

# Impacto sobre el sedimento de una regeneración artificial sumergida de playas: El ejemplo de Terschelling (Holanda)

J. Guillén (\*) y P. Hoekstra (\*\*)

(\*) Instituto de Ciencias del Mar, CSIC. Paseo Joan de Borbo s/n, 08039 Barcelona, España

(\*\*) Netherlands Centre for Coastal Research, Institute for Marine and Atmospheric Research, Univ. Urecht, P.O. Box 80.115, 3508 TC Utrecht, Holanda

## ABSTRACT

*The nearshore zone of Terschelling is characterized by two or three breaker bar systems. The disposition of the bars is nearly parallel to the shoreline. The natural sediment distribution shows a fining gradient from the shoreline up to 6 m depth and, at this point, the sediment becomes coarser again. The littoral morphology and sediment distribution in the Island of Terschelling were disturbed by a shoreface nourishment carried out in the central part of the island during the period April-September 1993. The sedimentological impact of this nourishment is investigated in this work during the period March-1993 to October 1994 in order to increase our understanding of coastal processes. The shoreface nourishment filled up the trough between the middle and outer bars. Six months after the nourishment was completed, a new trough is being eroded at the same position as the previous one and the morphological profile is comparable again with the morphology in the pre-nourishment conditions. The sediment supplied caused a coarsening (20-40 microns) of the sediment in the zone directly affected by the nourishment. Six months after the nourishment, the grain size distribution is nearly the same as the original and no significant effects of the nourishment are recognized in the median grain size. Results of the sediment analysis from the coastal zone of Terschelling indicate that the shoreface nourishment only has a short-term impact. This implies that the supplied sediment is quickly dispersed and mixed with the original deposits.*

**Key words:** shoreface nourishment, grain size evolution, sediment dynamics

Geogaceta, 20 (2) (1996), 431-433

ISSN: 0213683X

## Introducción

La regeneración artificial de playas es un método ampliamente utilizado para combatir la erosión costera (Van de Graaff *et al.*, 1991). La regeneración artificial sumergida es una modalidad particular que puede mejorar las expectativas de la regeneración en determinadas situaciones y puede resultar beneficiosa para el sistema litoral por dos razones (Hoekstra *et al.*, 1994): 1) suministra material a la playa debido al transporte de sedimento hacia la costa producido por los procesos de asimetría y de agitación producidos por el oleaje, y 2) aumenta la fricción con el fondo y la disipación de energía como consecuencia del cambio en la morfología litoral.

Algunos estudios previos han tratado sobre el comportamiento morfológico de perfiles litorales afectados por regeneración artificial sumergida (Hands y Allison, 1991), aunque hasta el momento se

ha prestado poca atención a la evolución del tamaño del sedimento. En consecuencia, éste trabajo representa el primer estudio que trata de evaluar el comportamiento sedimentológico en una zona litoral afectada por regeneración artificial sumergida

## Área de estudio

La Isla de Terschelling forma parte del conjunto de islas barreras que bordean la costa norte holandesa con una orientación WSW-ENE (Fig. 1). El clima de oleaje está caracterizado por una altura de ola significativa de 1,1 m y períodos de 7,2 s (van Beek, 1995), mientras que la carrera media de marea es inferior a 2 m. Las características morfológicas del litoral de Terschelling han sido descritas con anterioridad (Ruessink y Kroon, 1994). Los sistemas de barras son los principales elementos morfológicos y presentan una elevada movilidad. Las barras se generan en las proximidades de la línea de costa y

migran progresivamente hacia la plataforma continental hasta su desaparición.

La parte central de la línea de costa de Terschelling muestra una tendencia erosional de 1-5 m/año durante el período 1982-1991. Esta erosión se extiende aproximadamente desde la sección 14 hasta la 20 (Fig. 1). Para contrarrestar esta erosión se decidió suministrar  $2 \times 10^6$  m<sup>3</sup> de arena al litoral de Terschelling. La arena se emplazó a profundidades comprendidas entre 5 y 7 m, rellenando el surco localizado entre las barras intermedia y exterior a lo largo de 4,4 km de costa. Esta regeneración artificial sumergida se realizó entre los meses de Abril y Septiembre de 1993. Después de la regeneración, los sistemas de barras se transforman en una zona relativamente plana, más somera que en condiciones naturales (Kroon *et al.*, 1995). En Abril de 1994, 6 meses después de la regeneración artificial, la zona afectada por la regeneración tiende a aumentar su profundidad, de manera que la evolución del perfil litoral

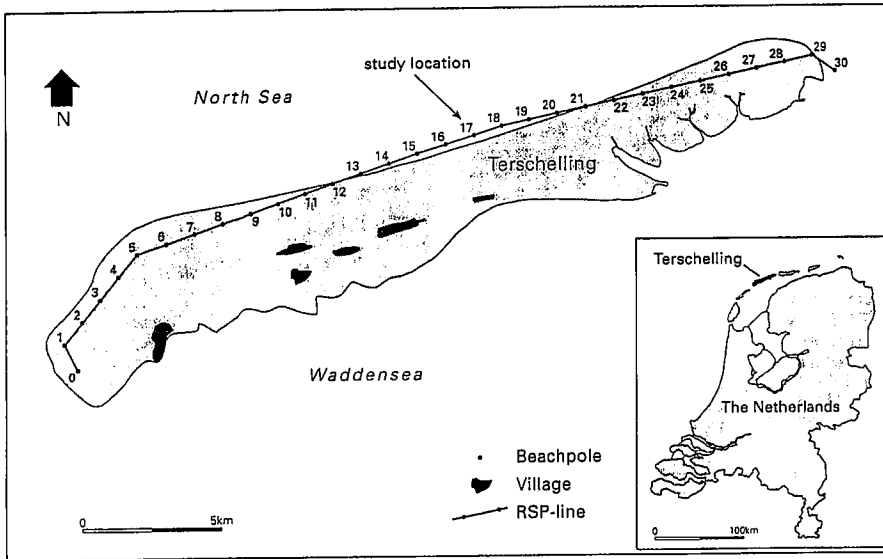


Fig. 1.- Localización del área de estudio

Fig. 1.- Location of the study area

consiste en recuperar parcialmente su disposición original, con el desarrollo de un nuevo surco en el lugar donde se localizaba el original. Estas tendencias se mantienen en la campaña de Octubre de 1994.

Los datos se obtuvieron en una serie de campañas de toma de muestras de sedimento realizadas antes de la regeneración artificial (Marzo de 1993), inmediatamente des-

pués (Noviembre de 1993) y después de la regeneración (Abril y Octubre de 1994). Esta sucesión de campañas permite evaluar la evolución del tamaño del sedimento en la zona litoral a corto plazo. Los perfiles muestreados están situados en puntos equidistantes 1 km y en cada uno de ellos se tomaban 20-30 muestras de sedimento en cada campaña, que reflejaban las caracterís-

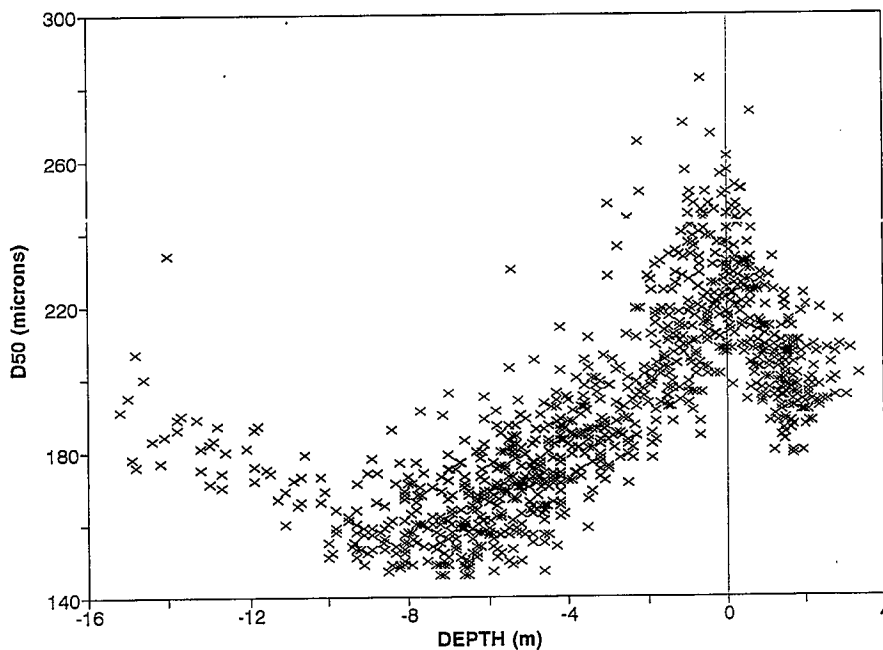


Fig. 2.- Distribución de la mediana del sedimento (en micras) respecto a la profundidad utilizando todas las muestras analizadas

Fig. 2.- Spatial distribution of the median grain size (in microns) versus depth using all the analyzed samples

ticas del sedimento en todas las unidades morfodinámicas. Además, se tomaron 30 muestras en el sedimento utilizado para la regeneración artificial. La distribución granulométrica se determinó por medio de tubo de sedimentación.

### Evolución del tamaño del sedimento

La distribución del sedimento en el litoral de Terschelling presenta una tendencia granodecreciente con la profundidad (Fig. 2). El sedimento más grueso se localiza en la línea de costa (mediana (D50)= 200-250 micras) y tiende a ser más fino tanto hacia la duna como hacia mayor profundidad. El sedimento es progresivamente más fino hasta 6-7 m de profundidad (D50= 150-160 micras). Desde este punto hacia mayor profundidad se puede identificar una área de aproximadamente 2 km de anchura en la que el tamaño del sedimento se mantiene relativamente constante y, más hacia la plataforma continental, el sedimento vuelve a ser más grueso (D50= 170-200 micras a 15 m de profundidad) (Fig. 2). Estas tendencias generales pueden verse alteradas por la presencia de los sistemas de barras, que modifican parcialmente la distribución del sedimento en el litoral. Habitualmente, el sedimento situado en la cresta de las barras es más grueso que el que se localiza en el surco.

El tamaño medio del sedimento (D50) utilizado en la regeneración artificial de Terschelling es de 195 micras, mientras que el tamaño del sedimento original en la zona donde se emplazó la arena regenerada (500-900 m de distancia a la línea de costa) es de 165-180 micras. Este hecho implica que el sedimento depositado artificialmente es más grueso (aproximadamente 25 micras) que el sedimento original. Inmediatamente después de la regeneración artificial sumergida (Noviembre de 1993), el área afectada por la regeneración queda bien delimitada por el aumento del tamaño del sedimento en 17-57 micras (Fig. 3). Variaciones en el tamaño de grano del sedimento de similar magnitud también ocurren cerca de la línea de costa, pero están relacionadas con procesos naturales y no presentan continuidad espacial.

La evolución del tamaño de grano entre Noviembre de 1993 y Abril de 1994 indica una acusada tendencia granodecreciente del sedimento en la zona afectada por la regeneración artificial (hasta 36 micras), mientras que la zona más próxima a la línea de costa presenta una tendencia granocreciente (Fig. 3). Finalmente, en la

campana de Octubre de 1994, tanto el sedimento de la zona afectada por la regeneración como el situado junto a la playa presentan una acusada tendencia granodreciente (Fig. 3).

**Conclusión**

La evolución temporal del sedimento en el litoral de Terschelling durante el período de estudio es debida tanto a causas naturales como a la regeneración artificial sumergida. La regeneración artificial causó que la mediana del sedimento aumentara más de 20 micras en la zona directamente afectada por la regeneración. Un año después de la regeneración, sus efectos sobre el sedimento no pueden reconocerse a partir de las distribuciones granulométricas y los mayores cambios texturales parecen relacionados con causas naturales. Este hecho implica que el volumen de sedimento suministrado artificialmente a la zona litoral ( $2 \times 10^6 \text{ m}^3$ ) es pequeño en comparación con el volumen total de sedimento activo en la dinámica sedimentaria del litoral. El nuevo sedimento suministrado es rápidamente incorporado a la dinámica sedimentaria, dispersado y mezclado con el depósito original. Este hecho, fundamental para la efectividad de la regeneración artificial sumergida, está favorecido por las moderadas diferencias en el tamaño de grano entre el sedimento original y el vertido artificialmente.

**Agradecimientos**

Esta investigación es parte del Proyecto NOURTEC: Innovative Nourishment Techniques Evaluation, financiado conjuntamente por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Holanda y por la Comisión de la Comunidad Europea bajo el programa MAST, contrato MAS2-CT93-0049. El trabajo se realizó en el Departamento de Geografía Física de la Universidad de Utrecht (Holanda) y la tarea del primer autor fue financiada por una beca post-doctoral del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

**Referencias**

Hands, E.B. y Allison, M.C. 1991. *Proceedings Coastal Sediments'91*, ASCE, New York, 1985-1999.  
 Hoekstra, P., Houwman, K.T., Kroon, A., van Vessem, P. y Ruessink, B.G. 1994. *Proceedings Coastal Dynamics'94*, ASCE, New York, 402-416.  
 Kroon, A., Hoekstra, P., Houwman, K.T. y

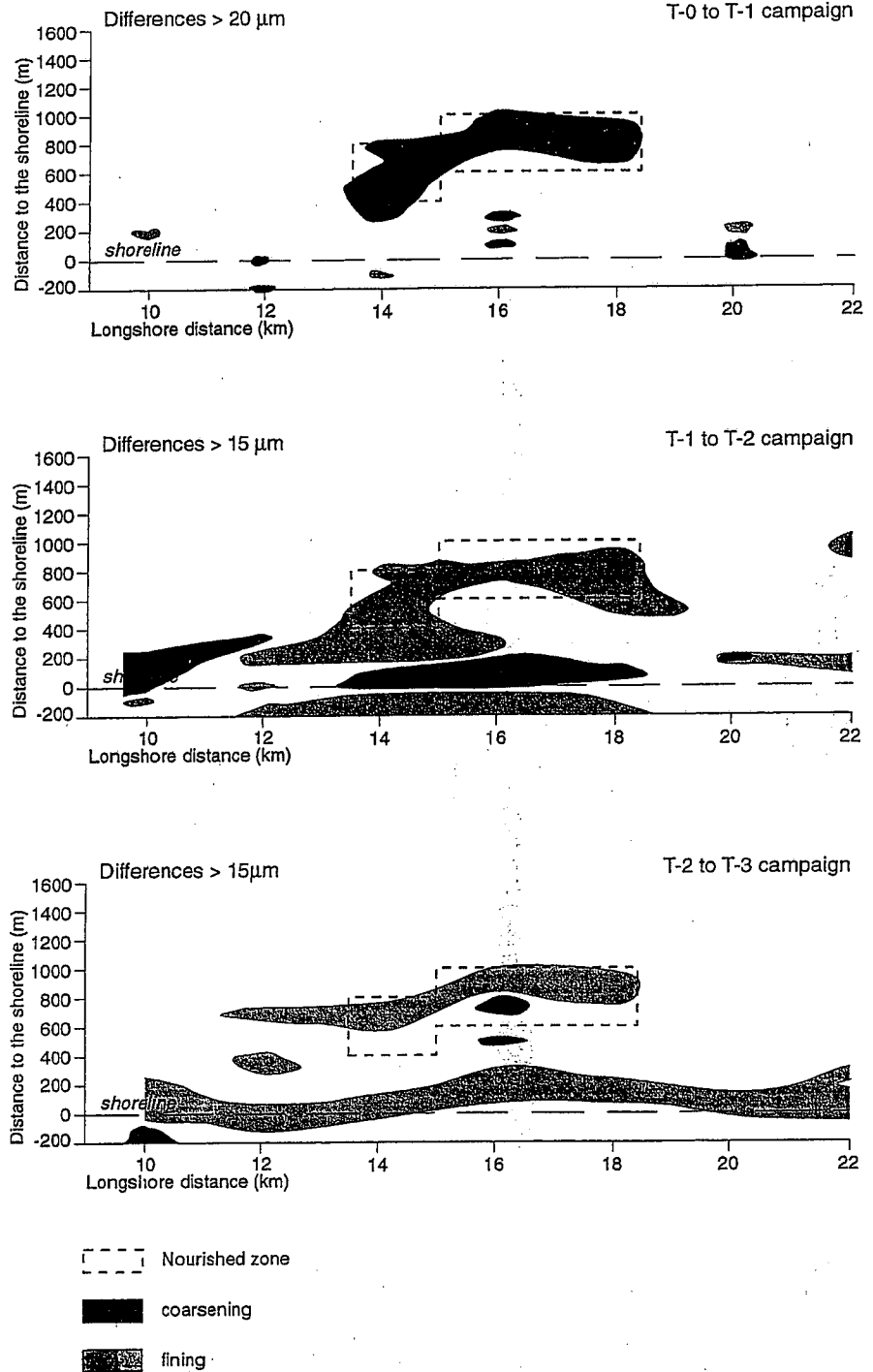


Fig. 3.- Evolución temporal del tamaño del sedimento (mediana, en micras) en la zona litoral de Terschelling durante las sucesivas campañas (T-0= Marzo'93, T-1= Noviembre'93, T-2= Abril'94, T-3= Octubre'94)

Fig. 3.- Spatial distribution of the grain size differences (D50) over the study period (T-0=March'93, T-1= November'93, T-2= April'94, T-3= October'94)

Ruessink, B.G. 1995. *Proceedings Coastal Engineering Conference, ICCE'94*, ASCE, New York, 2222-2236.  
 Ruessink, B.G. y Kroon, A. 1994. *Marine Geology*, 121, 187-197.  
 Van Beek, L.P.H. 1995. *Institute for Mari-*

*ne and Atmospheric Research*, University of Utrecht, Report R95-10, 48 pp.  
 Van de Graaff, J., Niemeyer, H.D. y Van Overeem, J. 1991. *Coastal Engineering*, 16, 3-22