gran público un conjunto de realizaciones que servirán de hilo conductor para recorrer un capítulo esencial de la historia de la ingeniería. Con un enfoque didáctico, y a la par riguroso, que pueda llegar a una gran diversidad de público, se cuenta para ello con las piezas de la Colección de Maquetas de Historia de las Obras Públicas del CEHOPU-CEDEX, que constituye un recurso de gran potencial figurativo. La exposición y su libro, tratándose de una muestra

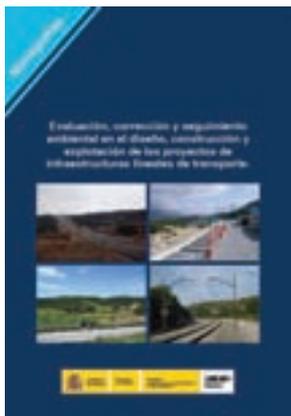
de puentes históricos, se ha organizado en función de los materiales y de las épocas quedando dividida en cinco áreas: Técnicas constructivas romanas y grandes luces; Puentes medievales; grandeza y pervivencia de los puentes de fábrica: siglos XVI-XIX; Los nuevos materiales de la época industrial: puentes de hierro y acero, y por último, Aparición y auge del hormigón estructural. Permitiendo con este recorrido hacer un viaje por la historia de las obras públicas de nuestro país.



**Nº de páginas: 170**  
**Año de edición: 2012**  
**P.V.P.: 25€**

El análisis de la seguridad hidrológica es una cuestión central en la ingeniería de presas. El fallo de las presas puede causar importantes daños materiales, además de poner en riesgo vidas humanas. A pesar de la trascendencia que tiene, los métodos de análisis de la seguridad hidrológica de las presas (tanto en fase de proyecto como en fase de explotación) han cambiado relativamente poco en las últimas décadas. En este texto se realiza una contribución metodológica al problema de la evaluación de la seguridad hidrológica de una presa, analizando el efecto laminador del embalse bajo un enfoque probabilístico. La metodología permite tener en cuenta la variabilidad de factores que intervienen tanto en la génesis de la avenida como en su laminación en el embalse. Adicionalmente, y

como resultado de la aplicación de esta metodología, se han desarrollado modelos simplificados para evaluar el efecto de la laminación de las presas y embalses ante solicitaciones hidrológicas extremas, tal que permitan orientar al proyectista en las fases previas del diseño.



**Nº de páginas: 207**  
**Año de edición: 2012**  
**P.V.P.: 12€**

Esta monografía comprende dos manuales destinados a mejorar y normalizar la elaboración y análisis de estudios de impacto ambiental y proyectos de integración ambiental.

El primer manual lleva por título "Protocolos para la elaboración y análisis de los estudios de impacto ambiental de carreteras y ferrocarriles" y pretende establecer el alcance de los documentos asociados a la evaluación de impacto ambiental (EIA) y la metodología para su análisis. Esto se materializa en: 1) Un conjunto de instrucciones técnicas para los documentos del procedimiento de EIA de obras lineales, con las que se pretende mejorar la calidad, mediante la normalización del alcance y contenido mínimo de los documentos que se generan en el

proceso de evaluación y, sistematizar y normalizar las tareas del proceso de evaluación que realiza el órgano ambiental. Estas instrucciones se concretan en fichas de proyecto, que sintetizan la información básica del proyecto sometido a evaluación, propuesta de contenidos para la elaboración de los documentos, de especial interés para el promotor y fórmulas para el análisis de los documentos, a utilizar por el órgano ambiental y en su caso sustantivo. 2) Un manual para el desarrollo de las medidas de diseño, protección y corrección ambiental en la formulación de los proyectos de carreteras y ferrocarriles. Su objetivo es la incorporación efectiva a los proyectos de las medidas de integración ambiental y de protección, corrección y compensación de los impactos ambientales estimados en el estudio de impacto ambiental. Por su extensión, se han desarrollado en un documento independiente, incluido en la misma publicación, denominado "Manual para el diseño de medidas protectoras, correctoras y compensatorias". 3) Una serie de protocolos de análisis de los documentos de seguimiento ambiental, tanto para la obra como para la fase de explotación de la infraestructura.



**Nº de páginas: 104**  
**Año de edición: 2012**  
**P.V.P.: 12€**

La actividad económica hoy se puede evaluar siguiendo y estimando las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) porque la economía tiene como soporte energías procedentes de combustibles fósiles. Las últimas décadas se han caracterizado por una dependencia absoluta de la economía del carbono y de otras energías no renovables, como la nuclear. Seguir el rastro del carbono en los distintos pueblos o regiones permite desentrañar aspectos diferentes de su realidad territorial. Así para evaluar esta huella la Unión Europea (UE) ha puesto en marcha metodologías de cuantificación de las emisiones de GEI y otros gases contaminantes conocidas como CORINE AIRE. Estos instrumentos responden a los compromisos europeos

contraídos en materia de medio ambiente para comparar la evolución de las emisiones en el conjunto de Estados miembros de la UE. En este trabajo se hace un recorrido utilizando dicha herramienta para descubrir todas las actividades productivas susceptibles de generar emisiones de GEI; lo que posibilita comparar, medir y valorar los comportamientos de los distintos territorios en el tiempo. Este documento reflexiona y valora sobre todo las actividades de generación de energía y del transporte, por tratarse de sectores económicos de mucho peso en el conjunto de las emisiones de GEI globales (30%) y con significación en los indicadores de renta. Cruzar la información de las variables vinculadas al sector del transporte posibilita no sólo asomarse a la realidad territorial, sino que permite también poner al descubierto las deficiencias de información que el sistema estadístico tiene sobre estos temas, en parte motivadas por las características de la distribución competencial que otorga la Constitución Española a las diferentes Administraciones territoriales: Estado Central, Comunidades Autónomas y Entidades Locales. A lo largo del documento se irá valorando cómo influyen las variables de renta per cápita y población en el aumento de las emisiones de GEI. Para ello, se empieza primero a describir las tendencias seguidas en España en cuanto a crecimiento de renta y población, para continuar después relacionándolo con los comportamientos de las emisiones de GEI.

## Pedidos

Para realizar un pedido de publicaciones puede hacerlo por teléfono, fax o correo a:  
CEDEX Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

c/ Alfonso XII, 3 - 28014 Madrid

Teléfono: (+34) 91 335 72 95 • Fax: (+34) 91 335 72 49 • E-mail: publicaciones@cedex.es

## CURSO SOBRE “EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PLANES, PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURAS”

Madrid, del 27 al 30 de mayo de 2013

### PRESENTACIÓN

La legislación europea sobre evaluación ambiental ha experimentado una profunda evolución. Recientemente la Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, refundió, en un único texto normativo, la Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, y todas las modificaciones introducidas en ella durante más de veinticinco años.

En este periodo, los cambios en los procedimientos de evaluación ambiental de proyectos se han unido a un reconocimiento de la necesidad de incorporar los criterios ambientales a la definición y desarrollo de los planes y programas públicos, lo que dio lugar a la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas sobre el medio ambiente, transpuesta en España mediante la Ley 9/2006, de 28 de abril.

Estas directivas sobre evaluación ambiental siguen adaptándose a nuevas necesidades y recientemente la Comisión Europea ha presentado una propuesta que incorpora materias clave a la evaluación ambiental, hasta ahora insuficientemente tratadas, como son la eficiencia de los recursos, el cambio climático, la biodiversidad y la prevención de los desastres.

Los cambios en la legislación europea han dado lugar a que, desde la transposición de la Directiva 85/337/CEE, mediante el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental, hasta la actualidad, la legislación española en la materia haya experimentado un proceso de paralelo de adaptación. Cabe destacar, como hito más reciente, el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos, que, a su vez, ha sido nuevamente modificado por la Ley 6/2010, de 24 de marzo.

Estos cambios no han impedido que la práctica de la evaluación ambiental en España, que se encamina ya hacia su tercera década, se encuentre muy asentada y sea plenamente aceptada por los promotores, tanto públicos como privados. Sin embargo, hay aspectos, relacionados tanto con sus contenidos científicos o técnicos como con los procedimientos administrativos que conlleva, que precisan mejoras. Esta necesidad se ve acentuada por los profundos cambios económicos y sociales que acarrea la actual crisis económica.

Por este motivo, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha promovido, en colaboración con el CEDEX, la realización de este curso, cuyo objetivo principal es una revisión actualizada, con el público especializado, de las técnicas y los procedimientos ya establecidos de evaluación ambiental de proyectos, programas y planes, e informar sobre su probable evolución.

A fin de alcanzar este objetivo, el curso se estructura en tres bloques. En el primero, *Perspectiva legislativa y prioridades técnicas*, el órgano ambiental de la Administración General del Estado realizará una introducción a la normativa vigente que acompañará con una descripción de sus líneas de actuación prioritarias para el futuro, tanto en lo que se refiere a los más inmediatos cambios legislativos como a la agilización de los actuales procedimientos. En el segundo, *EA sectorial*, se tratarán numerosos casos prácticos de evaluación ambiental tanto de proyectos como de planes. Finalmente, en el bloque titulado *Fases del procedimiento*, se abordarán, con cierto detalle, algunos aspectos particularmente relevantes en la evaluación ambiental y que incluyen específicamente las principales fases del procedimiento, la consideración de la Red Natura, la definición de medidas compensatorias o la consideración del cambio climático.

### LUGAR

Aulas de formación del Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, C/Alfonso XII, 3, 28014 Madrid.

### DIRIGIDO A

Técnicos y profesionales del sector privado y de las administraciones públicas, cuya actividad esté relacionada con la evaluación ambiental de planes y proyectos, desde la perspectiva tanto del promotor como de los órganos sustantivos y ambientales.

### DURACIÓN Y FECHAS DEL CURSO

El Curso tendrá una duración de 27 horas, del 27 al 30 de mayo de 2013, en jornadas de mañana y tarde excepto el jueves 30 que será únicamente de mañana.

### CONDICIONES DE INSCRIPCIÓN

La cuota de inscripción, que incluye la asistencia al Curso y la documentación de las ponencias, será de CIEN euros (100 €).

El número de participantes se limitará a un máximo de 50. El periodo de preinscripción será del 1 de abril a las 9,00 horas al 19 de abril a las 16,00 h, ambos días inclusive. La lista de admitidos, basada en criterios de representación de todos los sectores interesados (administradores, entidades públicas, empresas privadas, etc.), limitación del número de asistentes por empresa, situación profesional y orden de recepción de la solicitud, se publicará posteriormente en la página web del CEDEX ([www.cedex.es](http://www.cedex.es)) el día 29 de abril, debiendo los admitidos, a partir de ese momento y hasta el día 17 de mayo, ingresar la cuota correspondiente.

### CERTIFICADO

Se extenderá un certificado acreditativo con el número de horas lectivas a los alumnos que hayan asistido a las clases con regularidad.

## PROGRAMA DEL CURSO

### Lunes 27

#### Mañana

8,30-9,00 Recepción de los participantes y entrega de documentación.  
Presentación del curso.  
D. Manuel Menéndez Prieto y D. Manuel García Sánchez-Colomer

#### **Bloque I: Perspectiva legislativa y prioridades técnicas**

9,30-10,30 Funcionamiento y procedimientos en la SGEA.

D. Manuel Menéndez Prieto

10,30-11,30 Prioridades de la SGEA.

D. Francisco Muñoz García

11,30-12,00 Descanso.

12,00-13,00 Legislación europea de EA y previsiones de cambio.

Dña. Aurora Hernando Garcinuño

13,00-14,00 Perspectivas de cambios legislativos en EIA y EAE a escala nacional.

Dña. Almudena Casanueva Cañamero

#### **Bloque II: EA sectorial**

#### Tarde

15,30-17,00 EA de proyectos de carreteras.

Dña. Inmaculada García Bonilla

17,00-18,30 EA de proyectos de líneas de ferrocarril.

D. Carlos Real Ynzenga

### Martes 28

#### Mañana

9,00-10,30 EA de proyectos de aeropuertos.

D. Eugenio Domínguez Collado

10,30-12,00 EA de proyectos de puertos y otras actuaciones en la costa.

D. Luis Benavente Fournier

12,00-12,30 Descanso.

12,30-14,00 EA de proyectos de líneas eléctricas.

D. Juan Francisco Arrazola Herreros

#### Tarde

15,30-17,00 EA de proyectos de parques eólicos.

Dña. Amara González Martínez

17,00-18,30 EA de proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua.

D. Francisco Jarabo Sánchez

### Miércoles 29

#### Mañana

9,00-10,30 EAE de la planificación del transporte.

D. José María de Paz

10,30-12,00 EAE de la planificación hidrológica.

D. Manuel Menéndez Prieto

12,00-12,30 Descanso.

12,30-14,00 EAE de la planificación energética.

D. Adrián Vecino Varela

#### **Bloque III: Fases del procedimiento**

#### Tarde

15,30-17,00 Contenidos de la documentación inicial, el Estudio de Impacto Ambiental y el Análisis de Alternativas.

D. Iñigo Achucarro Leguina

17,00-18,30 Consideración de la Red Natura 2000 en la EA.

Dña. Pilar Muela García

### Jueves 30

#### Mañana

9,00-9,45 Consideración del Patrimonio Cultural en la EA.

Dña. Victoria Montserrat Gago

9,45-10,30 Medidas compensatorias. Caso práctico en aeropuertos.

Dña. Ana Delgado Echevarría

10,30-11,15 Consideración de la fragmentación de hábitats producida por infraestructuras lineales de transporte:

Medidas para minimizarla. Casos prácticos.

Dña. María Teresa Manzanares Iribas

11,15-12,00 Seguimiento y Vigilancia Ambiental.

D. Pablo Rodríguez Martí

12,00-12,30 Descanso.

12,30-14,00 La consideración del cambio climático en la EA.

D. Manuel Ramón García Sánchez-Colomer

14,00-14,30 Cierre del curso.