

Índice

Introducción	1
Capítulo 1. El sistema costero	6
1.1 Introducción	6
1.2 Componentes del sistema costero morfodinámico.....	9
1.2.1 Condiciones externas del sistema costero.....	10
1.2.2 Condiciones internas del sistema costero	11
1.3 La playa.....	12
Capítulo 2. Hidrodinámica de la zona de rompientes.....	14
2.1 Introducción	14
2.2 La onda más grande posible sobre una profundidad	15
2.3 Descripción cualitativa de la rotura.....	17
2.3.1 Análisis de la variación del momento (<i>¿por qué rompen las olas?</i>).....	19
2.3.2 Tipos de rotura.....	25
2.4 Características del oleaje en el punto de rotura.	29
2.5 Revisión del estado del arte sobre experimentos de laboratorio en la zona de rompientes.....	32
2.5.1 Características cualitativas de la zona de rompientes.....	34
2.5.2 Perfiles de superficie libre $\eta(t)$	35
2.5.3 La elevación de la cresta $\eta_c/H(t)$	37
2.5.4 La zona del roller	39
2.5.5 Velocidad de partícula.....	41
2.5.6 Intensidad de la turbulencia	43
2.6 Corrientes asociadas a la rotura	44
2.6.1 Corriente de resaca (<i>undertow</i>).....	46

2.7	Gradiente de presiones y aceleración total	47
Capítulo 3.	Metodología	49
3.1	Introducción	49
3.2	Experimentos en laboratorio-Ting y Kirby (1994)	51
3.3	Descripción del modelo numérico	55
3.3.1	Antecedentes del modelo	56
3.3.2	Características del modelo numérico.....	56
3.3.3	Ecuaciones de gobierno para el medio fluido	58
3.3.4	Condiciones iniciales y de frontera.....	62
3.3.5	Método de seguimiento de superficie libre (VOF).....	65
3.3.6	Método de resolución	67
Capítulo 4.	Análisis de resultados	69
4.1	Introducción	69
4.2	Rotura tipo Voluta.....	70
4.2.1	Validación.....	70
4.2.2	Términos de la ecuación de Euler	78
4.3	Rotura tipo descrestamiento	81
4.3.1	Validación.....	81
4.3.2	Términos de la ecuación de Euler	89
4.4	Discusión de diferencias entre ambos tipos de rotura	92
Capítulo 5.	Conclusiones	94
Capítulo 6.	Futuras líneas de trabajo.....	96
Capítulo 7.	Bibliografía	97

Índice de Figuras

Figura 1.1 Panel Izquierdo –Oleaje de tormenta; Panel derecho – Efectos erosivos sobre la costa tabasqueña en Sánchez Magallanes.	7
Figura 1.2 Componentes primarios involucrados en morfodinámica costera. La interacción iterativa entre la morfología y los procesos es responsable de la complejidad observada en la evolución costera (Pedrozo-Acuña, 2010).....	9
Figura 1.3 Terminología del perfil de playas (Pedrozo-Acuña, 2010).	13
Figura 2.1 Análisis del flujo de momento en un bore. (Svendsen, 2005).....	19
Figura 2.2 Similitud entre los perfiles de velocidad en un bore (no rotura) y un bore en rotura visto desde un sistema de coordenadas moviéndose con la velocidad del bore/ de manera que el movimiento de la ola parece estable. La forma de la ola equivalente se muestra como una línea discontinua (Svendsen, 2005)	21
Figura 2.3 Comparación de los valores del criterio de rotura.....	23
Figura 2.4 Tipos de rotura en playas (paneles izquierdos-figuras esquemáticas; paneles derechos- fotografías)	26
Figura 2.5 De izquierda a derecha se muestran los bocetos para la evolución de las roturas de descrestamiento, voluta y no rotura acercándose a la costa. (Tilen Kusterle, 2007)	28
Figura 2.6 Índice de rotura contra la pendiente relativa de fondo $S = hxLhB$ (Svendsen y Hansen, 1976).....	30
Figura 2.7 Valores de L/h en la rotura contra la inclinación de las olas en aguas profundas H_0/L_0 (Svendsen y Hansen, 1976).....	32
Figura 2.8 Representación esquemática de la zona de rompientes en una playa con pendiente suave. (Christensen et al, 2002).....	34
Figura 2.9 Desarrollo de los perfiles de la superficie de las olas en la zona de rompientes (Svendsen et al., 1978). La figura muestra como se propagan las olas hacia la costa, la parte trasera de las olas comienza a hacerse más rectas así que las olas eventualmente se aproximan a la forma de un diente de sierra.....	36
Figura 2.10 Valores experimentales de η_c/H - son los resultados de la ecuación 2.39 (Hansen, 1990).....	38

Figura 2.11 Características hidrodinámicas de la zona de rompientes (modificada de Dally, 2000)	39
Figura 2.12 Panel izquierdo.- Ilustración de las características del campo de velocidad bajo una ola en la zona de rompientes. Panel derecho.-Campo de velocidades visto en la zona de rompientes a partir de la ola. (Sevendsen, 2005).....	40
Figura 2.13 Mediciones de perfiles de velocidad bajo la cresta de las olas en rotura. Las mediciones son de Iwagaki and Sakai (1976), la curva corresponde a la ecuación 2.43.....	41
Figura 2.14 Mediciones de velocidad en campo de una ola en la zona de rompientes. La parte delantera de la cresta se hace recta. (Cox et al., 1994)	42
Figura 2.15 Gráfica de la intensidad promedio del remolino y periodo medio de las fluctuaciones	43
Figura 2.16 A, B, C.- Patrones de circulación observados en la zona cercana a la costa en función del ángulo de aproximación del oleaje (Komar, 1998).....	45
Figura 2.17 Undertow o flujo de resaca en la zona de rompientes. Representa al flujo compensatorio del transporte de masa con dirección a la costa, producido por el oleaje	46
Figura 3.1 Arreglo experimental. (Ting y Kirby ,1994)	52
Figura 3.2 Ubicación de los sensores para la prueba en descrestamiento.....	54
Figura 3.3 Ubicación de los sensores para la prueba en voluta	54
Figura 3.4 Esquema del dominio de resolución, localización de las magnitudes resueltas, definición de la función VOF (Modificado de Guanche, 2008).....	66
Figura 4.1 Comparación de envolvente máxima, media y mínima de la superficie libre para rotura tipo voluta; círculos azules - Ting y Kirby (1994); diamantes rojos -modelo numérico.	71
Figura 4.2 Perfil de la superficie libre en el intervalo de tiempo (100-250 seg), obtenido por los sensores 2 al 12; en rotura en tipo voluta. Datos de laboratorio en color azul y datos modelo color rojo.	72
Figura 4.3 Perfil de la superficie libre en el intervalo de tiempo (100-250 seg), obtenido por los sensores 13 al 23; en rotura en tipo voluta. Datos de laboratorio en color azul y datos modelo color rojo.....	73
Figura 4.4 Campo de turbulencia obtenida por el modelo COBRAS en rotura en voluta, la escala de color representa la intensidad de turbulencia adimensional.....	75

Figura 4.5 Campo de velocidad u obtenida por el modelo COBRAS en rotura en voluta, la escala de color representa la magnitud de velocidad u	76
Figura 4.6 Campo de velocidad w obtenida por el modelo COBRAS en rotura en voluta, la escala de color representa la magnitud de velocidad w	77
Figura 4.7 Campo de presiones obtenidas por el modelo COBRAS en rotura en voluta, la escala de color representa la magnitud de presión.	78
Figura 4.8 Ubicación de los puntos de comparación para los términos de la ecuación de Euler, para rotura en voluta.	79
Figura 4.9 Gráficas de los términos de la ecuación de Euler para P-1 ($x=7.5$ m), P-2 ($x=10.0$ m) y P-3 ($x=13.0$ m); para rotura de tipo voluta.....	81
Figura 4.10 Comparación de envolvente máxima, media y mínima de la superficie libre para rotura tipo descrestamiento; círculos azules - Ting y Kirby (1994); diamantes rojos -modelo numérico.	82
Figura 4.11 Perfil de la superficie libre en el intervalo de tiempo (110-160 seg), obtenido por los sensores 2 al 11; en rotura en tipo descrestamiento. Datos de laboratorio en color azul y datos modelo color rojo.	83
Figura 4.12 Perfil de la superficie libre en el intervalo de tiempo (110-160 seg), obtenido por los sensores 12 al 21; en rotura en tipo descrestamiento. Datos de laboratorio en color azul y datos modelo color rojo.	84
Figura 4.13 Campo de turbulencia obtenida por el modelo COBRAS en rotura en descrestamiento, la escala de color representa la intensidad de turbulencia adimensional..	86
Figura 4.14 Campo de velocidades horizontales u , obtenida por el modelo COBRAS en rotura en descrestamiento, la escala de color representa la magnitud de velocidad horizontal.	87
Figura 4.15 Campo de aceleración vertical w , obtenida por el modelo COBRAS en rotura en descrestamiento, la escala de color representa la magnitud de aceleración vertical.	88
Figura 4.16 Campo de presión, obtenida por el modelo COBRAS en rotura en descrestamiento, la escala de color representa la magnitud de presión.	89
Figura 4.17 Ubicación de los puntos de comparación para los términos de la ecuación de Euler, para rotura en descrestamiento.	90
Figura 4.18 Gráficas de los términos de la ecuación de Euler para P-1 ($x=7.0$ m), P-2 ($x=10.0$ m) y P-3 ($x=12.0$ m); para rotura de tipo descrestamiento.....	91

Índice de tablas

Tabla 2.1 Datos obtenidos por diferentes autores para la relación $(H/h)_{max}$ Svendsen (2005).	16
Tabla 2.2 Datos obtenidos por diferentes autores para la relación $(H/L)_{max}$. Svendsen (2005).	16
Tabla 3.1 Condiciones de oleaje para los tipos de rotura de los experimentos.....	53
Tabla 3.2 Condiciones de la función $F = \frac{\rho}{\rho_f}$ para determinar el tipo de celda registrada por el programa.	65