Universidad de La Laguna

El fenómeno de las mareas, efectos en el territorio y su gestión

Incidencia del mar en las costas: propagación y rotura

Manuel García Román

Ing. Téc. Obras Públicas – Dr. Matemáticas ULL

Universidad de La Laguna

Incidencia del mar en las costas: propagación y rotura

- propagación del oleaje
- shoaling
- refracción
- difracción
- reflexión
- rotura del oleaje

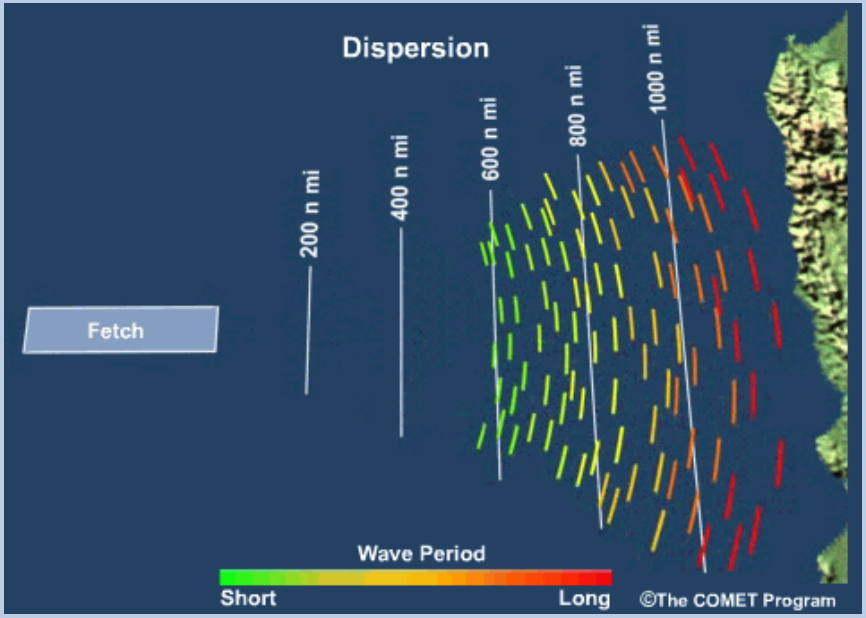
Universidad de La Laguna

propagación del oleaje

El oleaje sufre transformaciones a medida que avanza por la superficie del océano y alcanza las costas

Hasta una profundidad igual a la mitad de la longitud de onda (L/2, aguas profundas) la transformación es mínima, y consiste en una pequeña pérdida de altura llamada *decay*

La celeridad del grupo de olas es mayor cuanto mayor es su periodo, lo que provoca que las olas de periodos largos se adelanten, dejando atrás a las de periodos más cortos



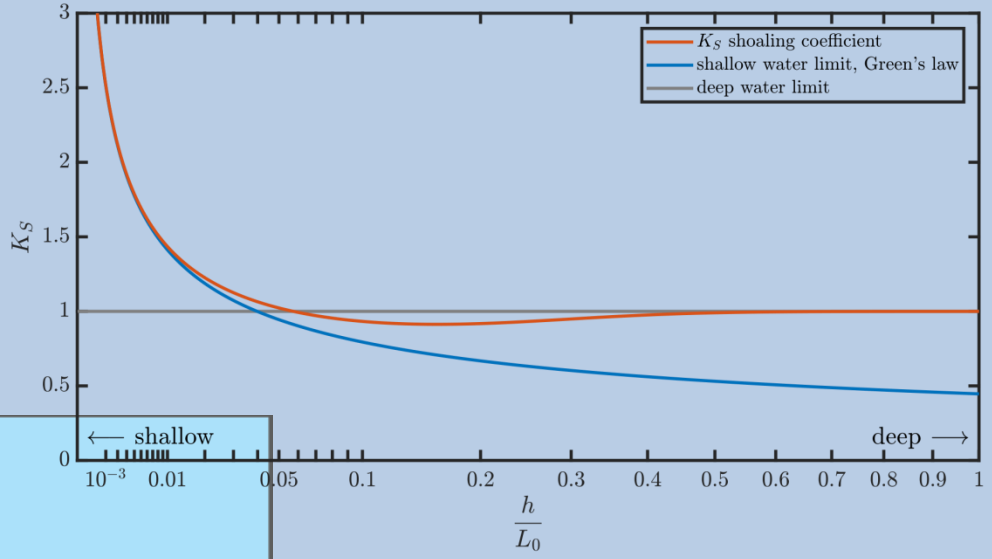
Universidad de La Laguna

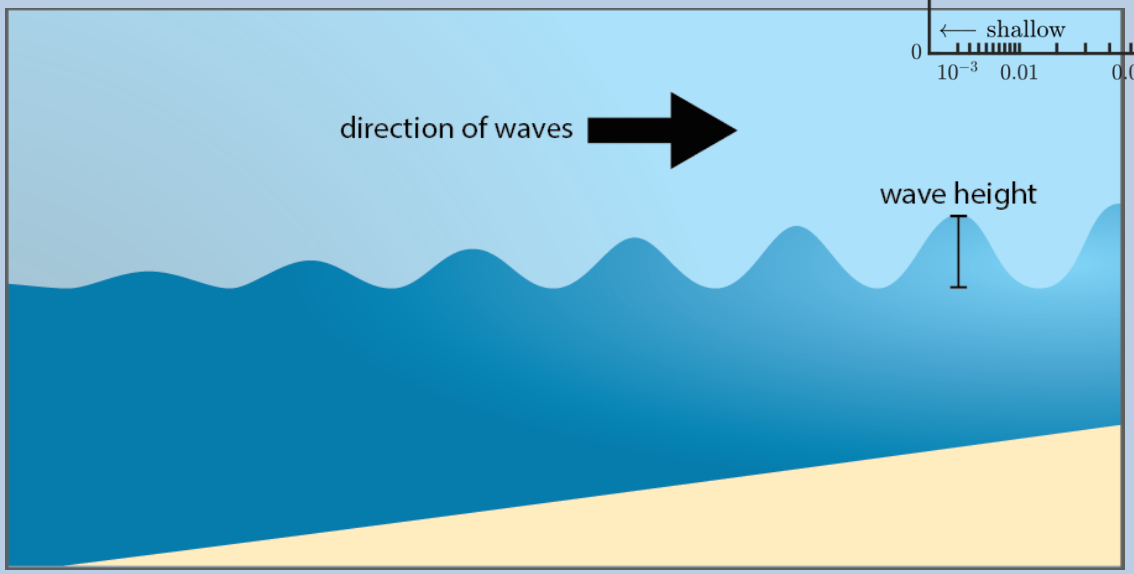
shoaling

El shoaling o asomeramiento consiste en un aumento de la altura de ola y reducción de la celeridad

Se explica a partir de la relación de dispersión $\sigma^2 = g \cdot k \cdot \tanh(kh)$

La altura de la ola varía según el coeficiente K_s

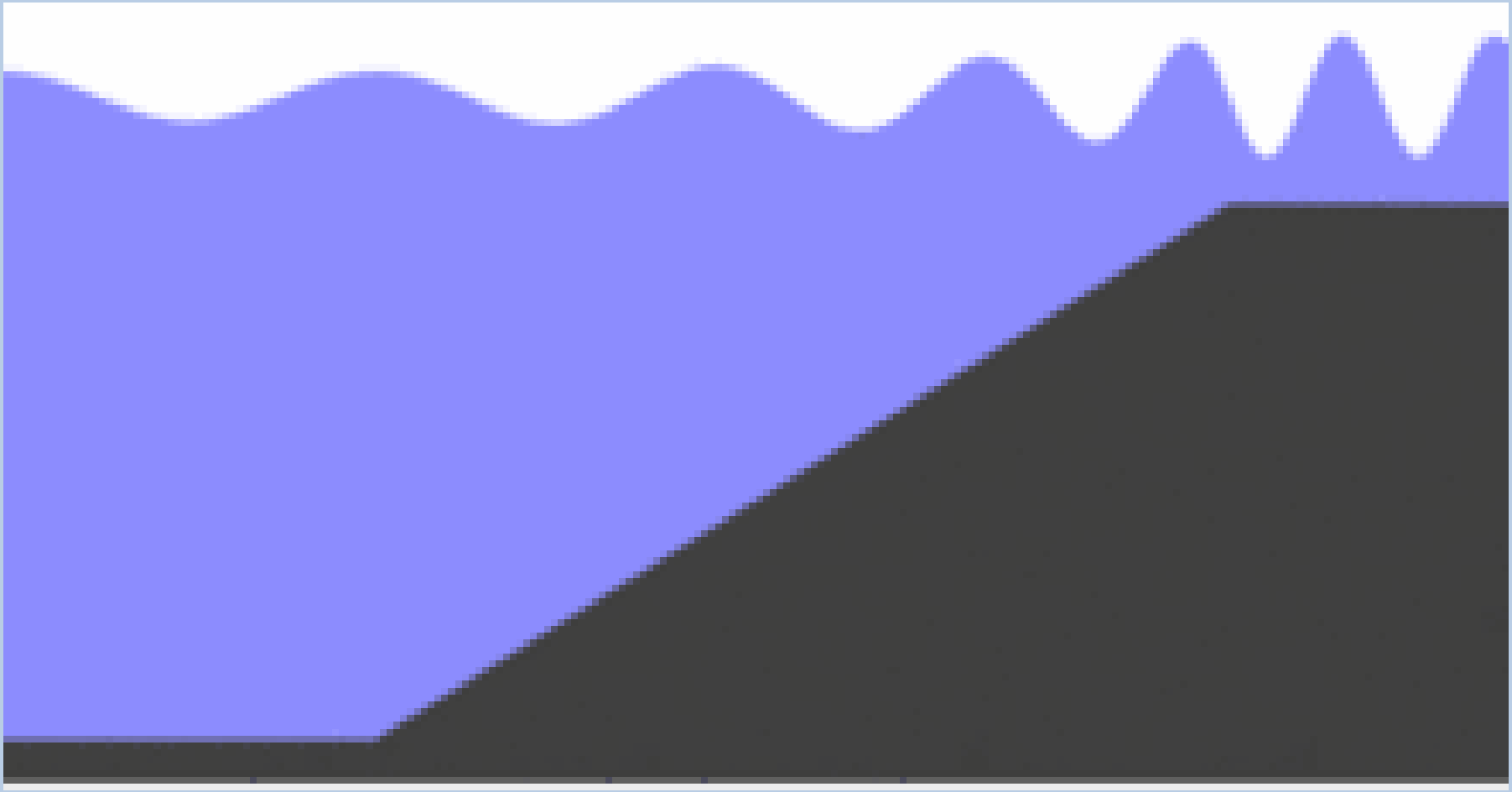




Universidad de La Laguna

shoaling

La reducción de la celeridad provoca que aumente la energía por unidad de superficie, y por tanto la altura



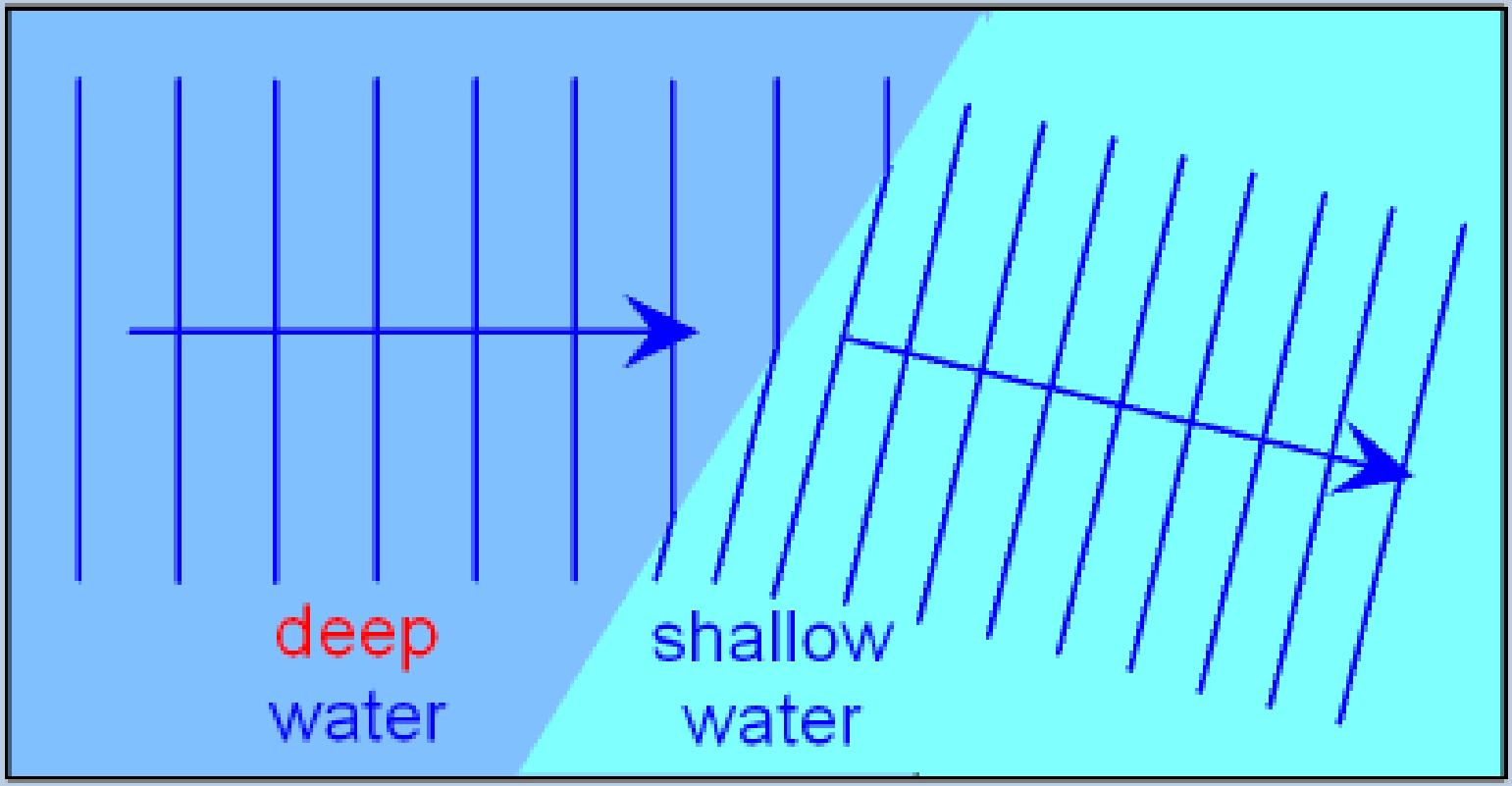
Universidad de La Laguna

refracción

La reducción de la celeridad de las olas también provoca que cambien de dirección

El cambio de dirección de avance del oleaje sigue la Ley de Snell

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_0} = \frac{c_1}{c_0}$$

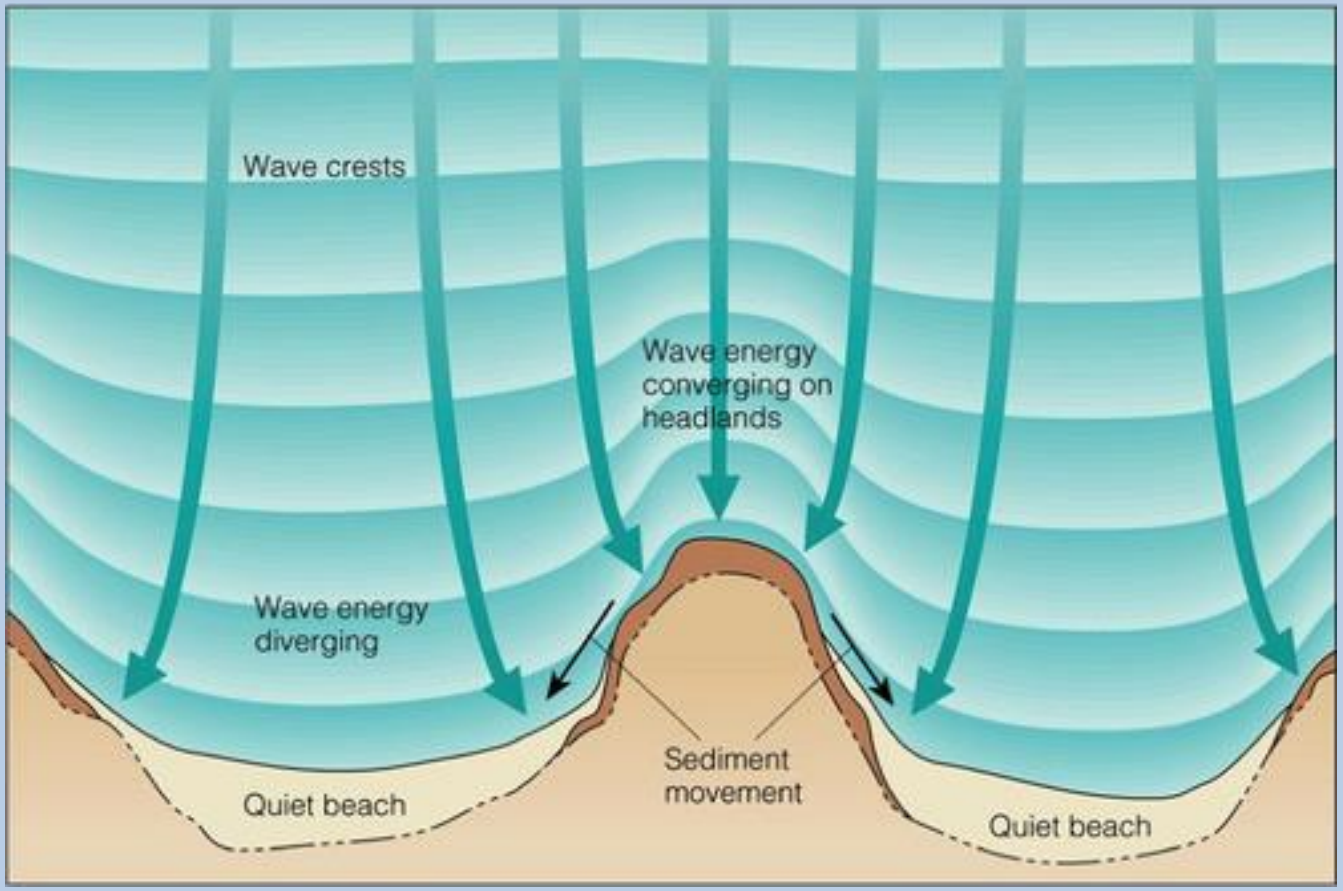


Universidad de La Laguna

refracción

Como efecto de la refracción, las olas tienden a avanzar en dirección perpendicular a la costa

La energía del oleaje se concentra en los salientes (erosión), mientras se dispersa en las bahías (acreción)



Universidad de La Laguna

difracción

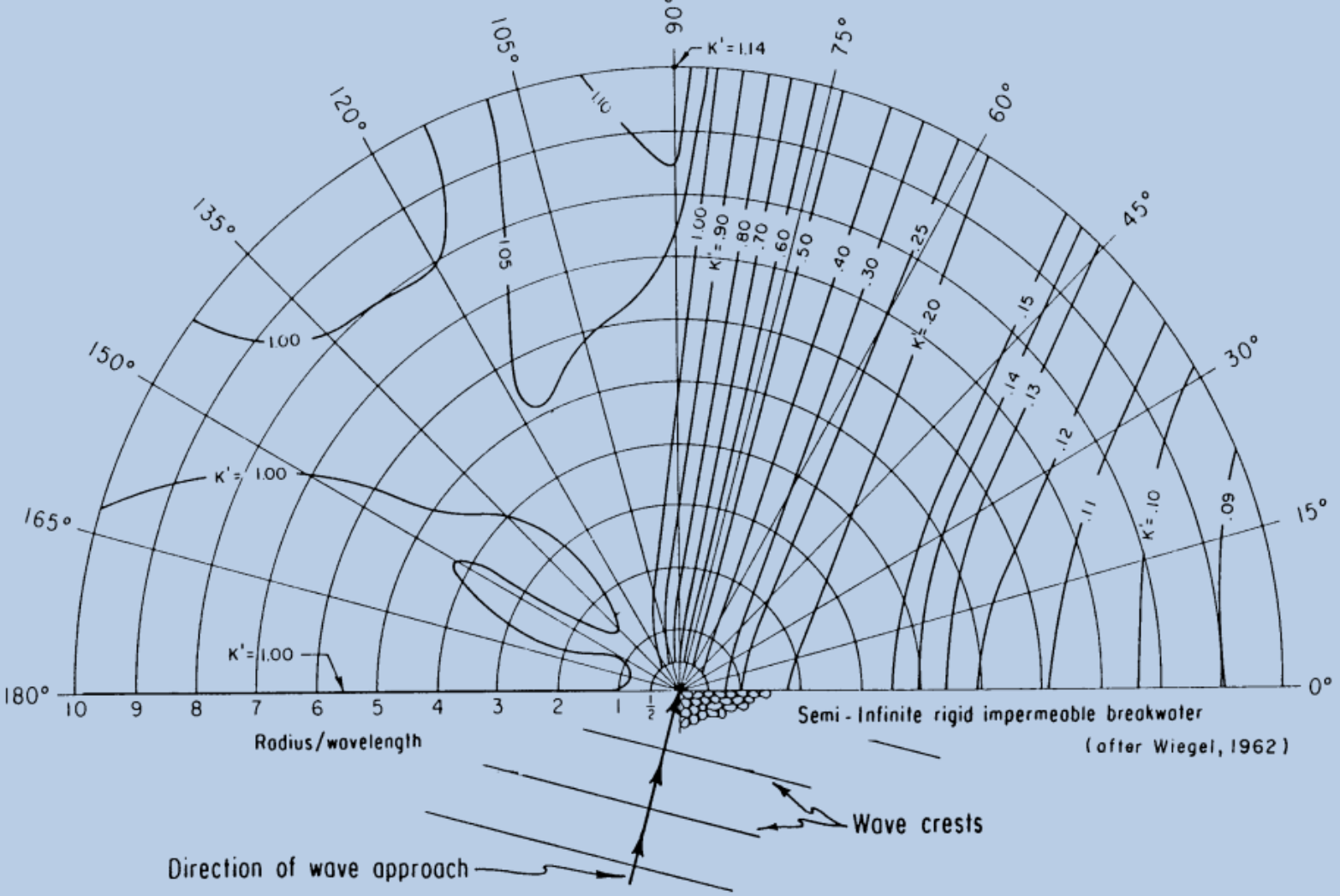
Cuerpos *opacos* son los diques, barcos de gran calado, islotes etc.

La altura de la ola en la sombra se atenúa respecto a la zona abierta

Universidad de La Laguna

difracción

La altura de ola difractada se puede calcular mediante plantillas de difracción (Wiegel).



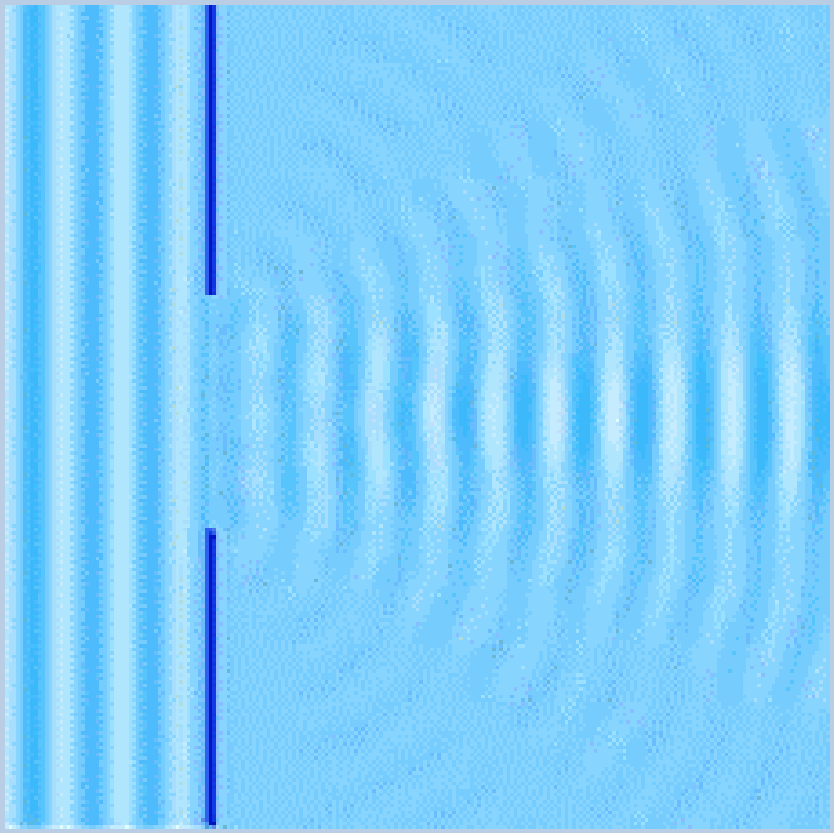
Difracción en morro de dique, ángulo de incidencia: 75°. Fuente: Shore Protection Manual

Universidad de La Laguna

difracción

La energía del oleaje tiende a llenas las zonas de sombra detrás de los cuerpos *opacos*

La altura de la ola en la sombra es menor que en la zona expuesta



Universidad de La Laguna

difracción

Si el cuerpo opaco es pequeño en relación a L, la difracción provoca superposición y aumento de la altura

Ej.: Roque de Garachico

Universidad de La Laguna

difracción

Otro efecto de la difracción es la forma en planta de las costas sedimentarias

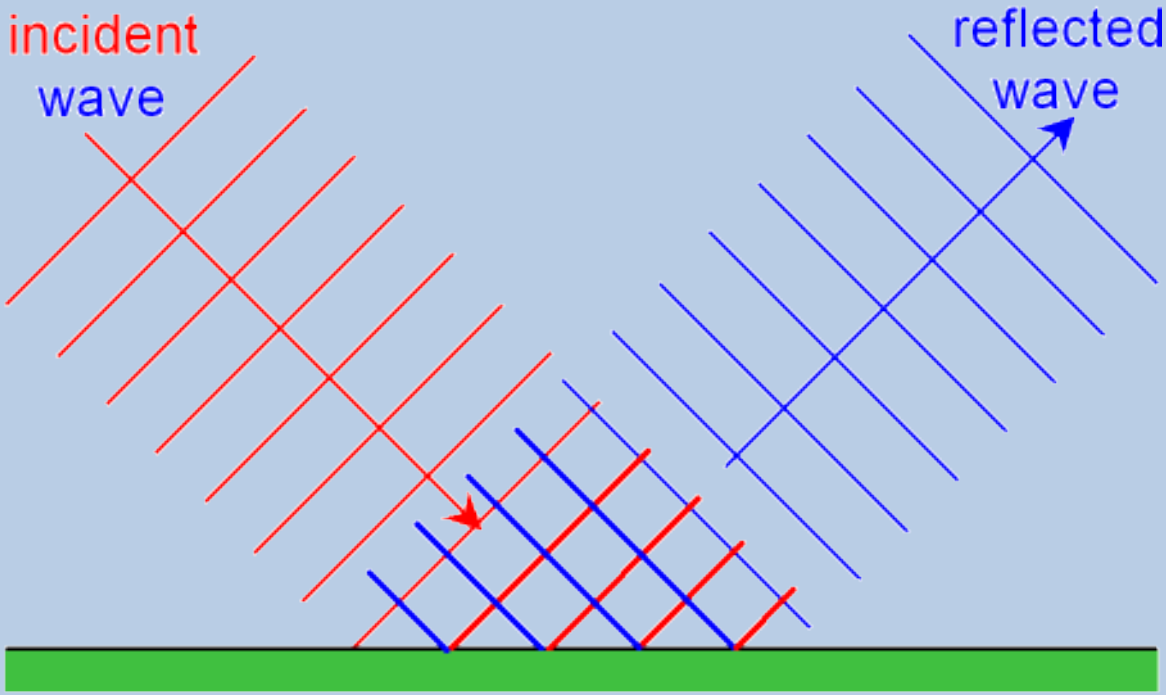
Ej.: Playa de San Marcos

Universidad de La Laguna

reflexión

Como todas las ondas, el oleaje se refleja en cuerpos opacos

El ángulo de la ola reflejada es igual al de la ola incidente



Universidad de La Laguna

reflexión

En el punto en que la ola reflejada coincide con la incidente, las alturas se suman

Ej.: Bajamar

Universidad de La Laguna

reflexión

Las costas altas son por lo general más reflejantes que las bajas

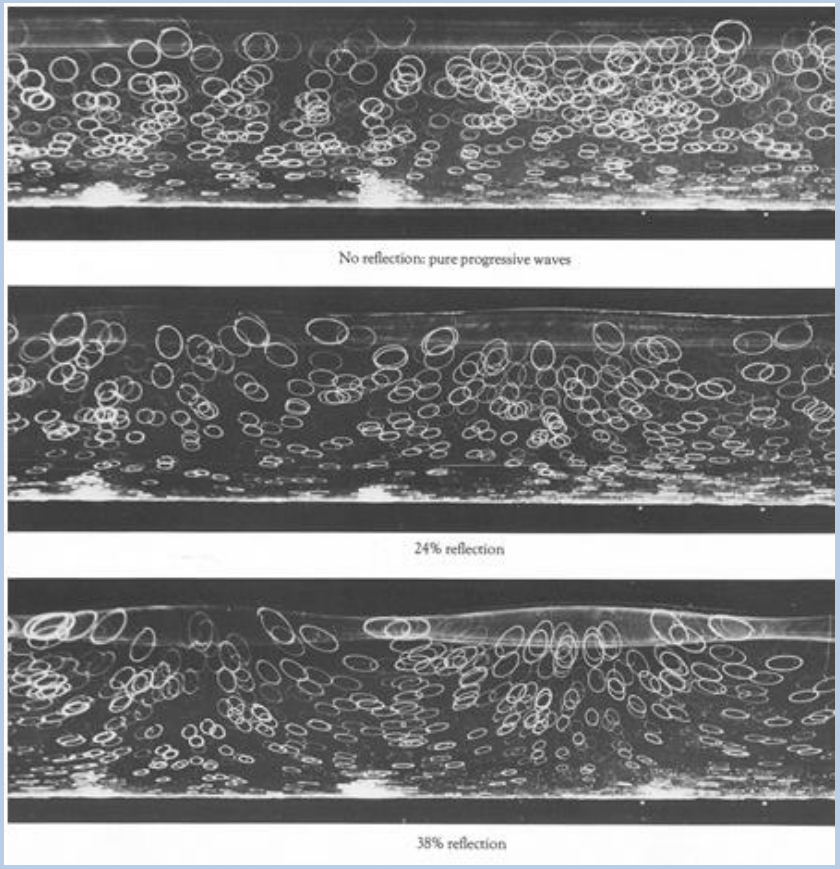
Se emplea el parámetro de Dean Ω

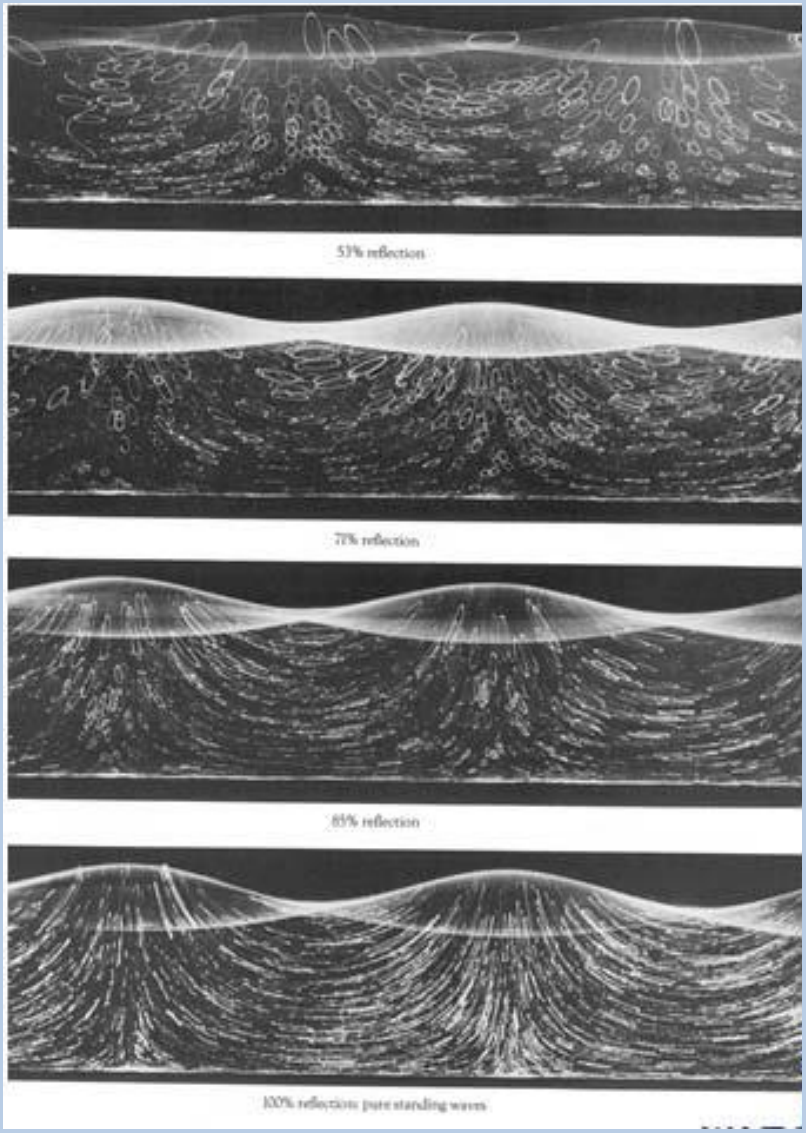
	Reflejantes	Intermedias	Dispativas
Micromareales (Wright y Short, 1984)	$\Omega<1$	$1<\Omega<6$	$6<\Omega$
Macromareales (Masselink y Short, 1993)	$\Omega<2$	$2<\Omega<5$	$5<\Omega$

Universidad de La Laguna

reflexión

En bahías cerradas y dársenas se dispara la altura de la ola por efecto de la resonancia (*Clapotis*)





Universidad de La Laguna

rotura del oleaje

La ola puede romper en aguas someras por:

- La velocidad de las partículas de la cresta sobrepasa la celeridad de la onda
- La presión de la superficie libre (z=0) es incompatible con la presión atmosférica
- La aceleración de las partículas en la cresta tiende a separarlas de la superficie de la masa de agua
- La superficie libre se pone vertical

Universidad de La Laguna

rotura del oleaje

Se distinguen cuatro tipos de rotura

Por descrestamiento

En voluta

Por colapso

Por surgencia

Universidad de La Laguna

rotura del oleaje

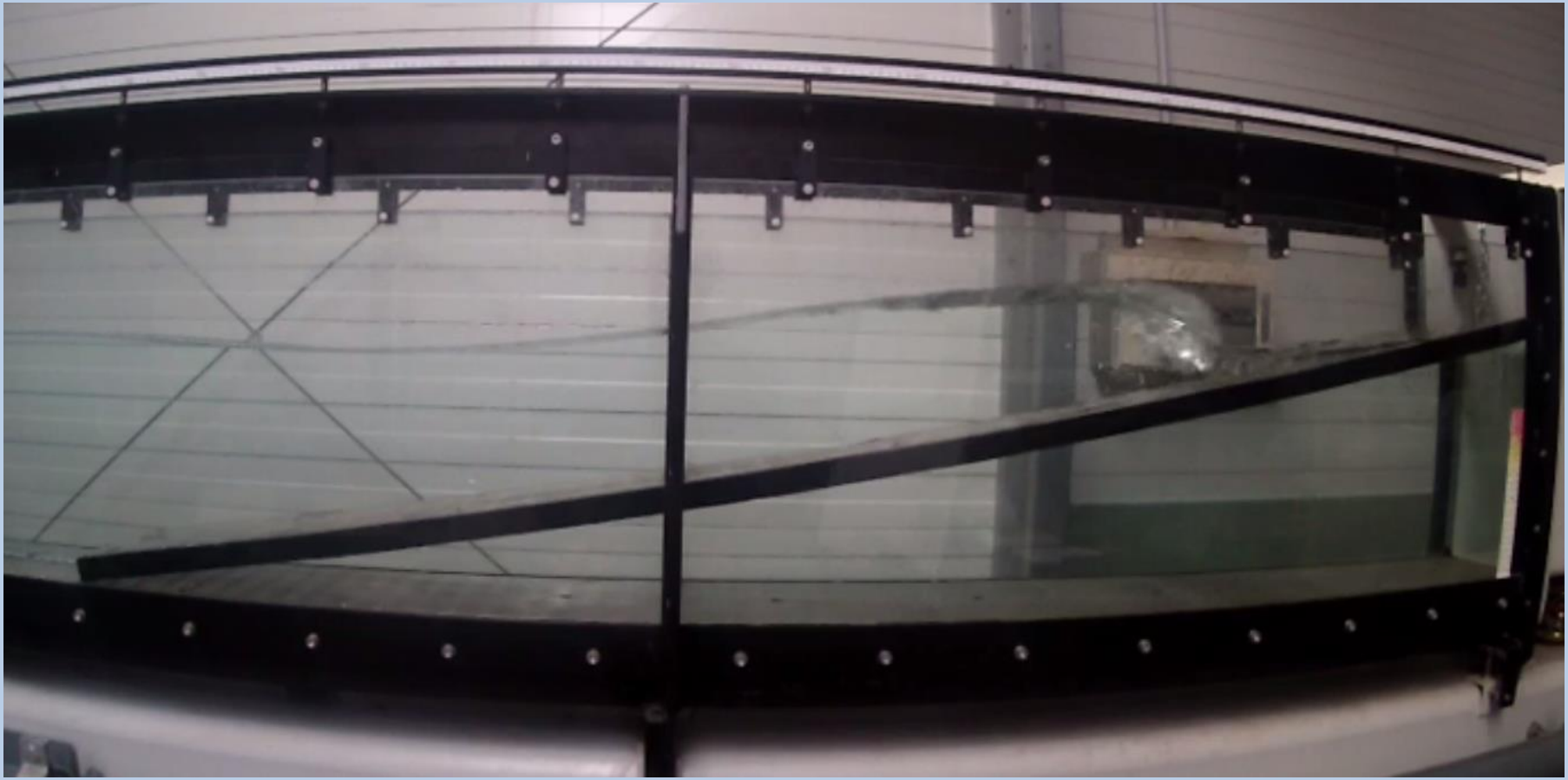
El tipo de rotura lo determina el parámetro de Iribarren ξ_o

Spilling	Plunging	Collapsing	Surging
$\xi_o < 0.5$	$0.5 < \xi_o < 3.3$	ξ_o en torno a 3.3	$3.3 < \xi_o$
$\xi_b < 0.4$	$0.4 < \xi_b < 2.0$	ξ_b en torno a 2.0	$2.0 < \xi_o$

Universidad de La Laguna

rotura del oleaje

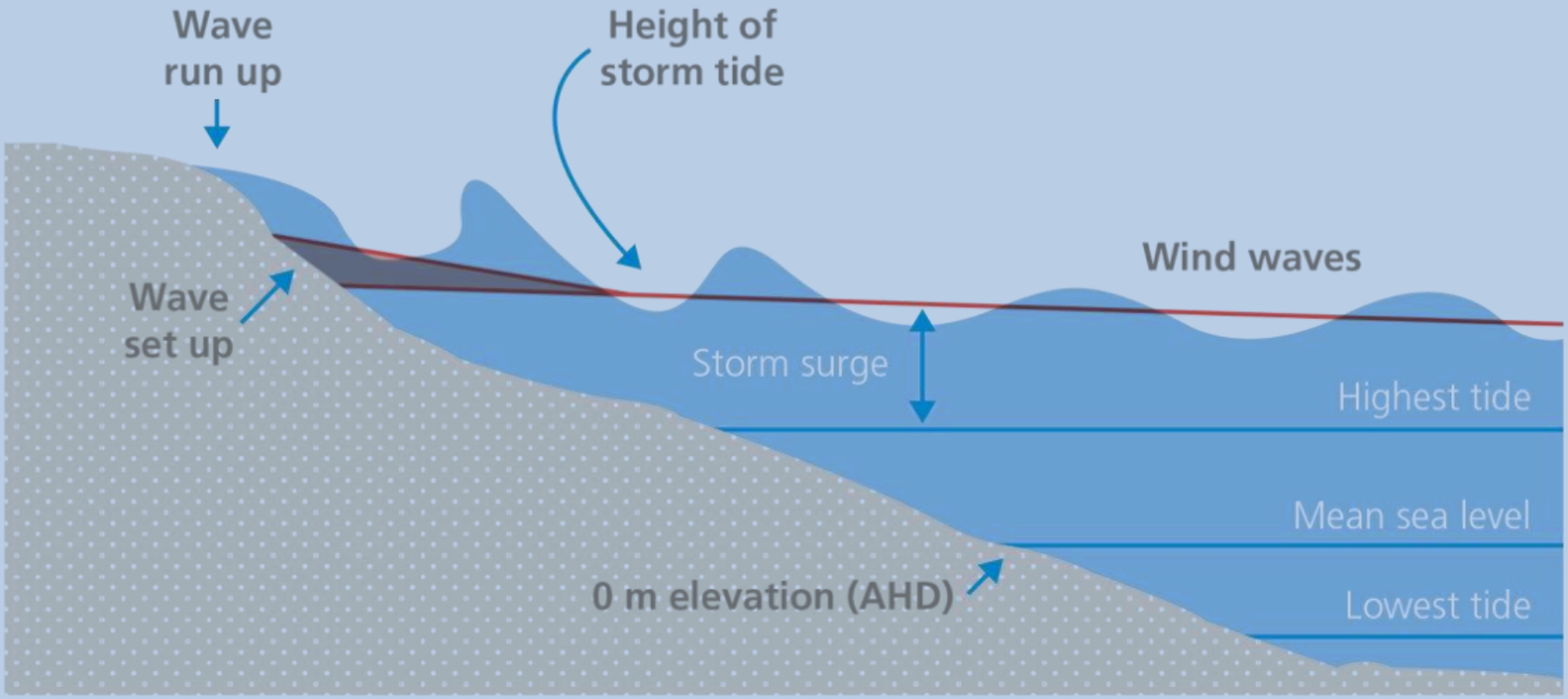
Videos de rotura en laboratorio



Universidad de La Laguna

rotura del oleaje

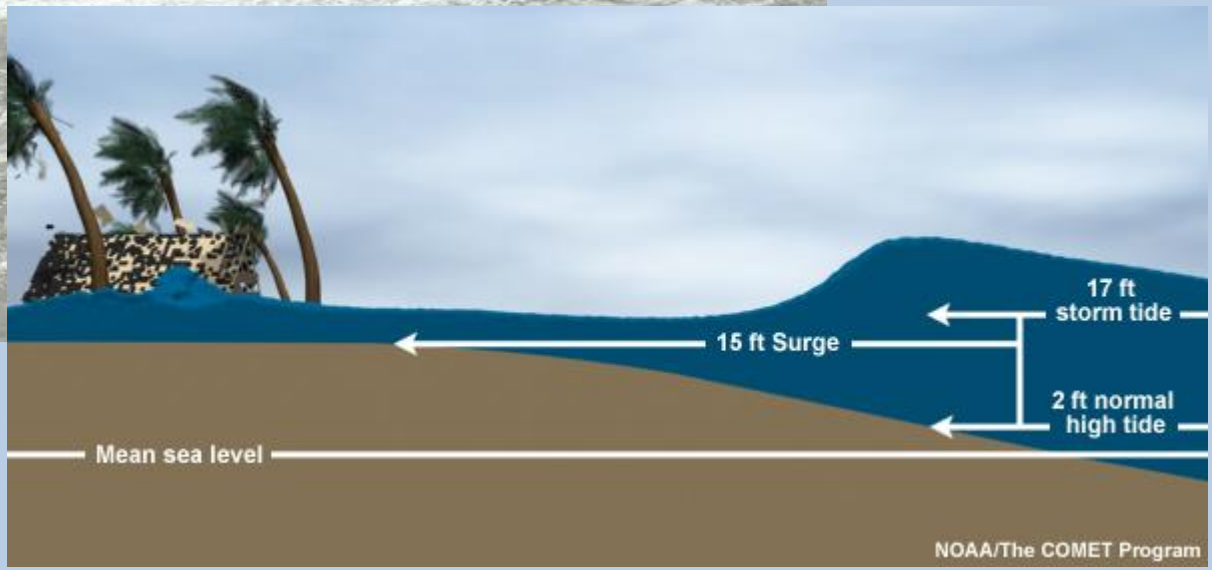
La rotura del oleaje provoca sobreelevación del nivel en la orilla (*wave setup*)



Universidad de La Laguna

marejadas

El viento empuja la masa de agua hacia la costa, provocando una sobreelevación (*storm surge*)



Universidad de La Laguna

marejadas

La sobreelevación es mayor cuanto menor es la profundidad en la plataforma litoral

$$\frac{dS}{dx} = \frac{\xi(U\cos\phi)^2}{gD}$$

donde:
- S es la elevación
- x es la distancia en la dirección de la marejada
- ξ $= 3{,}2 \cdot 10^{-6}$ (constante)
- U es la velocidad del viento
- D $= h + S$ es la nueva profudidad
- ϕ es el ángulo del viento con el eje x

Universidad de La Laguna

marejadas

La sobreelevación es mayor cuanto menor es la profundidad en la plataforma litoral