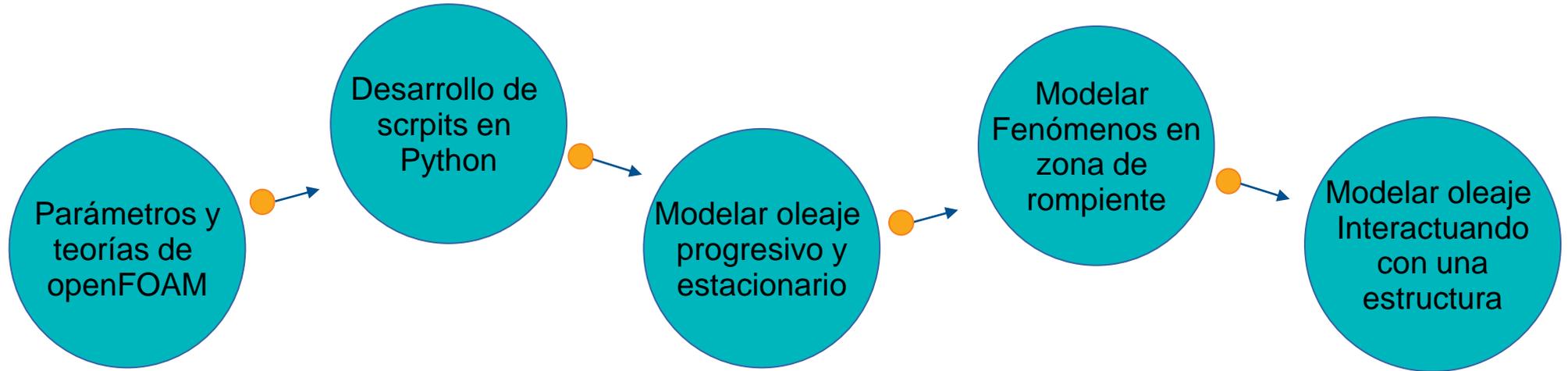


Calibración y validación de OpenFOAM para la modelación de un canal de ondas en 2D

Fecha: 13-10-2020

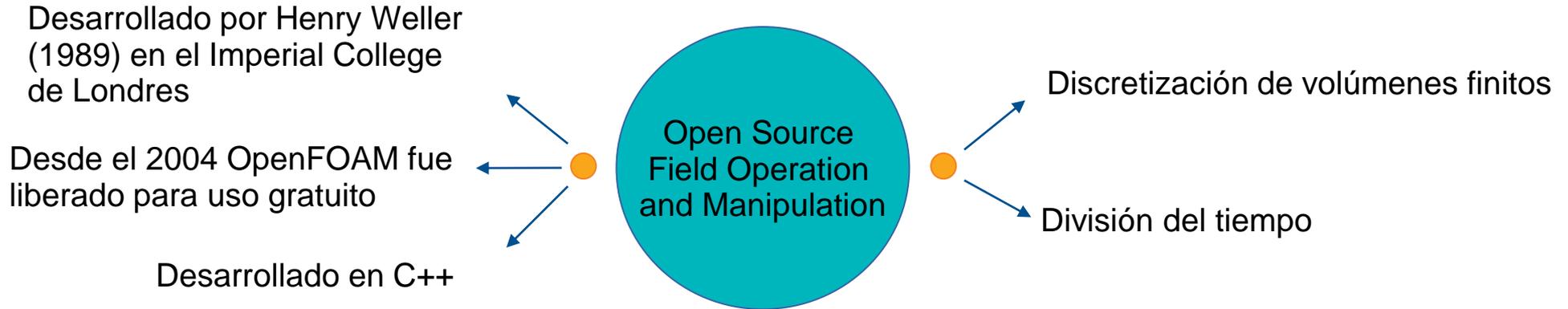
Alumno: Carlos Contreras Ruiz
Profesor guía: Patricio Winckler
Profesor revisor: Matías Quezada
Profesor revisor: David Poblete

Objetivos

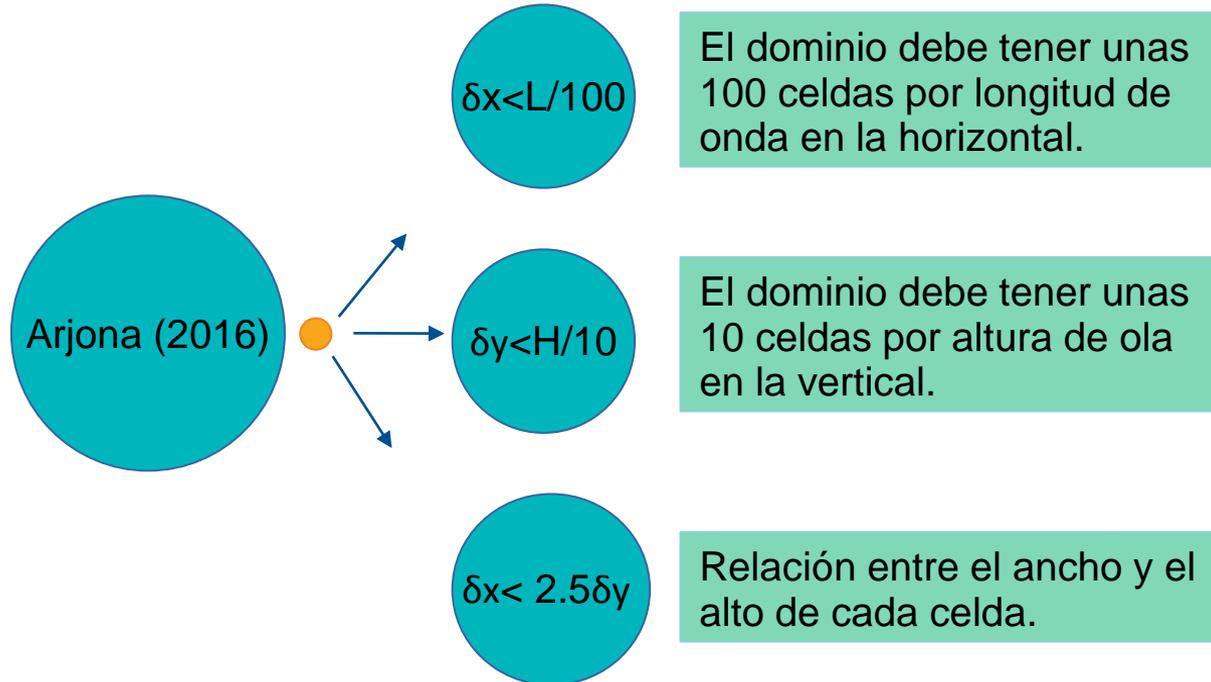


OpenFOAM

OpenFOAM es un software orientado a la resolución de una gran cantidad de problemas relacionados al flujo de fluidos.

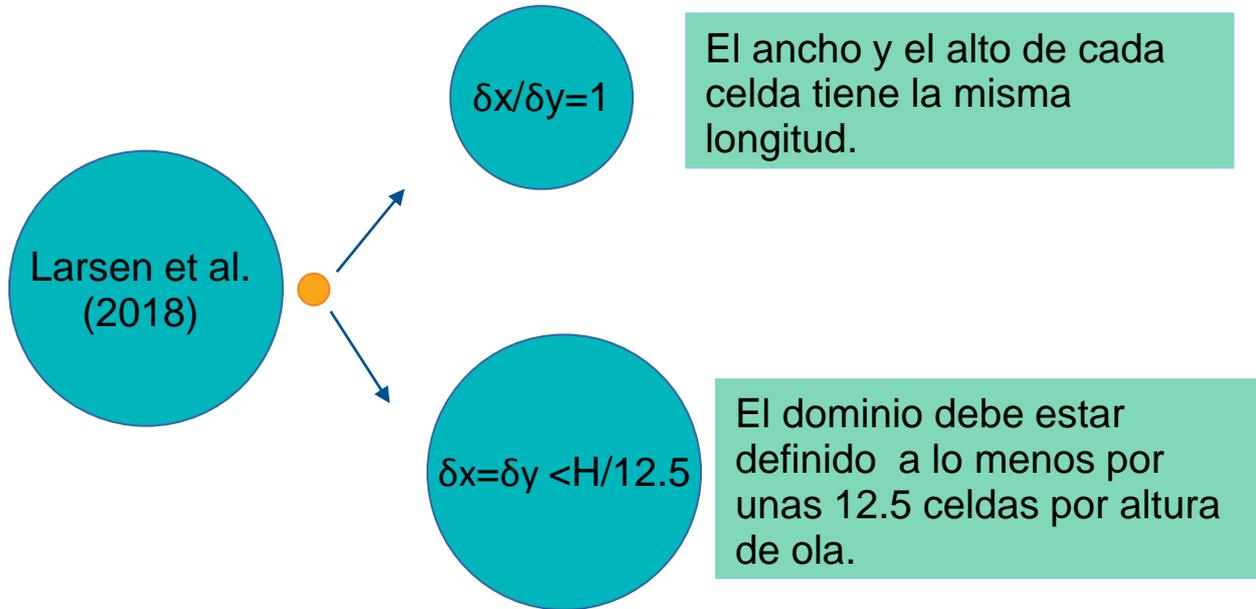


Análisis de sensibilidad de la malla



Donde δx y δy son las dimensiones ancho y alto de cada celda respectivamente. L corresponde a la longitud de onda, y H es la altura de ola que se le proporciona al modelo.

Análisis de sensibilidad de la malla



Donde δx y δy son las de dimensiones ancho y alto de cada celda respectivamente. H es la altura de ola que se le proporciona al modelo.

Parámetros de los casos de estudio

Parámetros de entrada para modelar los casos analizados, donde H es la altura de ola a propagar, T es el periodo de la ola y t es el tiempo modelado.

$H[m]$	$T[s]$	Teoría	Profundidad $[m]$	$t[s]$
0.1	2.0	Stokes II	0.7	20.0

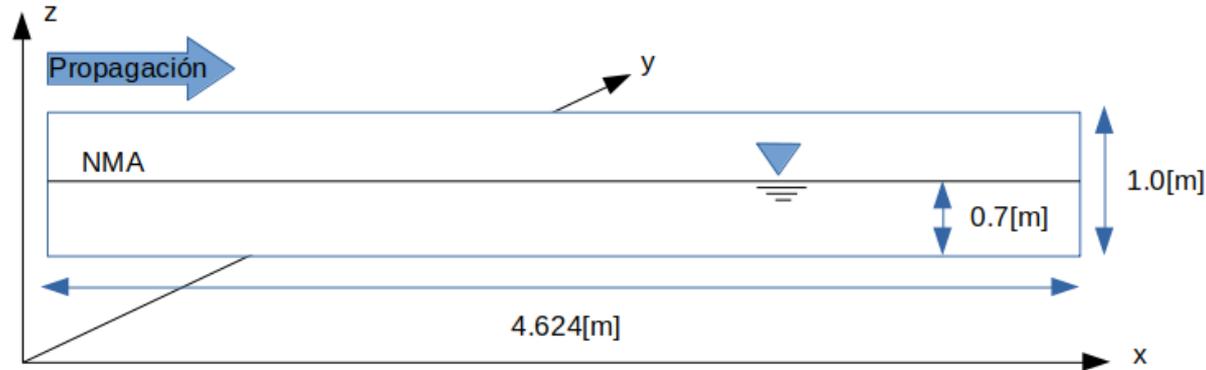
Resolución espacial para los casos simulados, donde dx y dz corresponden al ancho y alto de cada celda respectivamente.

Caso	Criterio	dx [cm]	dz [cm]	Celdas por altura de ola
CR01	Arjona (2016)	2.49	1.0	10
CR02	Larsen et al. (2018)	0.8	0.8	12.5
CR03	Larsen et al. (2018)	0.4	0.4	25

Oleaje progresivo

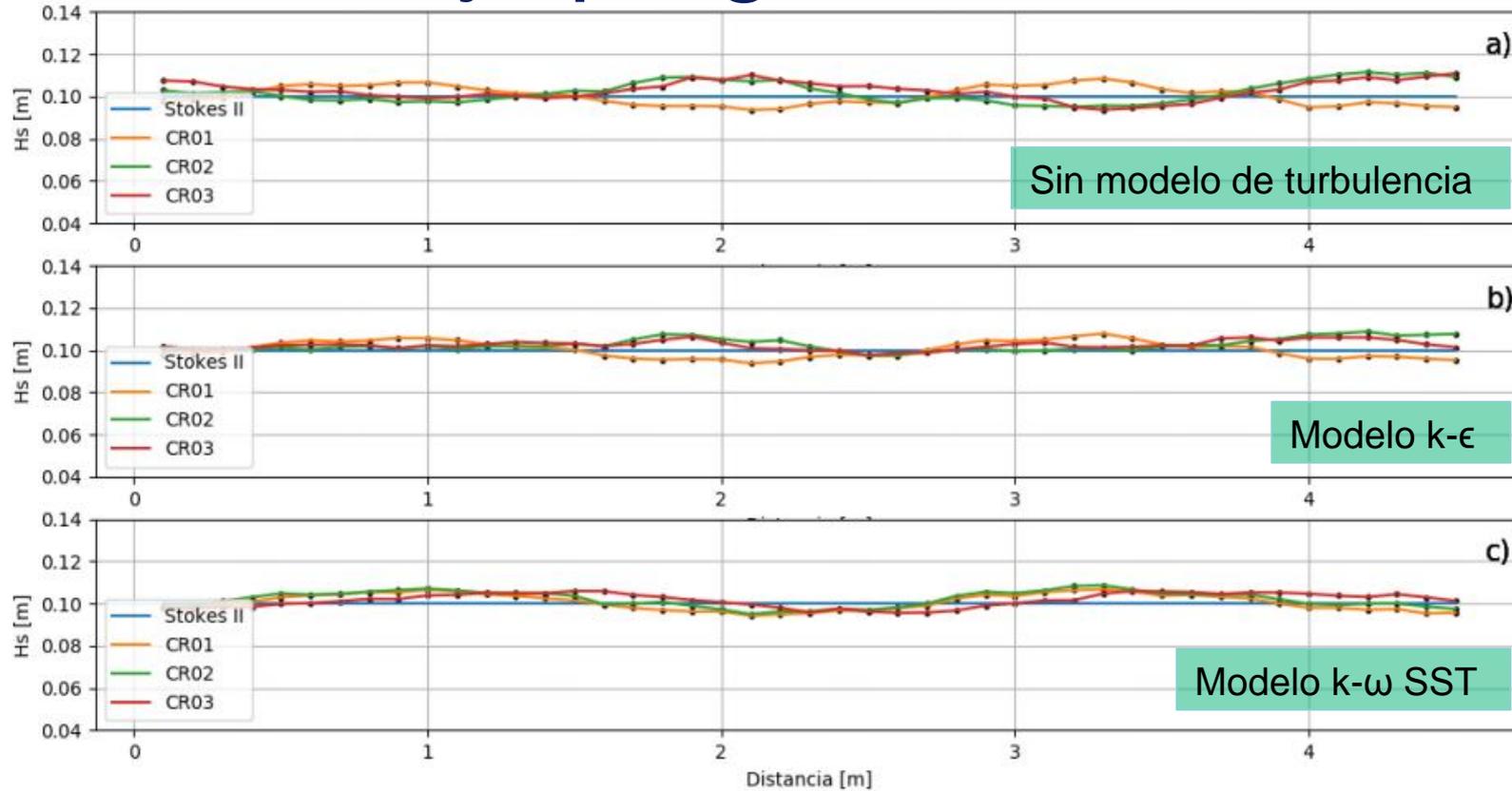
El criterio utilizado por Arjona (2016) se comparó con casos en que se aumenta la densidad de la malla y se cambia la relación de aspecto de las celdas a 1:1 (configuración propuesta por Larsen et al. (2018)).

Dimensiones del canal de ondas modelado, donde el NMA es el nivel medio del agua.



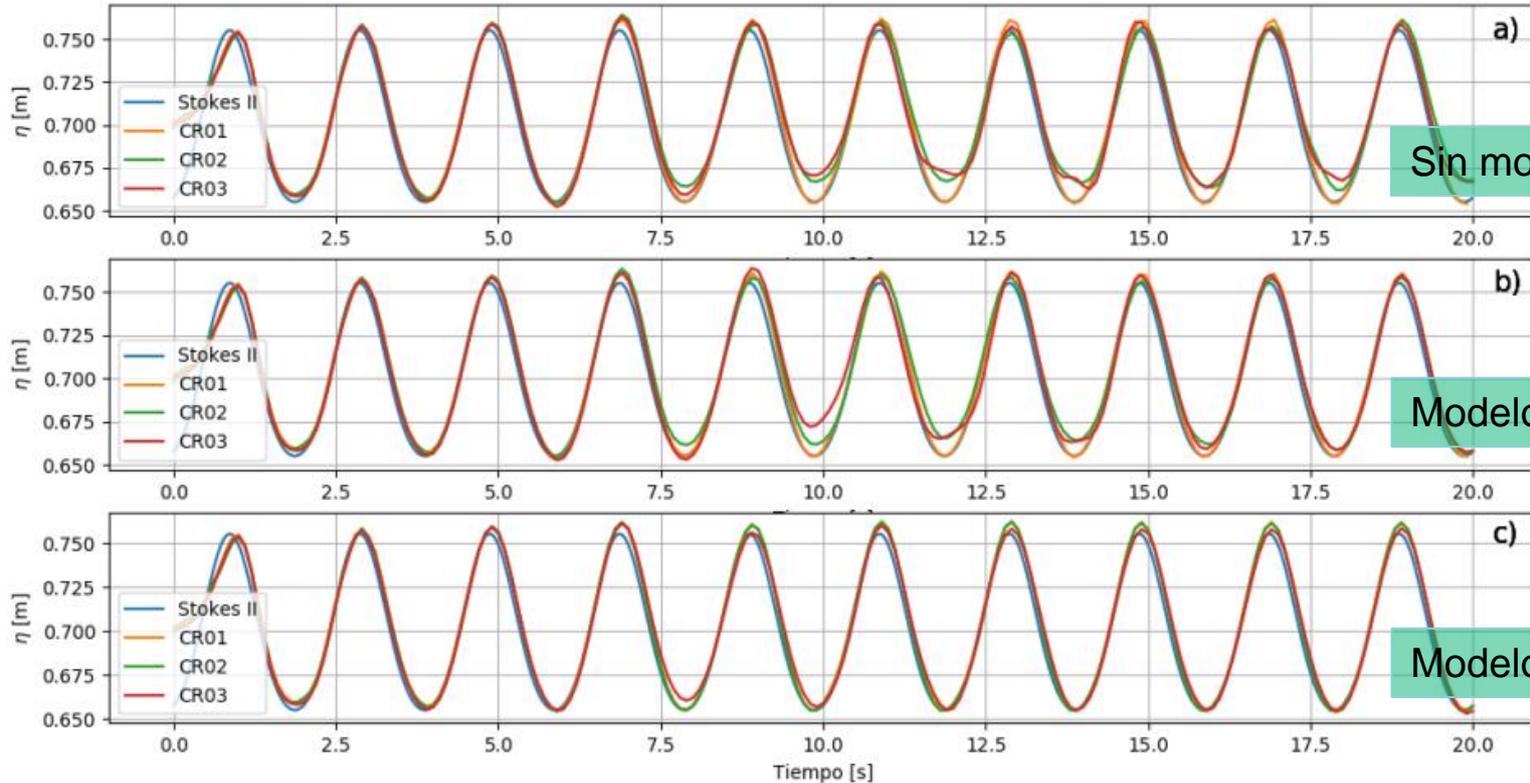
Fuente: elaboración propia.

Oleaje progresivo



Fuente: elaboración propia.

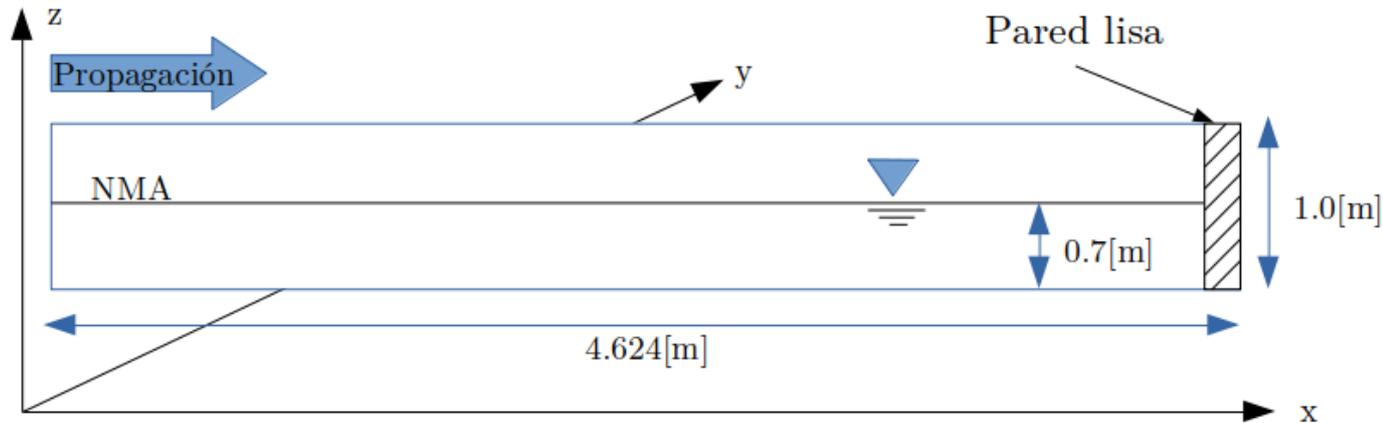
Oleaje progresivo en $x = 1.0$ m



Fuente: elaboración propia.

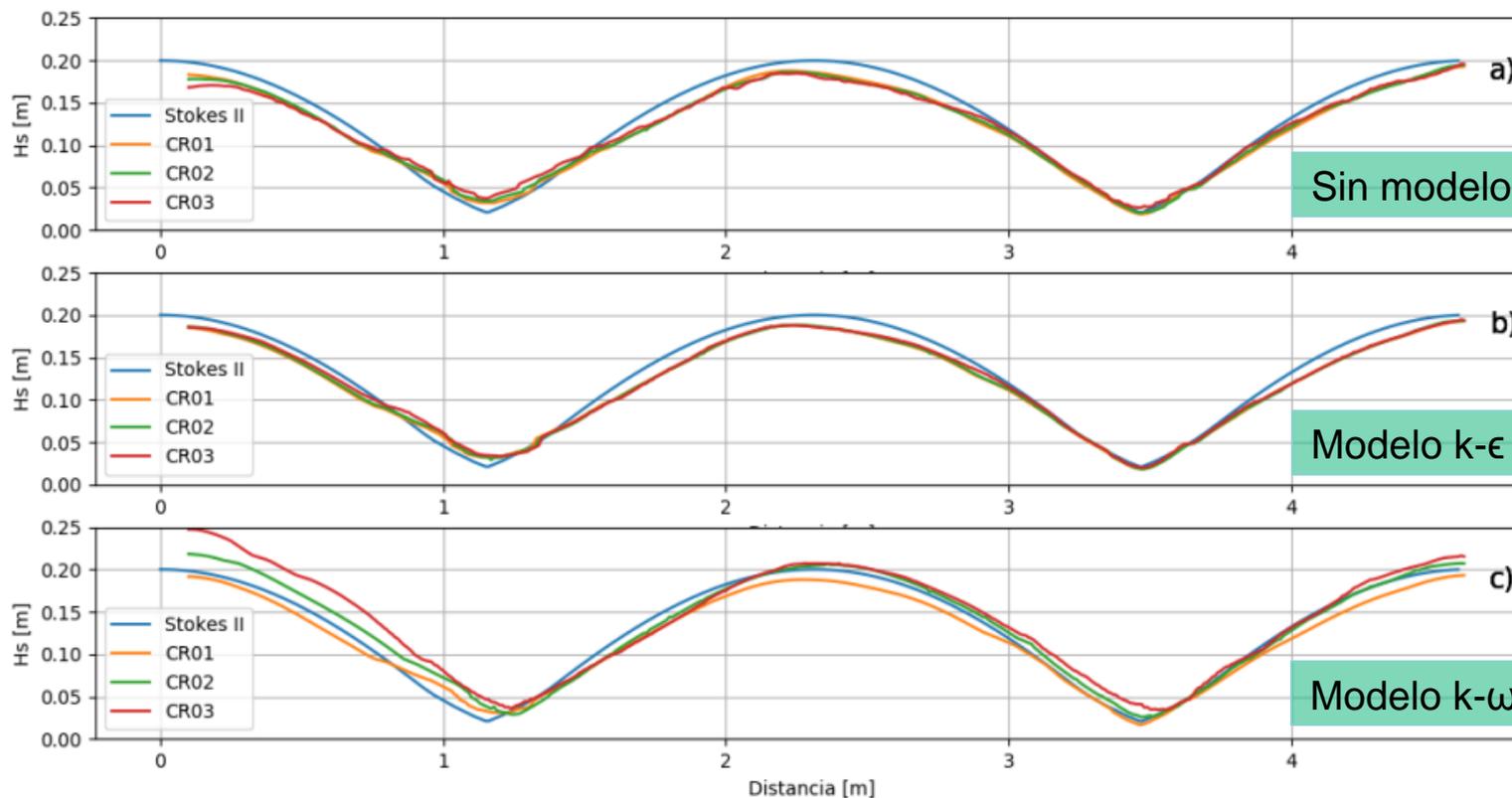
Onda estacionaria

Configuración del canal de olas para analizar la reflexión. NMA es el nivel medio del agua.



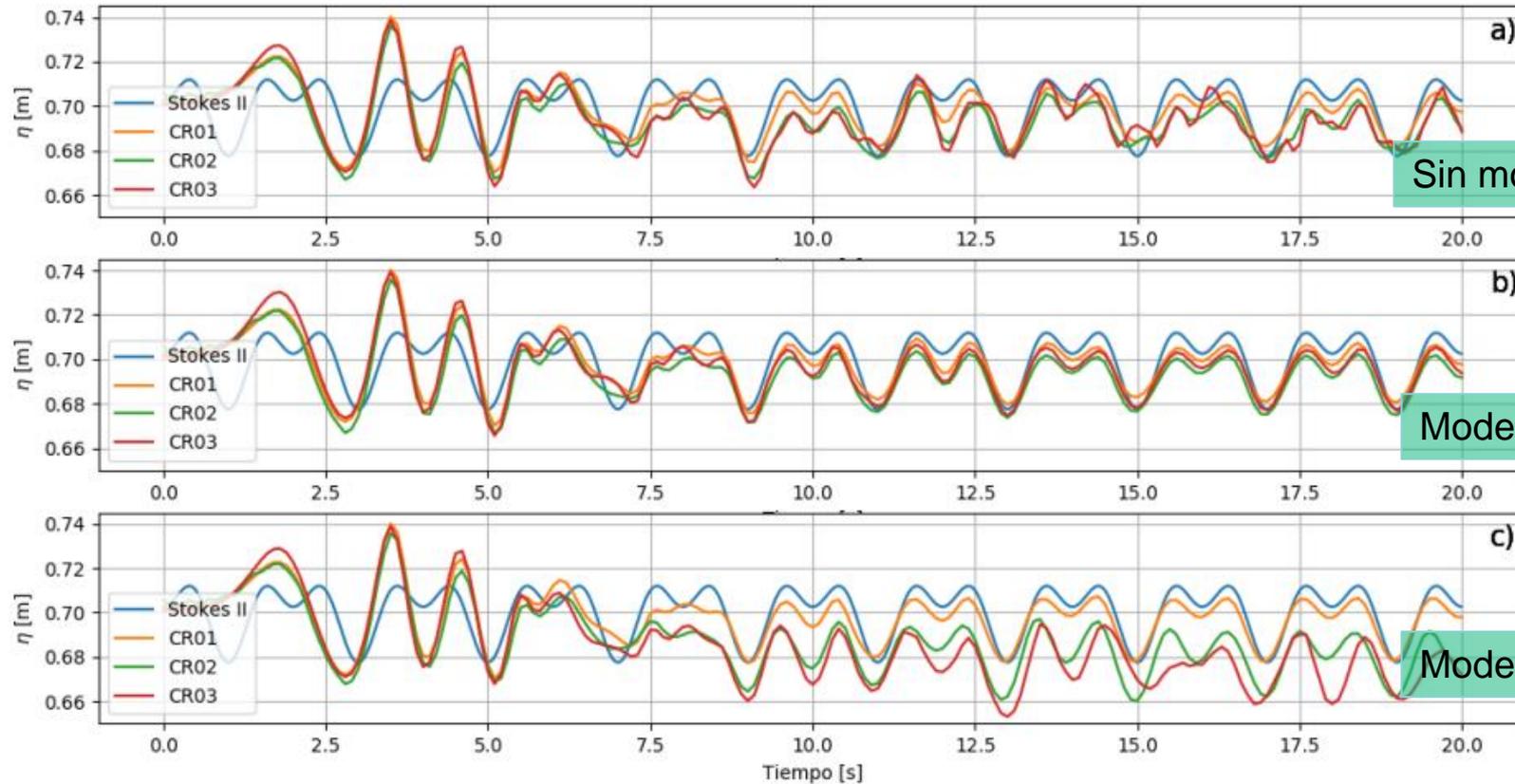
Fuente: elaboración propia.

Onda estacionaria



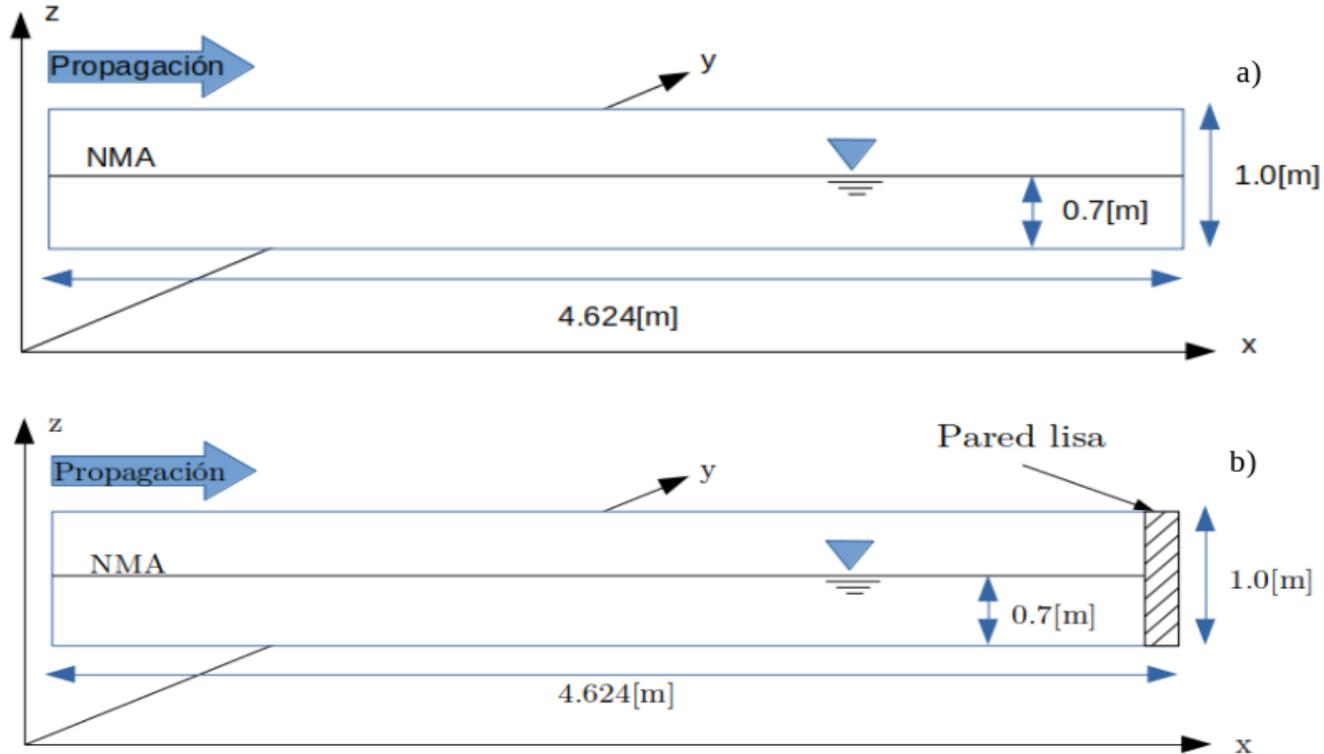
Fuente: elaboración propia

Oleaje estacionario en $x = 3.46$ m



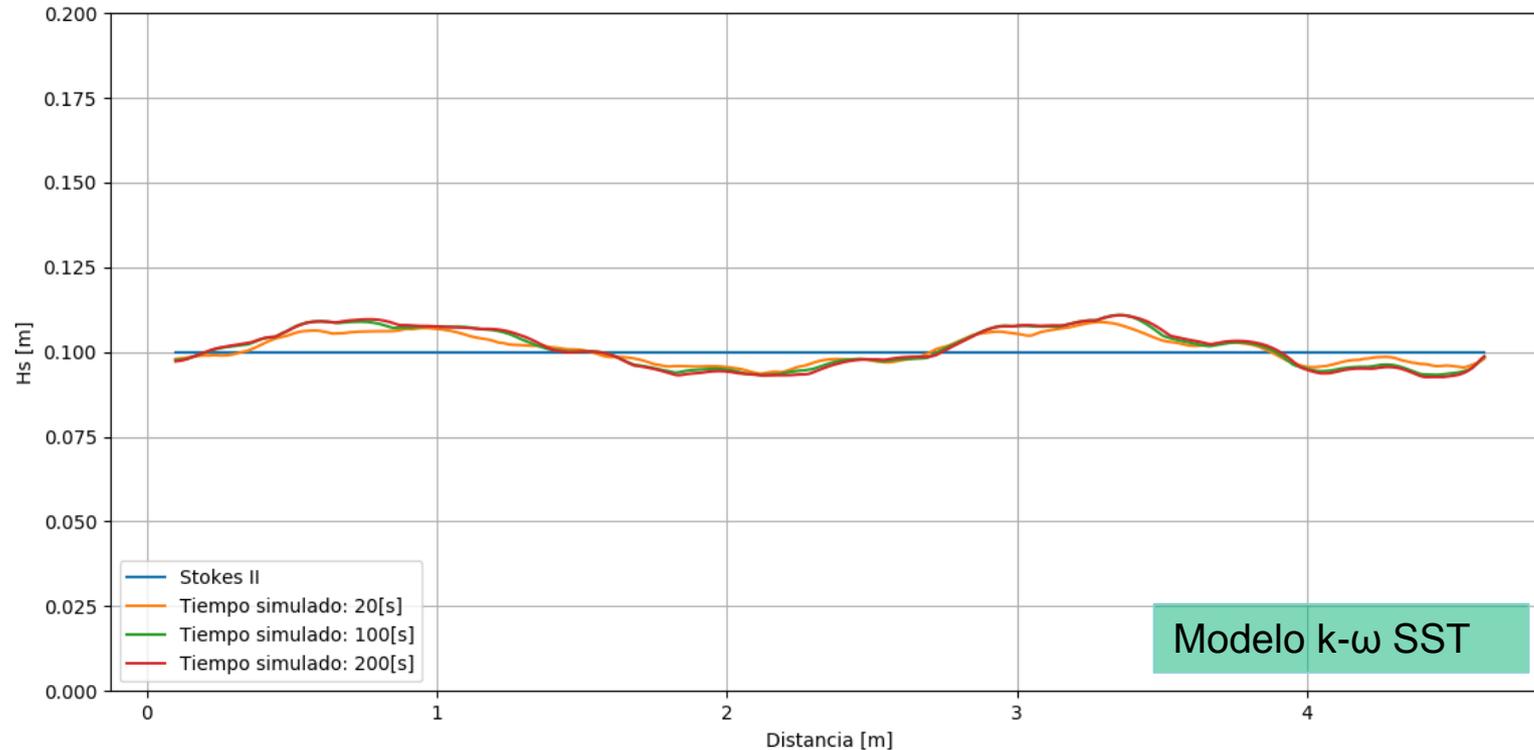
Fuente: elaboración propia

Resolución temporal



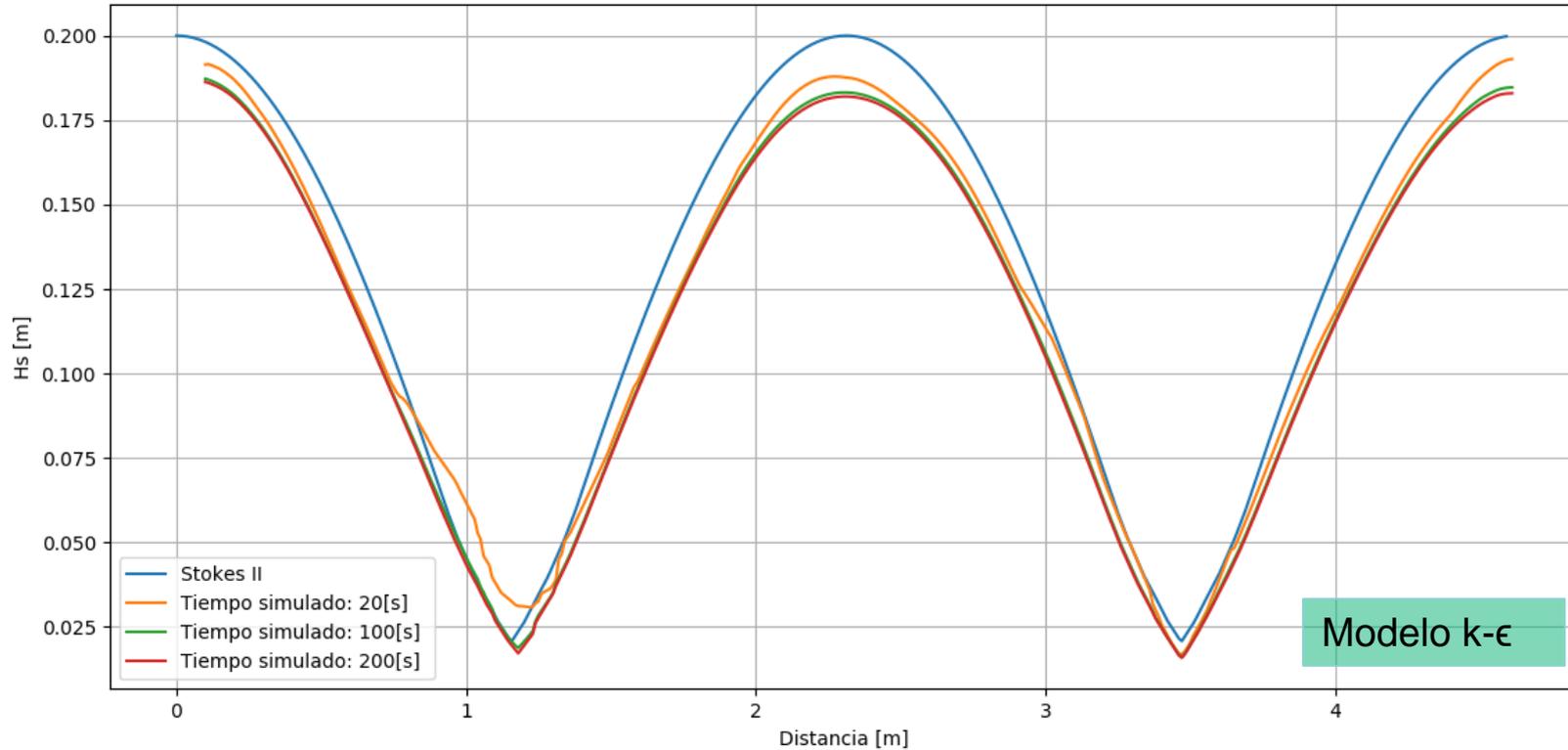
Fuente: elaboración propia.

Resolución temporal



Fuente: elaboración propia.

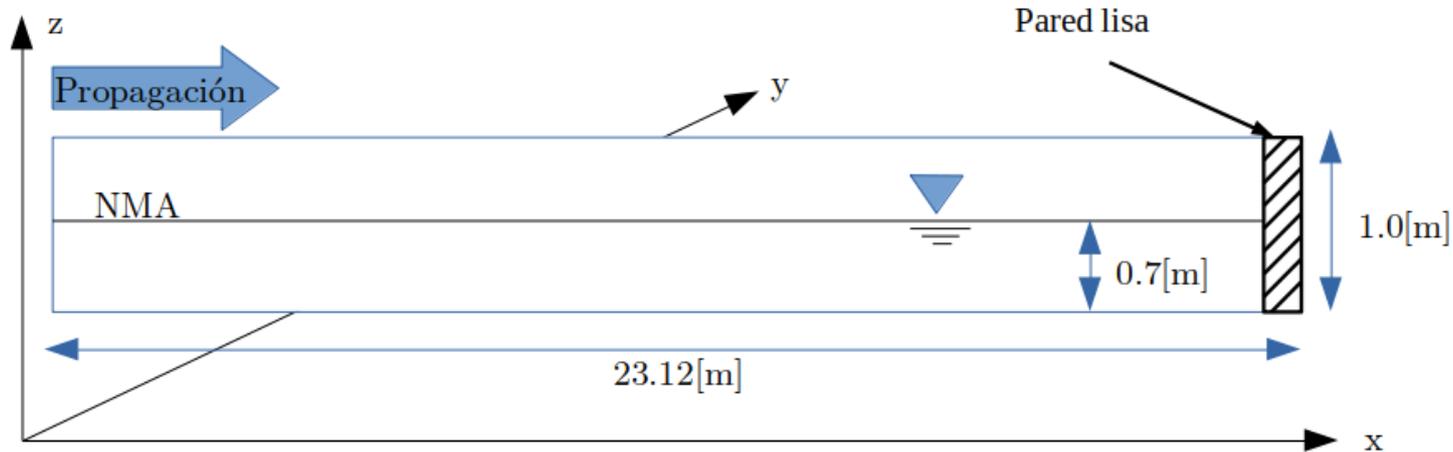
Resolución temporal



Fuente: elaboración propia.

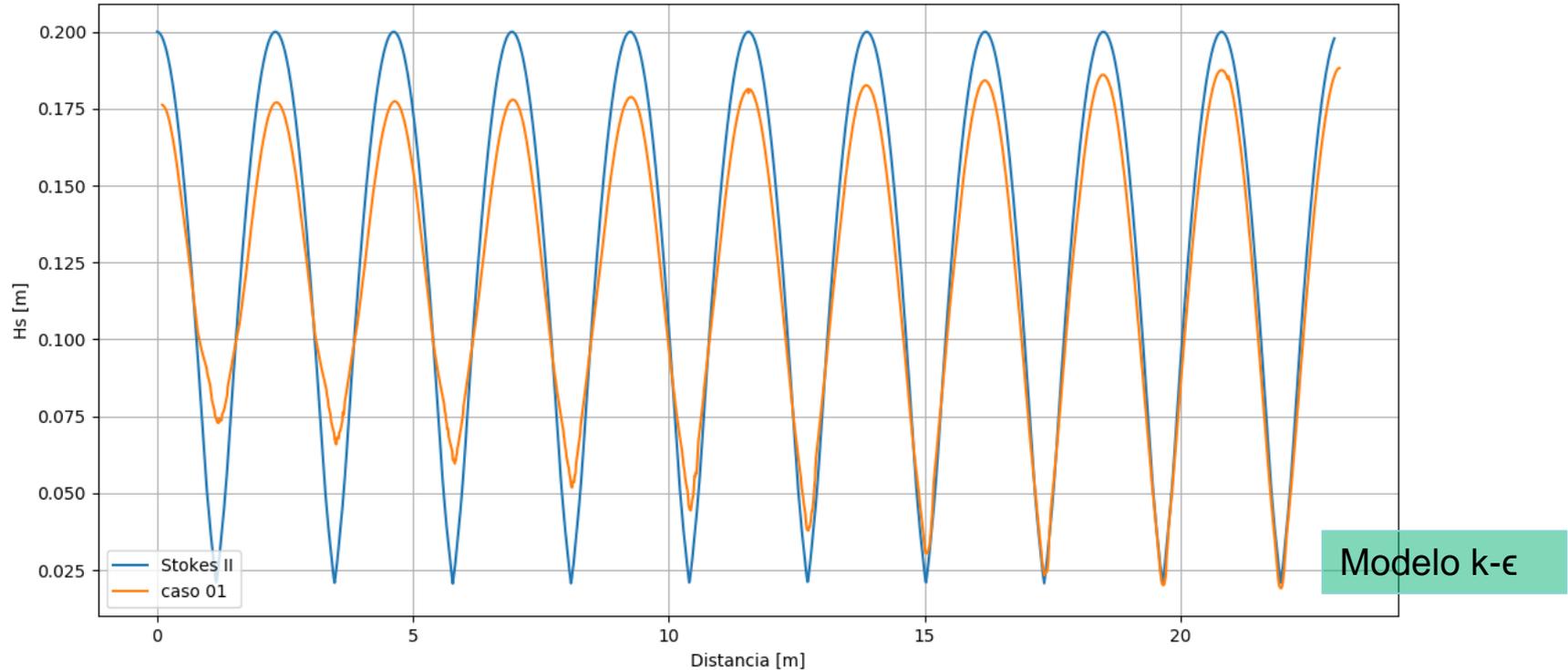
Análisis de sensibilidad del dominio

Aumento de las dimensiones del canal para analizar el comportamiento de OpenFOAM.



Fuente: elaboración propia.

Análisis de sensibilidad del dominio



Fuente: elaboración propia.

Análisis del comportamiento de OpenFOAM en asomeramiento

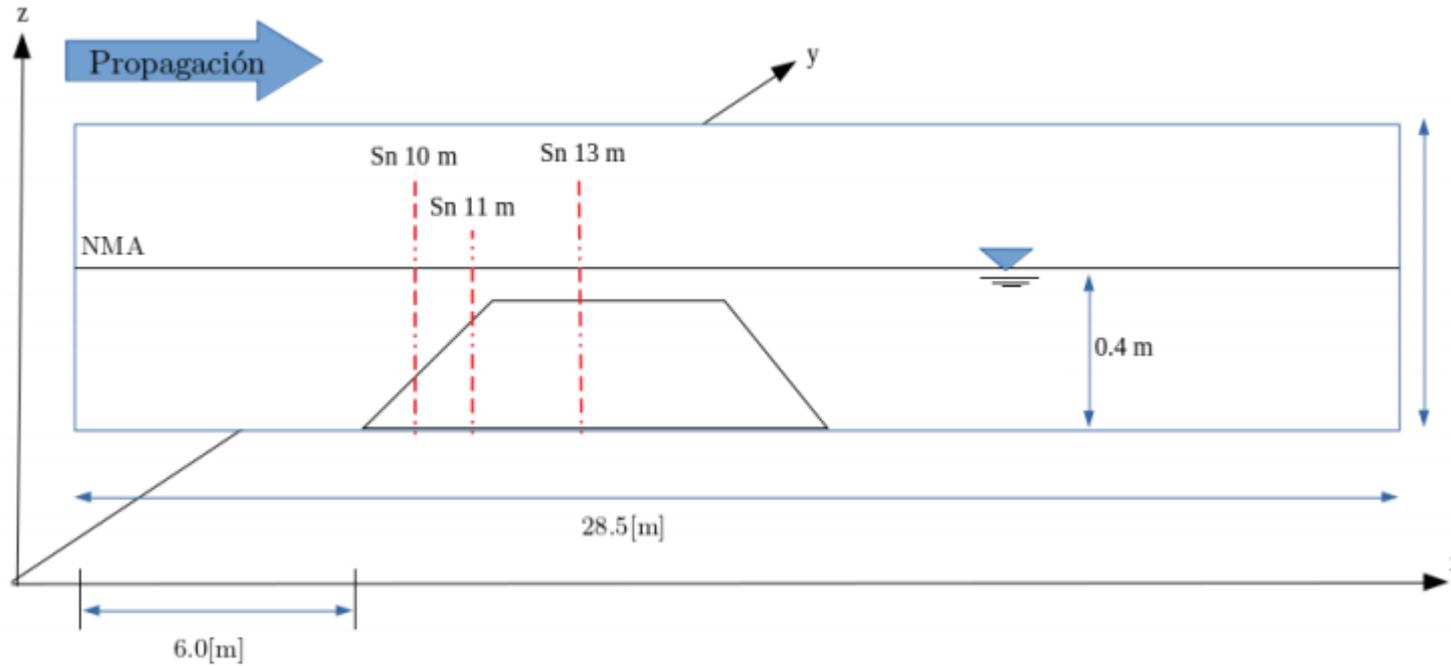
Parámetros utilizados para modelar los casos de Kamath et al. (2017), donde H es la altura de ola regular a propagar, T es el periodo de onda y t es el tiempo simulado.

Caso	H [m]	T [s]	Teoría [m]	t [s]
01	0.022	2.5	Stokes II	60.0
02	0.042	2.5	Stokes II	60.0

Configuración del mallado para modelar asomeramiento en OpenFOAM.

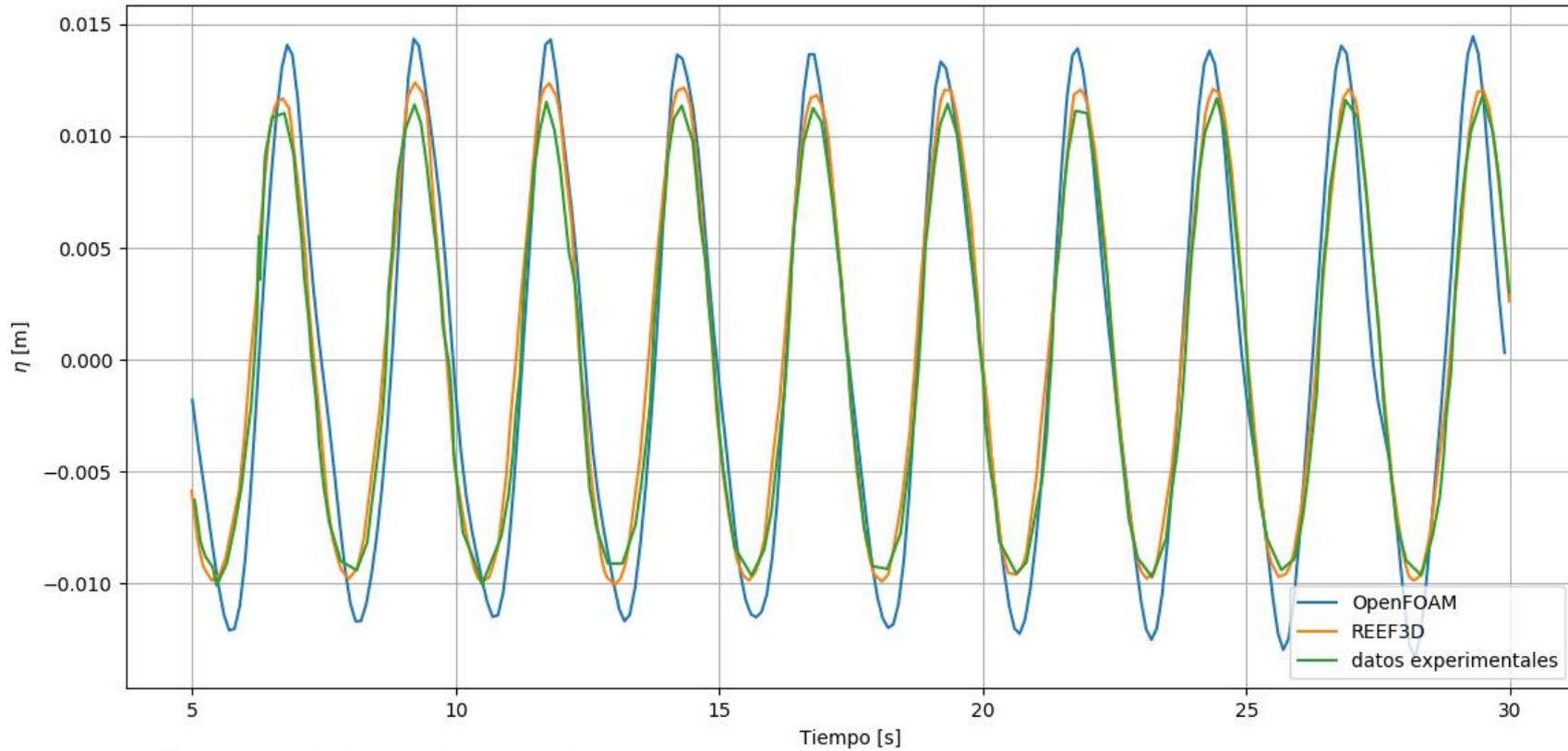
Caso	Tipo de rotura	Celdas en x	Celdas en z	δx [cm]	δz [cm]
01	la ola no rompe	3703	227	0.54	0.22
02	descrestamiento	1923	119	1.04	0.42

Análisis del comportamiento de OpenFOAM en asomeramiento



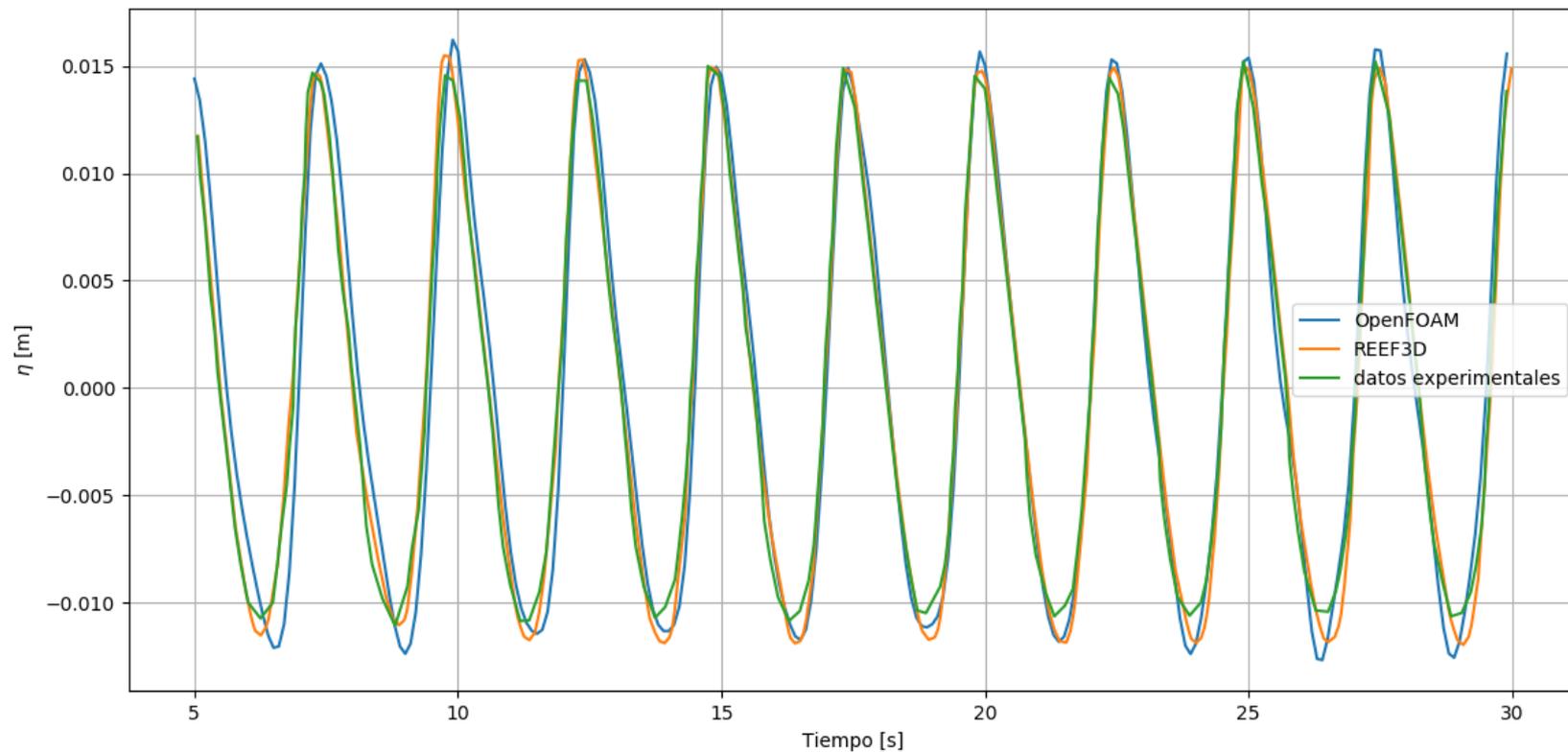
Fuente: elaboración propia.

Caso 01, $x = 10$ m



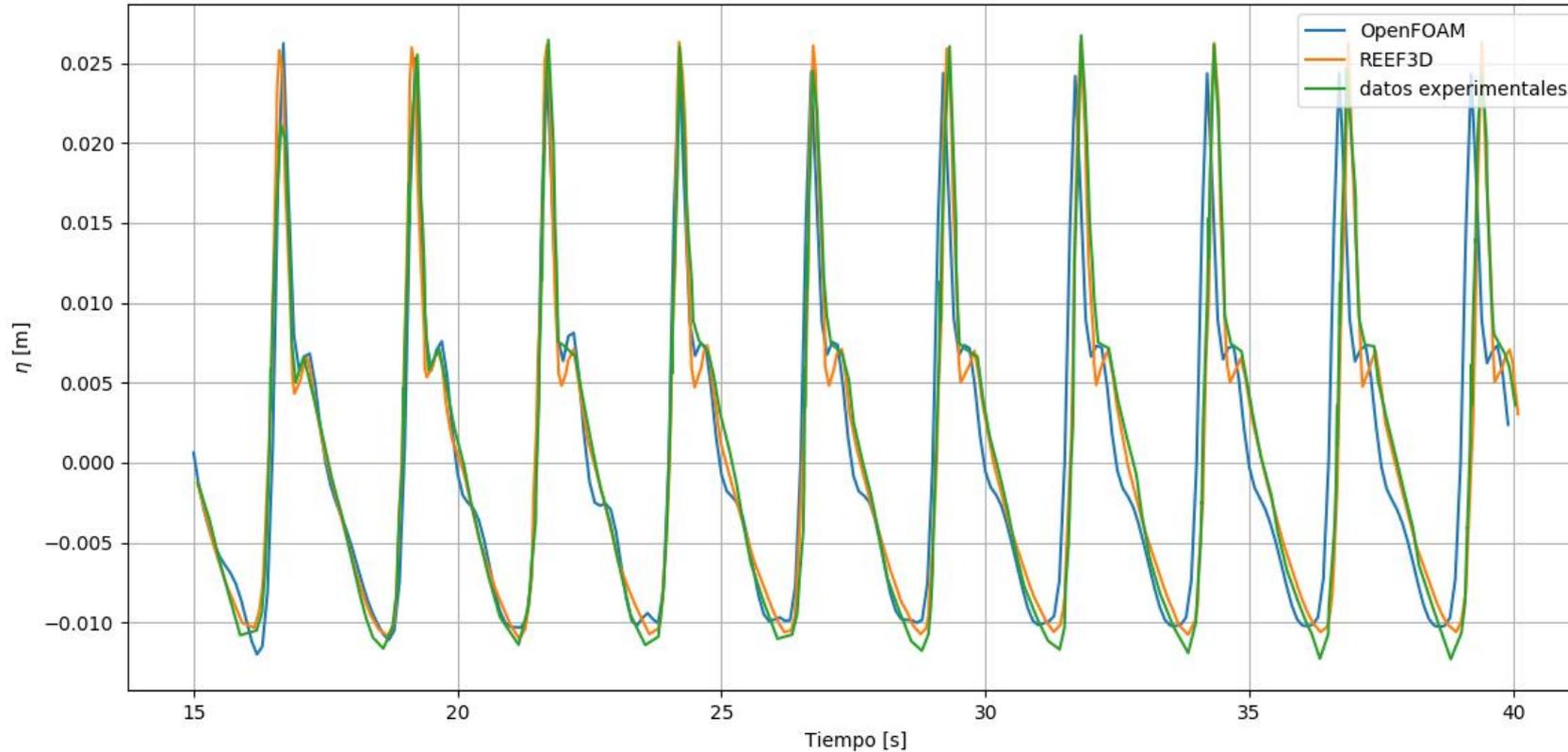
Fuente: elaboración propia.

Caso 01, $x = 11$ m



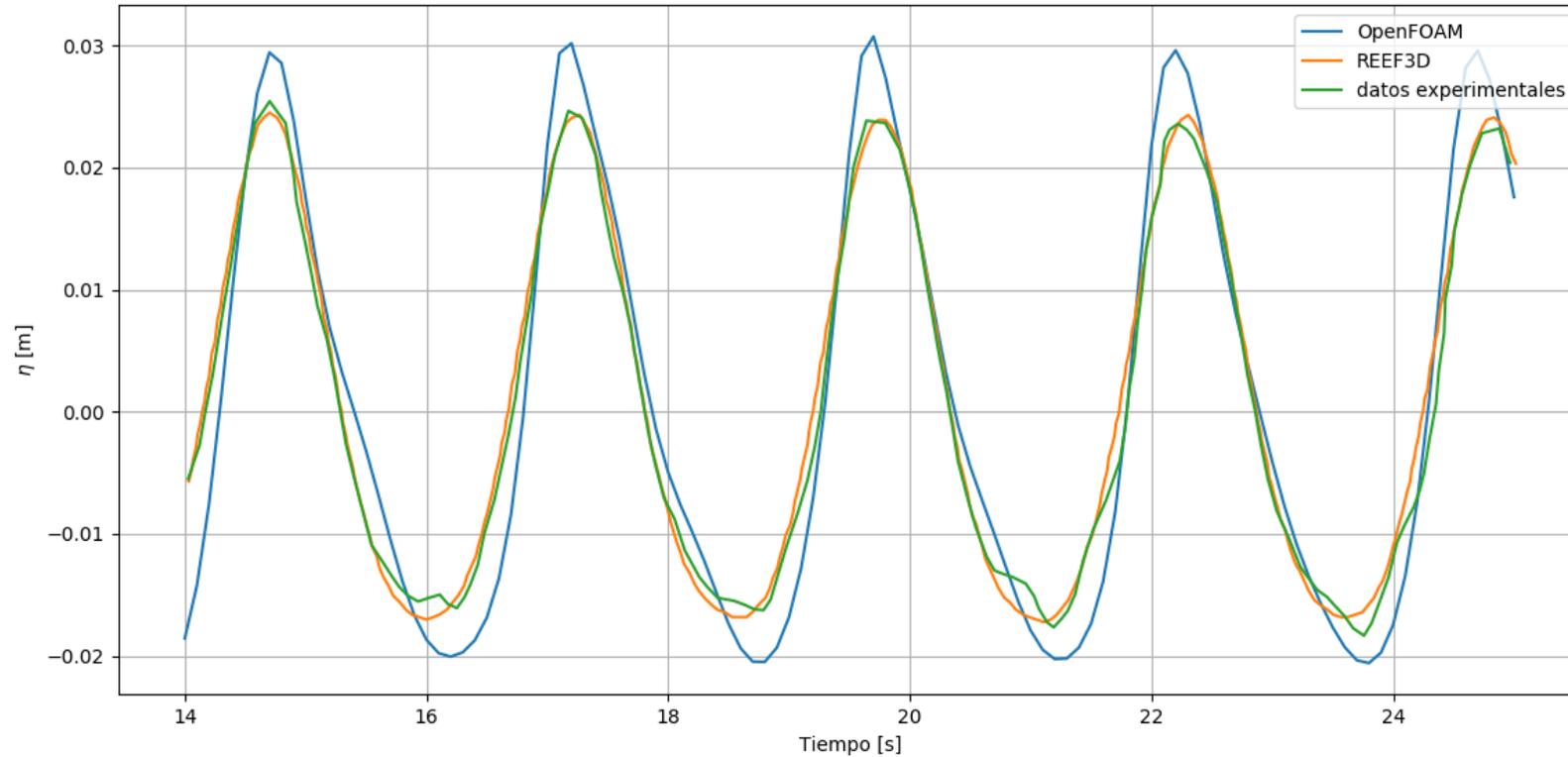
Fuente: elaboración propia.

Caso 01, $x = 13$ m



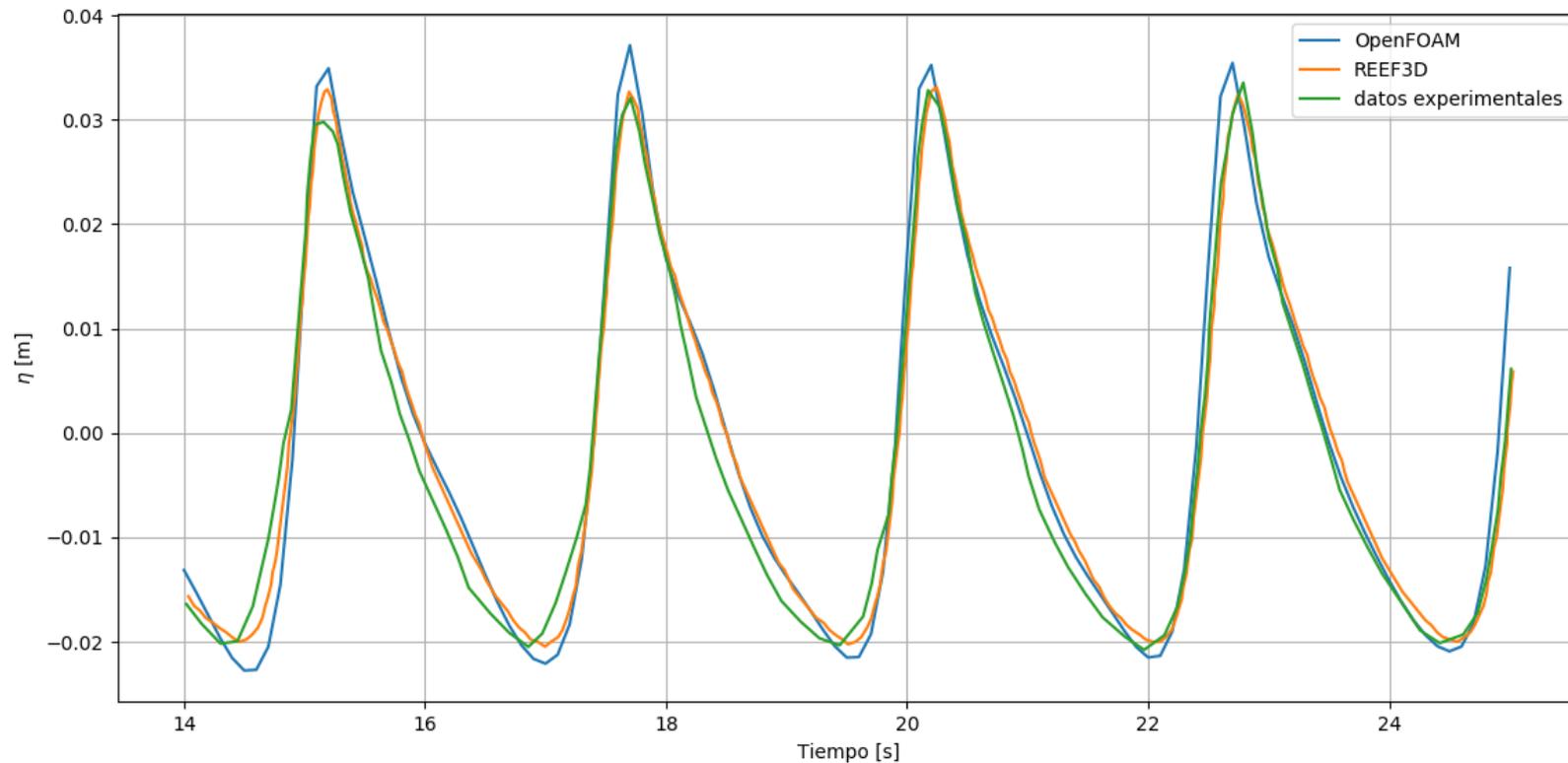
Fuente: elaboracion propia.

Caso 02, $x = 10$ m



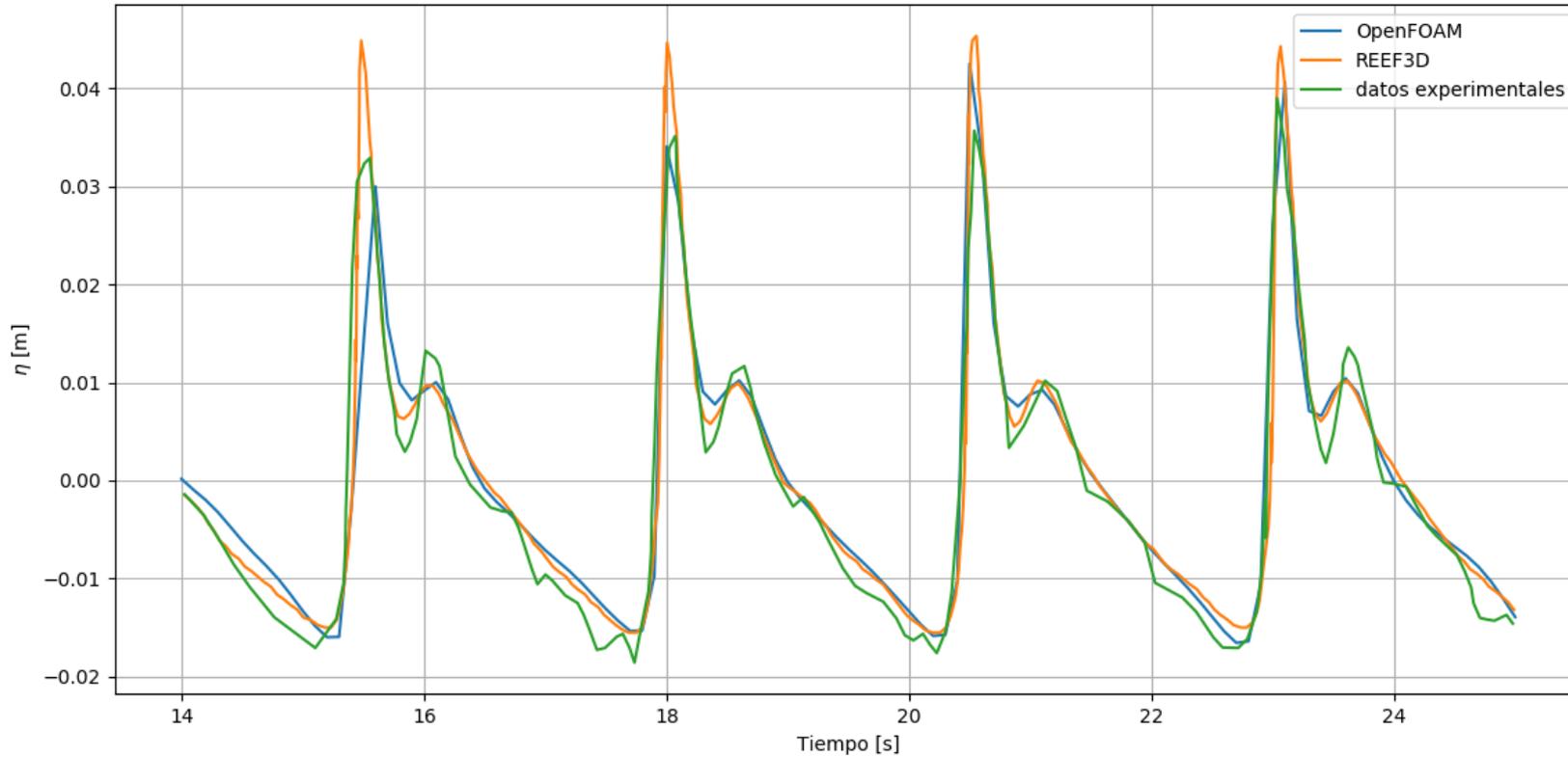
Fuente: elaboración propia.

Caso 02, $x = 11$ m



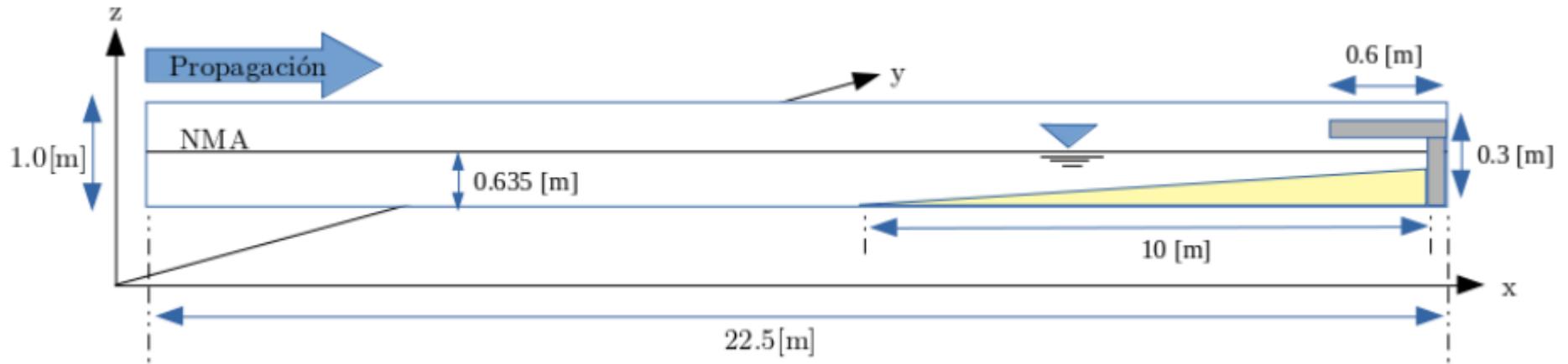
Fuente: elaboración propia.

Caso 02, $x = 13$ m



Fuente: elaboración propia.

Interacción del oleaje con una estructura



Fuente: elaboración propia.

Interacción del oleaje con una estructura

Parámetros utilizados para para el análisis del comportamiento de las presiones; h_s corresponde a la distancia entre la superficie libre y la rampa, h_m es la longitud de la pared vertical y l_m representa la longitud horizontal de la losa.

h_s	teoría	profundidad (m)	h_m (m)	l_m (m)
0.135	Stokes II	0.635	0.3	0.6

Valores tomados por H1 para el caso analizado.

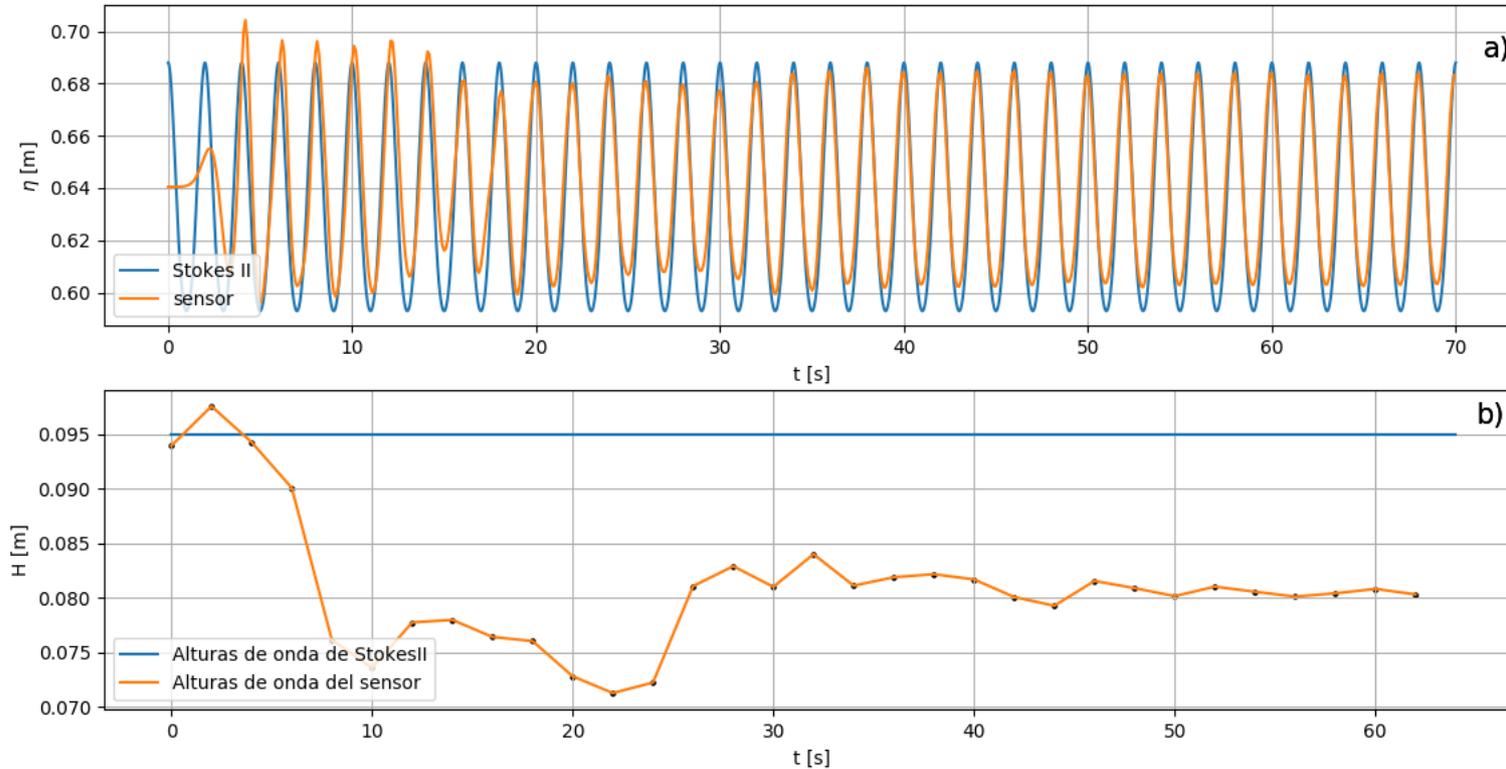
Caso	01	02	03	04	05	06	07	08	09
H_1 (m)	0.095	0.1	0.105	0.11	0.115	0.12	0.125	0.13	0.135

Interacción del oleaje con una estructura

Configuración de la malla para $H1 = 0.095$ m. Donde dx corresponde al ancho de cada celda y dz al alto, y el tiempo corresponde al tiempo real de modelación para cada caso.

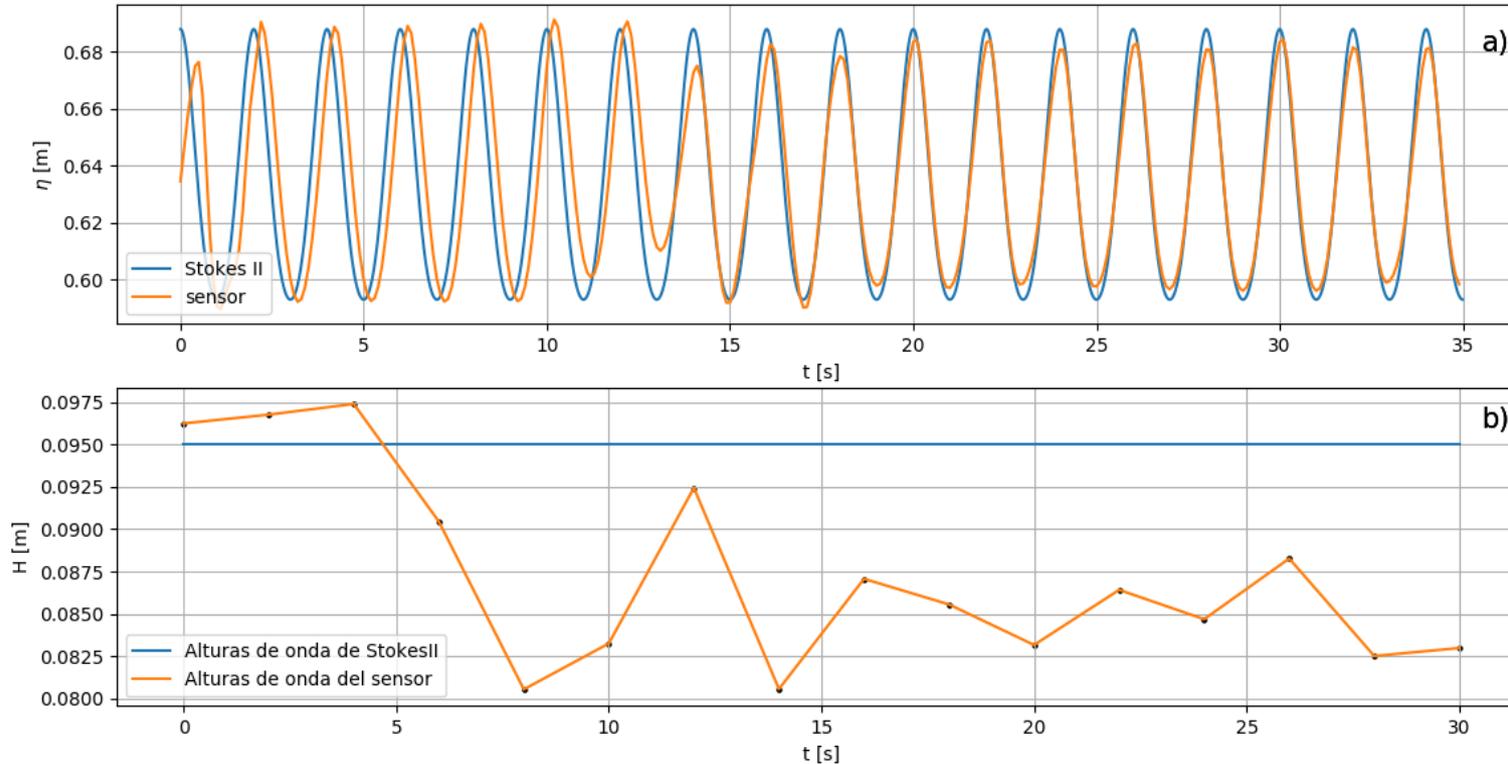
Prueba	Celdas en x	Celdas en z	dx (cm)	dz (cm)	Tiempo (horas)
01	632	126	2.37	0.95	5.1
02	902	252	1.185	0.475	21.525
03	1805	505	0.5925	0.2375	189.52

Prueba 01, desnivelaciones en el tiempo para el sensor al inicio de la rampa (a), alturas de ola en el sensor(b)



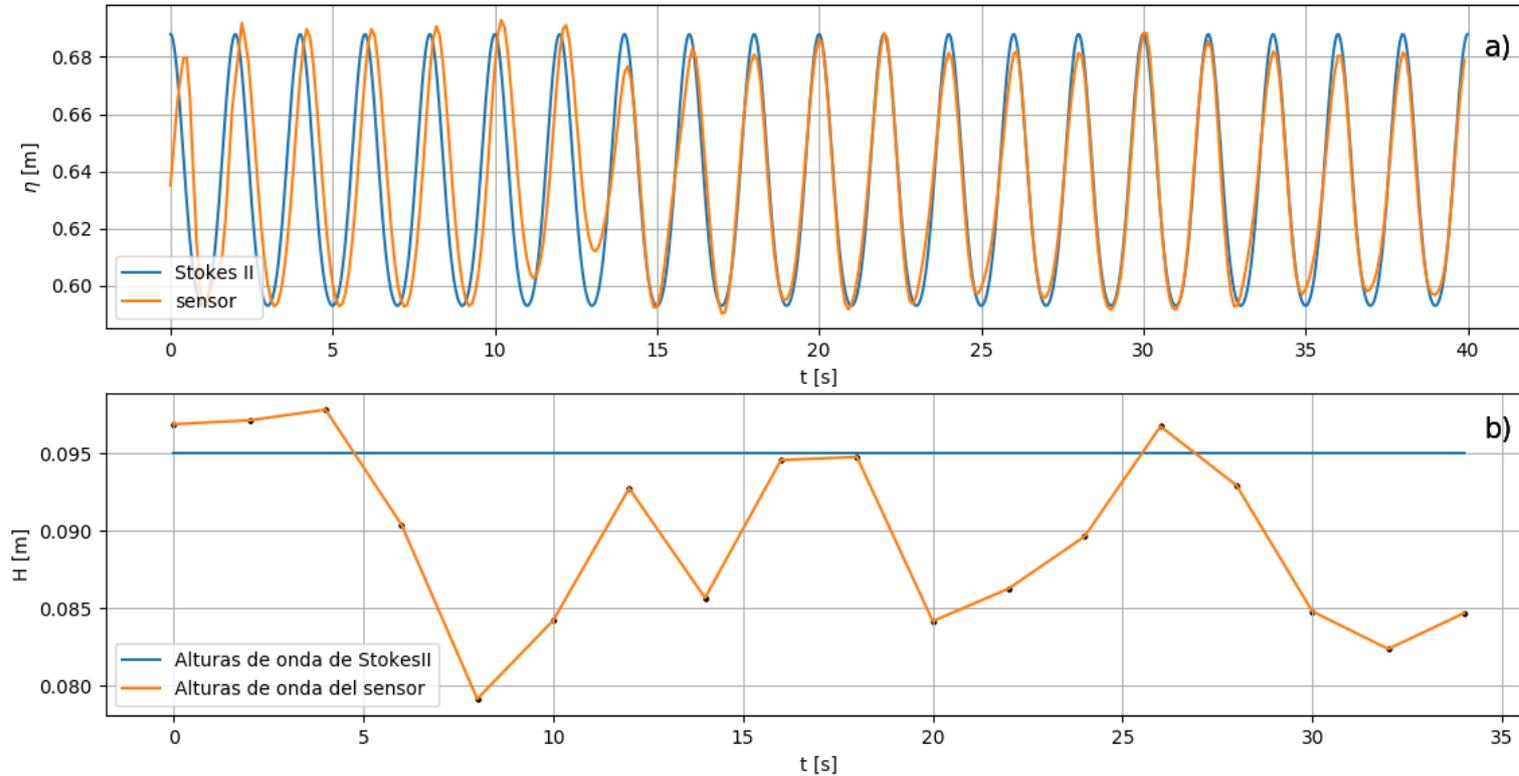
Fuente: elaboración propia.

Prueba 02, desnivelaciones en el tiempo para el sensor al inicio de la rampa (a), alturas de ola en el sensor(b)



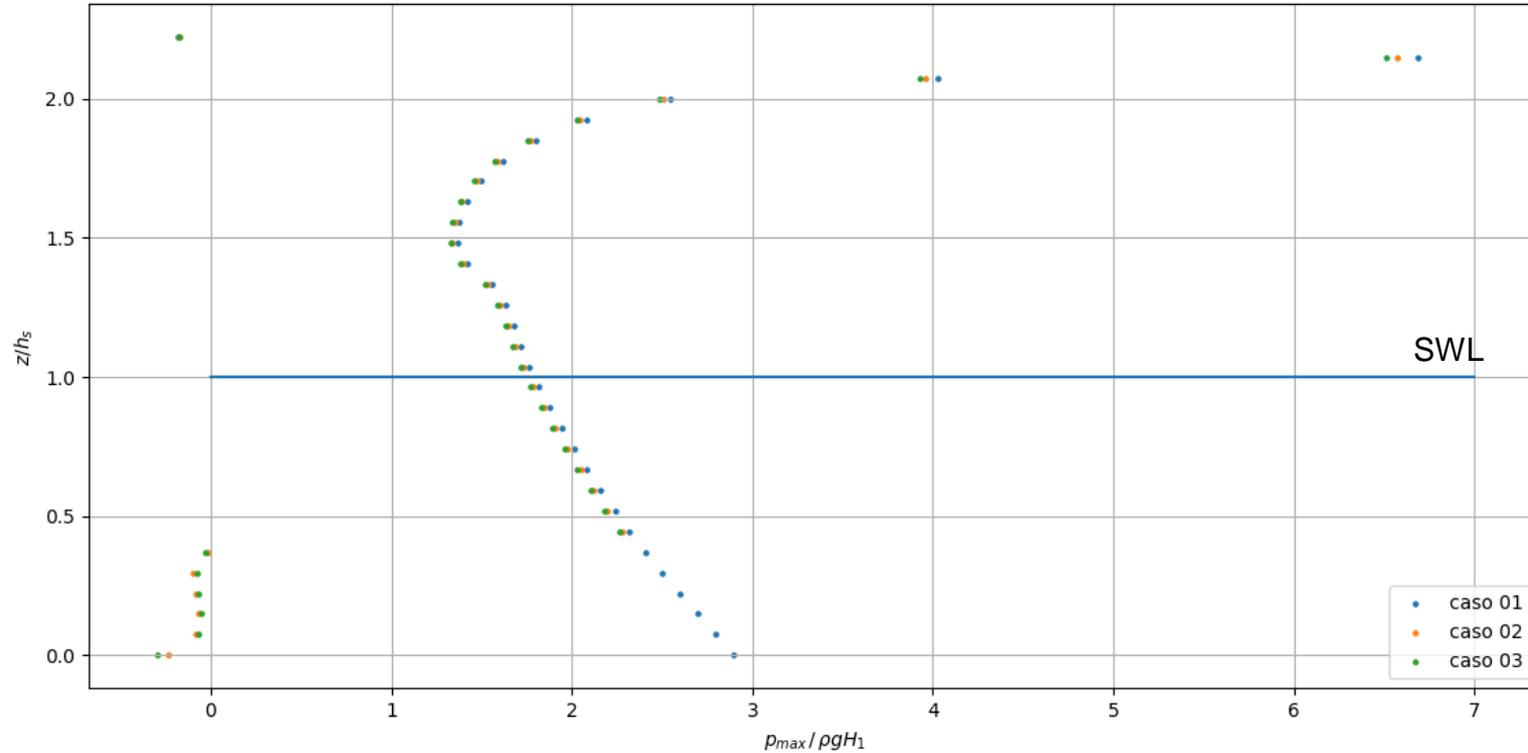
Fuente: elaboración propia.

Prueba 03, desnivelaciones en el tiempo para el sensor al inicio de la rampa (a), alturas de ola en el sensor(b)



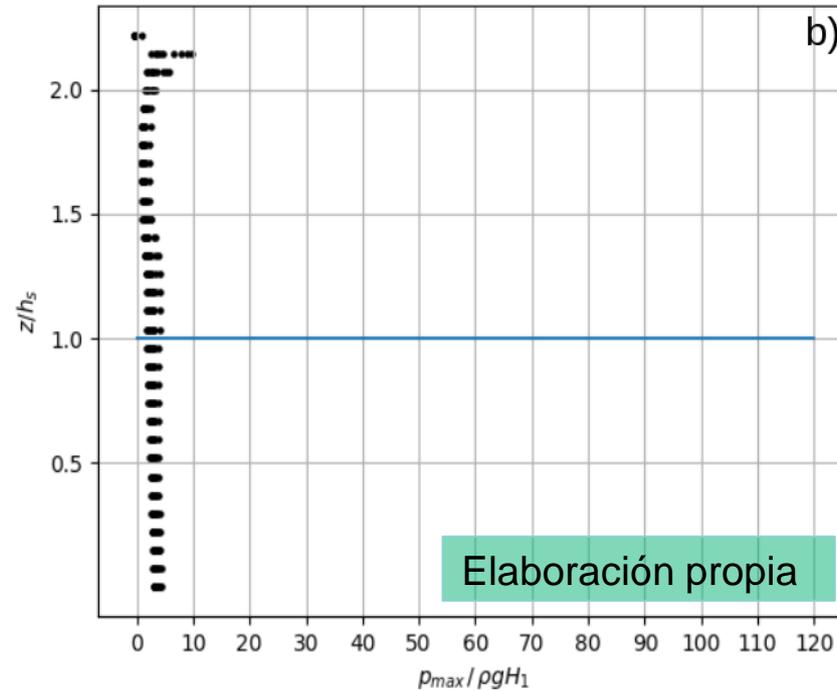
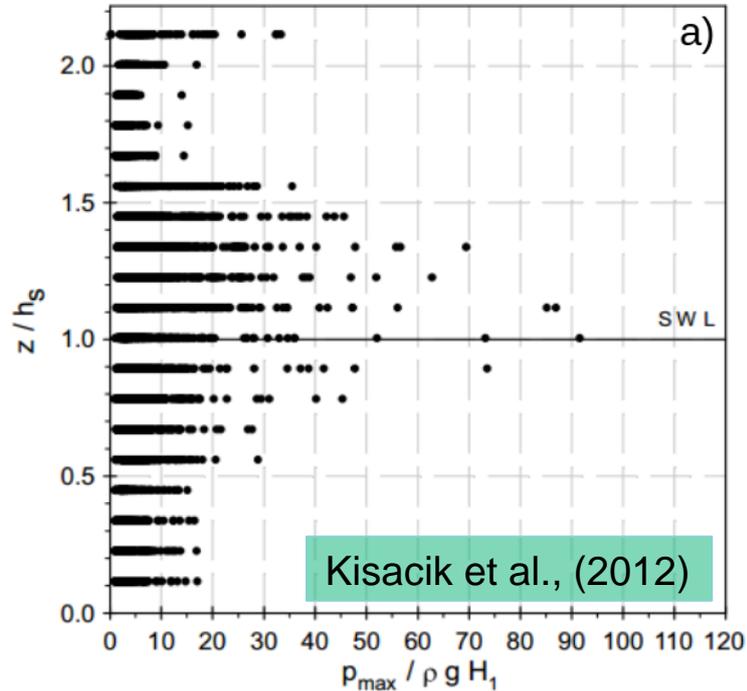
Fuente: elaboración propia.

Interacción del oleaje con una estructura



Fuente: elaboración propia.

Interacción del oleaje con una estructura



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

- Principales parámetros considerados en OpenFOAM-olaFlow
- Procesamiento de datos en Python
- Análisis de sensibilidad de la malla
- Modelación de una canal de ondas bidimensional en OpenFOAM

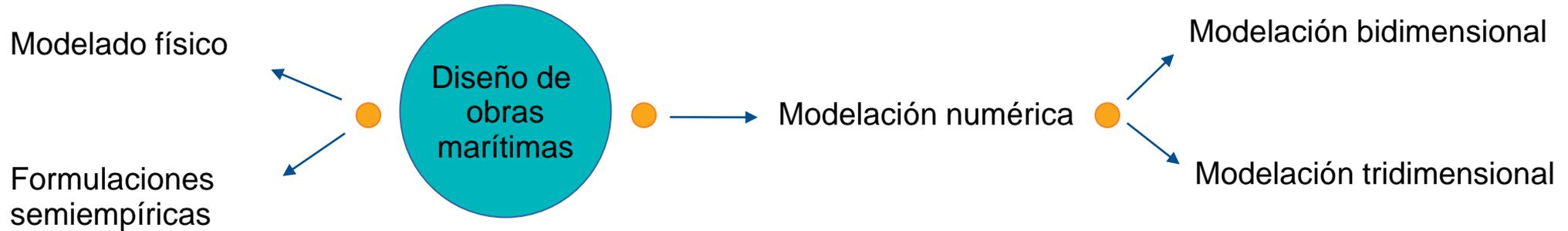
Gracias

Motivación

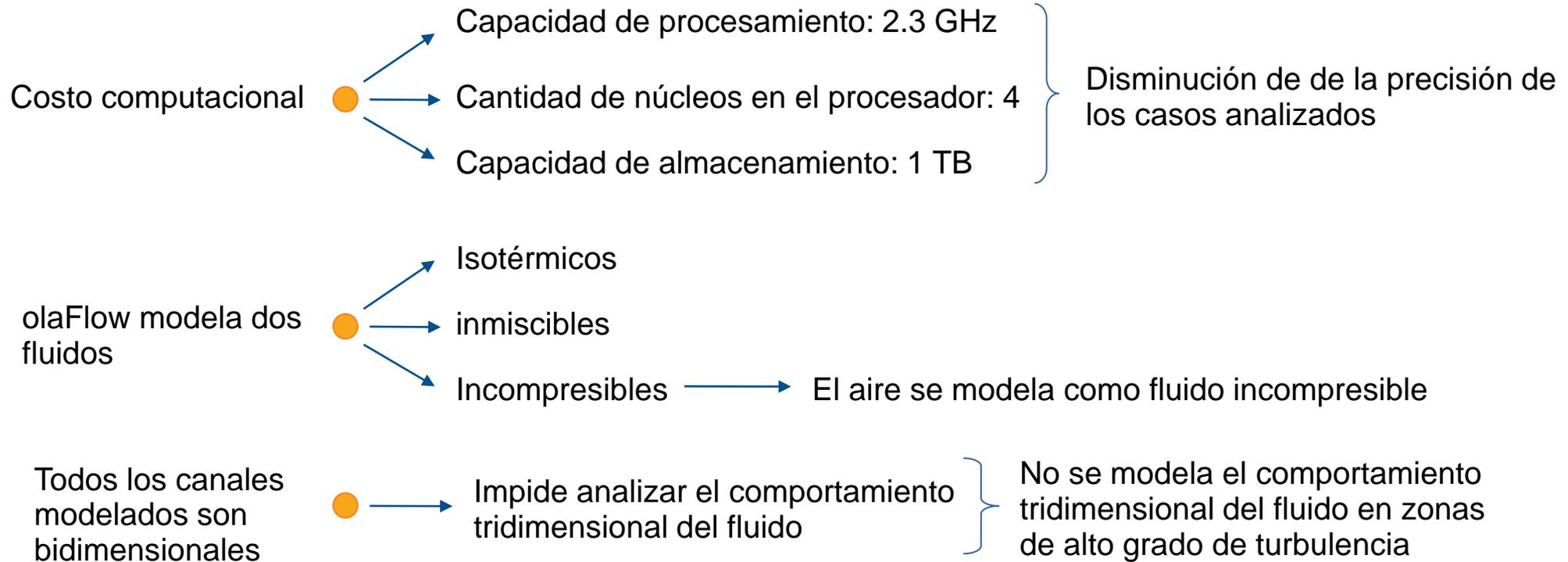
En la actualidad los puertos tienen un rol estratégico en el desarrollo de un país, ya que contribuyen al intercambio de productos, ingresos a las arcas fiscales y generación de empleos.



Motivación



Alcances y limitaciones



Objetivos

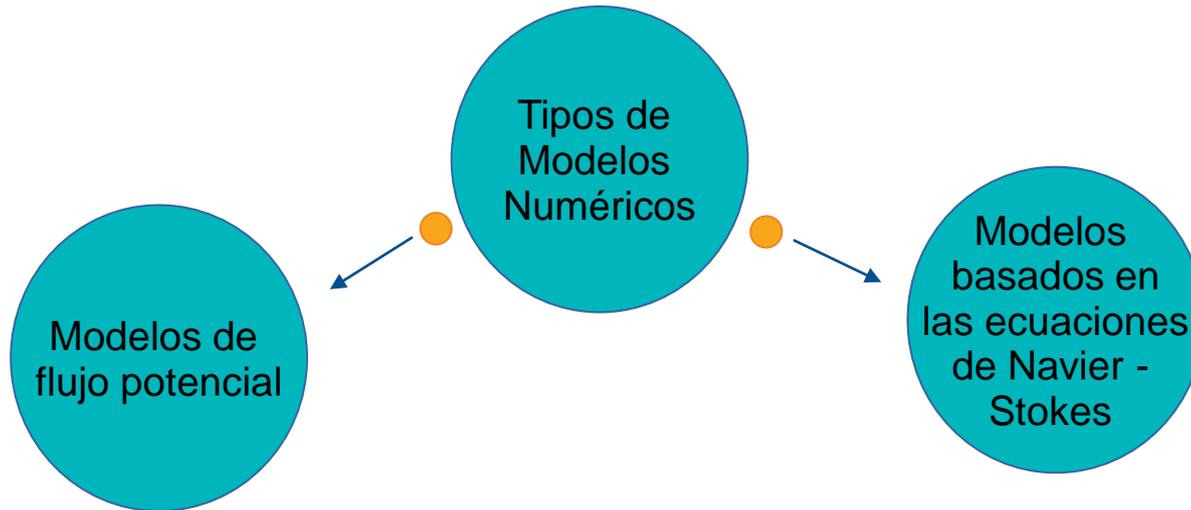
- Objetivo general: Calibrar y validar OpenFOAM para modelar un canal de ondas bidimensional.
- Objetivos específicos:
 - Analizar el comportamiento de los principales parámetros y teorías que OpenFOAM utiliza para la modelación del fluido.
 - Desarrollar una serie de scripts orientados a objetos en Python para automatizar el trabajo con los datos proporcionados por OpenFOAM.
 - Analizar la sensibilidad de la malla para el modelo en un canal de ondas bidimensional, y luego comparar los resultados con la teoría de onda correspondiente a las condiciones de oleaje presentes en el canal de ondas.

Objetivos

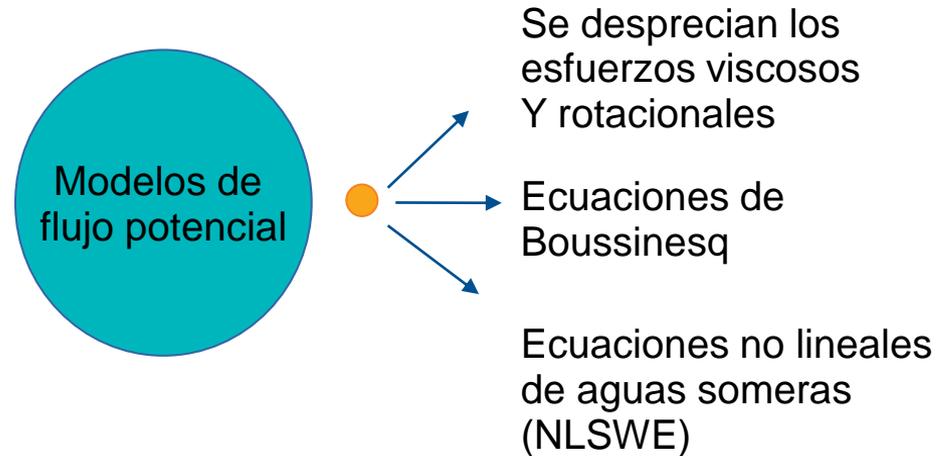
- Objetivos específicos:
 - Generar oleaje progresivo y estacionario en un canal de ondas bidimensional y compararlo con la teoría de ondas correspondiente.
 - Modelar casos presentados en la literatura, con el objetivo de evaluar la capacidad del modelo para predecir los fenómenos presentes cerca de la zona de rompiente.
 - Modelar casos y compararlos con artículos que estudien la relación entre el oleaje incidente sobre una estructura y las presiones desarrolladas sobre esta.

Modelos numéricos para el estudio del oleaje

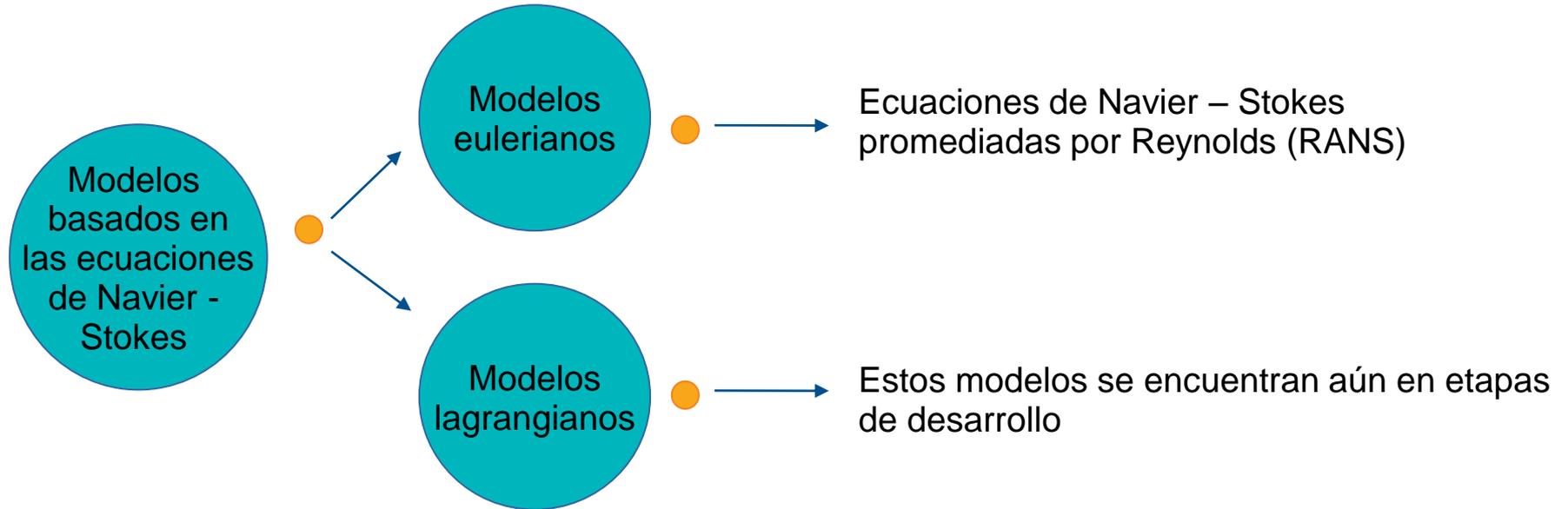
Un modelo numérico es un software que resuelve ecuaciones aproximadas utilizando métodos numéricos, con el objetivo de describir de forma simplificada un fenómeno que se desea estudiar.



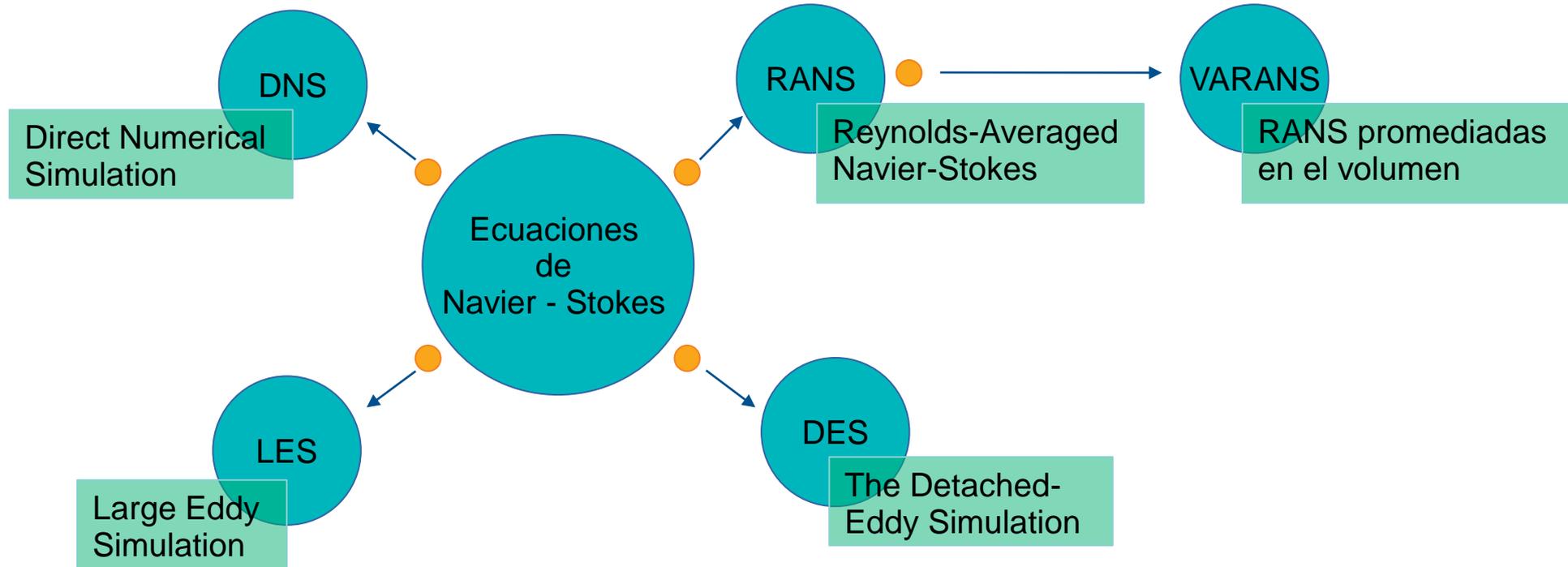
Modelos numéricos para el estudio del oleaje



Modelos numéricos para el estudio del oleaje

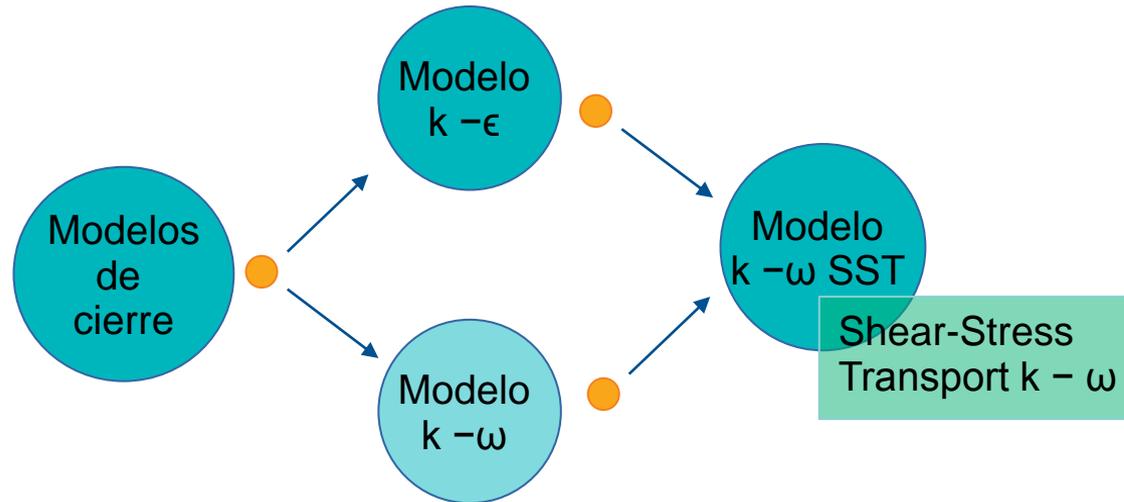


Resolución de las ecuaciones de Navier - Stokes

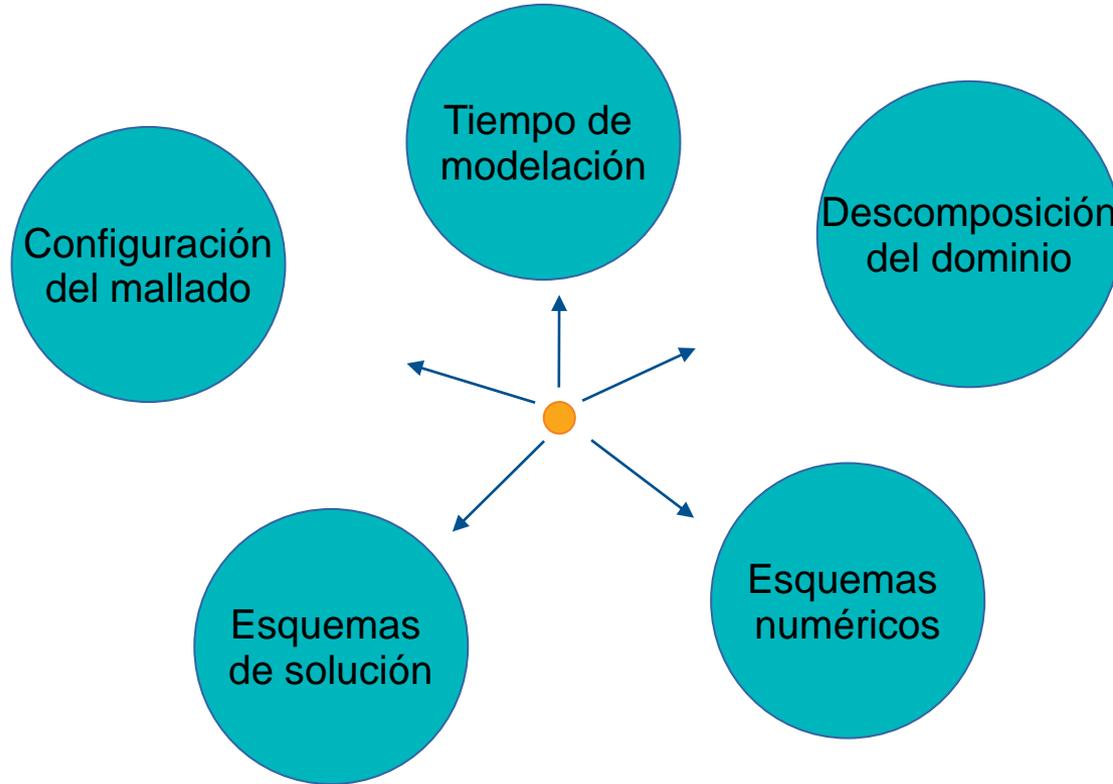


Modelos para la resolución de la turbulencia

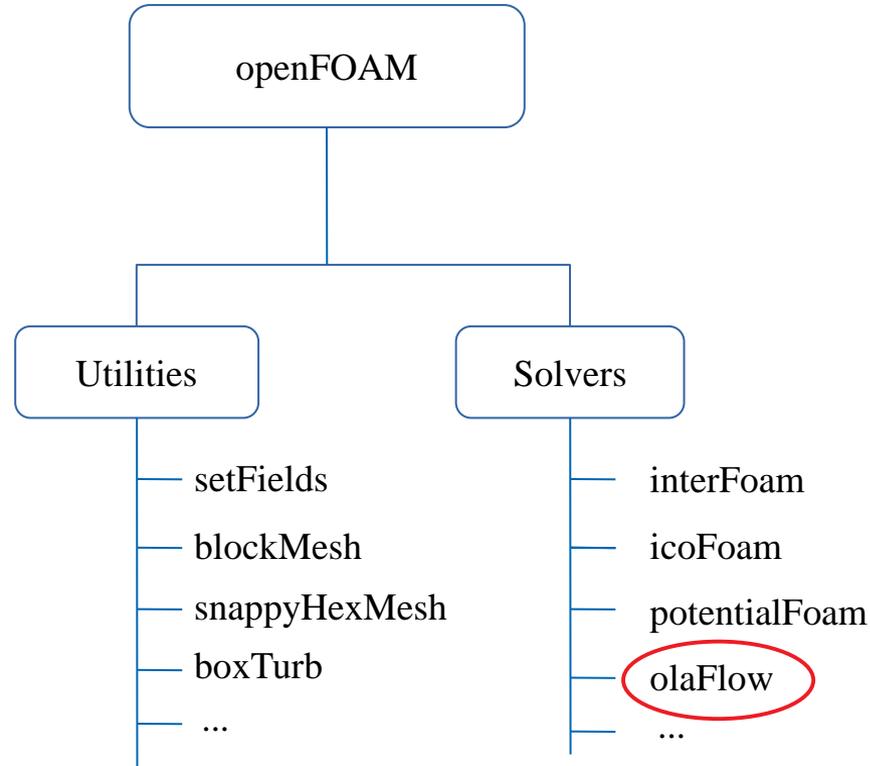
El solver olaFlow utiliza las VARANS para modelar el oleaje, por lo tanto, es necesario elegir un modelo de cierre para establecer el comportamiento de la turbulencia.



Configuración de OpenFOAM



Componentes de openFOAM



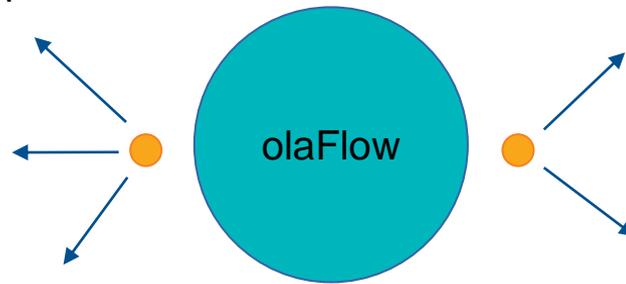
Solver olaFlow

El solver olaFlow es una herramienta de OpenFOAM que tuvo sus inicios en el año 2011 en base a la modificación del solver interFoam.

Desarrollado y presentado por Pablo Higuera (2015)

Resuelve fluidos bifásicos, Inmiscibles, Incompresibles e isotérmicos

Se puede incorporar la Absorción activa en los contornos de salida



Generación de oleaje mediante teorías de ondas como la Cnoidal, Stokes, Stream-Function

Modelación de fluidos a través de medios porosos

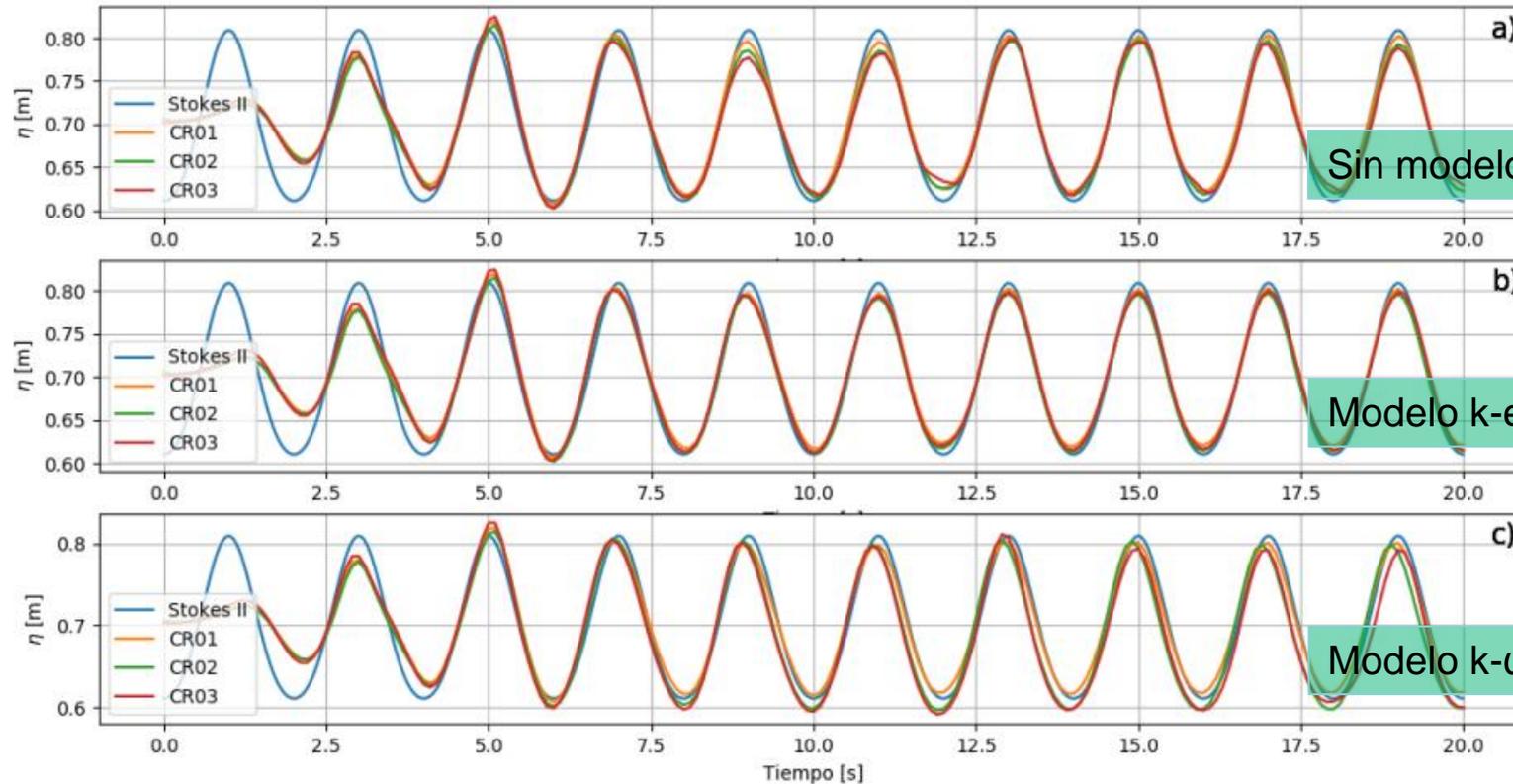
Casos modelados y variables consideradas

Variables consideradas para los casos modelados. Las cruces representan los casos no modelados y los vistos buenos son los casos en que se utilizó OpenFOAM.

Caso/Variable	Mallado (1)	Turbulencia (2)	Dominio (3)	Resolución temporal (4)
Oleaje progresivo (P)	✓	✓	✗	✓
Oleaje estacionario (E)	✓	✓	✓	✓
Oleaje en asomeramiento (A)	✗	✗	✗	✗
Oleaje en un muelle (M)	✓	✗	✗	✗

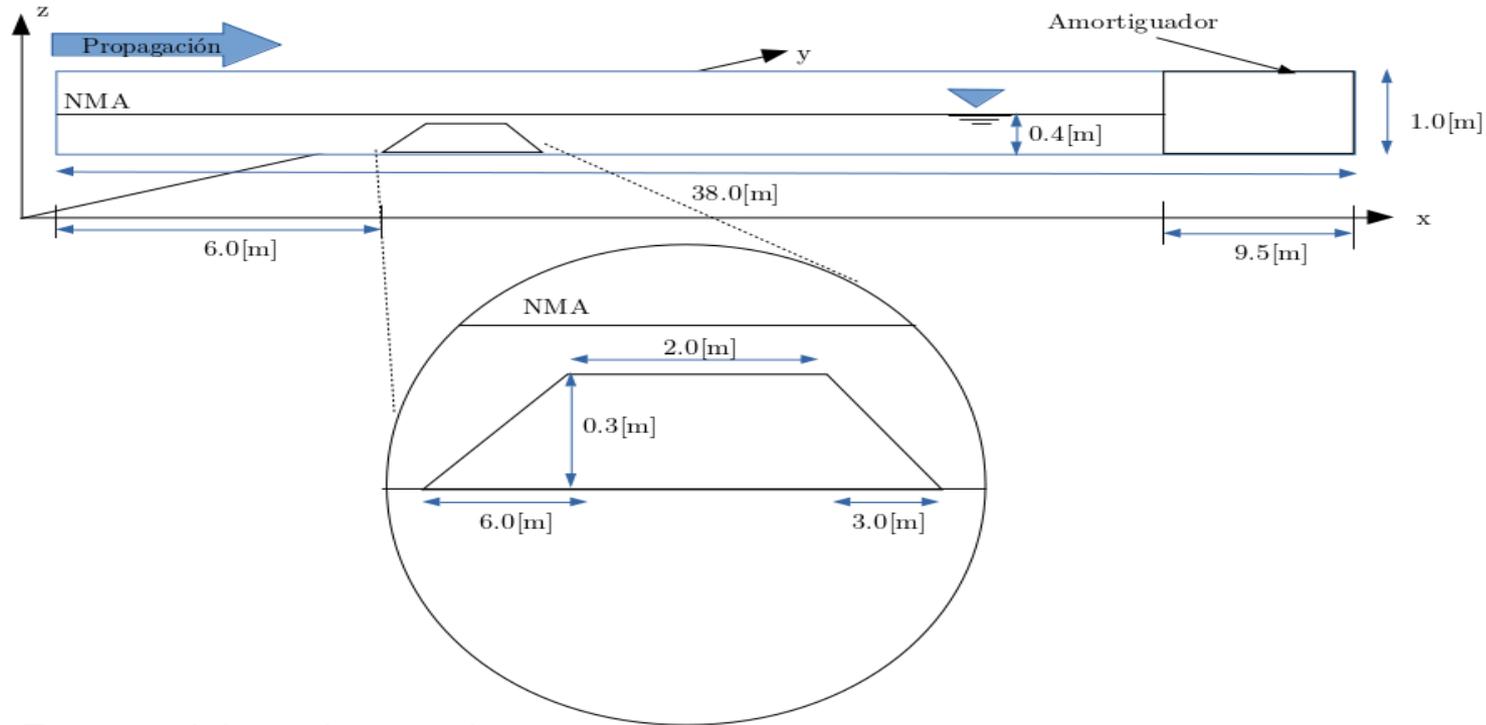
Fuente: elaboración propia.

Oleaje estacionario en $x = 2.31$ m



Fuente: elaboración propia

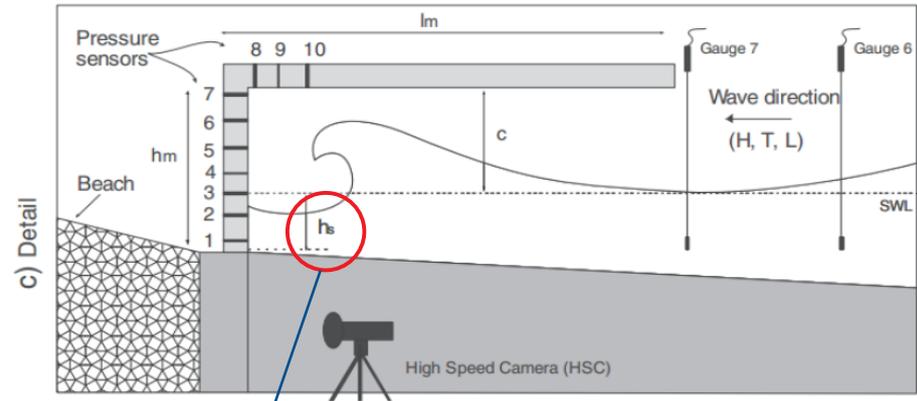
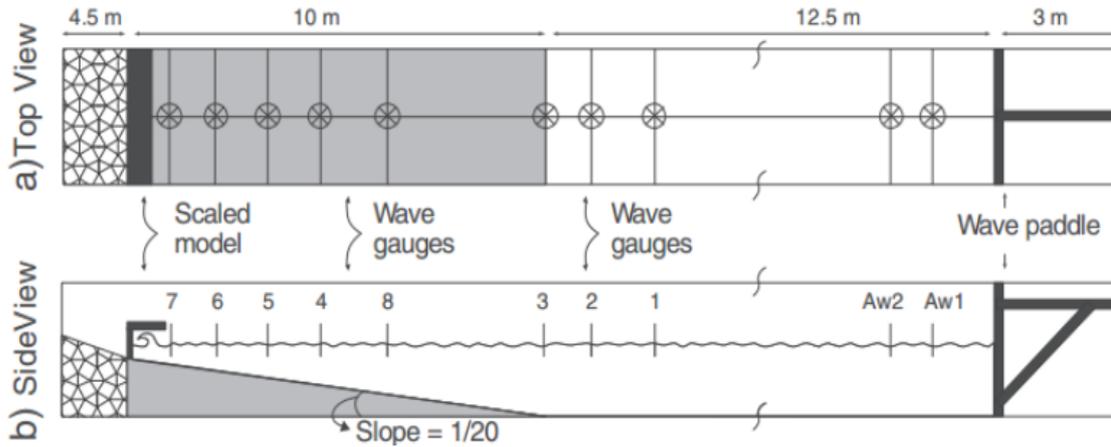
Análisis del comportamiento de OpenFOAM en asomeramiento



Fuente: elaboración propia.

Interacción del oleaje con una estructura

Configuración experimental del caso de estudio.

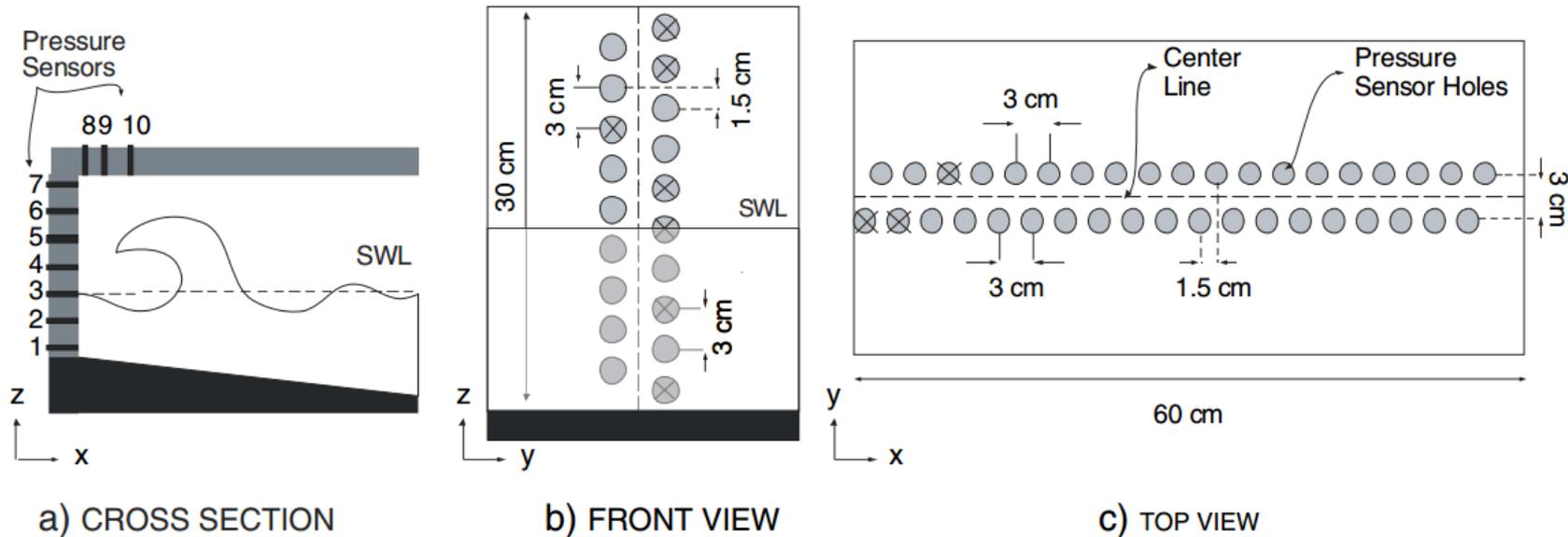


h_s: distancia entre la superficie libre y la rampa

Fuente: Kisacik et al. (2012).

Interacción del oleaje con una estructura

Detalle de la distribución de los sensores de presión. SWL corresponde a la superficie libre.



Fuente: Kisacik et al. (2012).

Futuros trabajos

- Configuración inicial. Utilizar un caso de ejemplo presentado en los solvers del modelo.
- Análisis de sensibilidad a la malla para optimizar el uso de los recursos computacionales, luego comparar los resultados con la teoría.
- Se debe configurar el intervalo de escritura para que pueda captar fenómenos de corta duración, como las fuerzas impulsivas sobre un muelle.
- Se debe configurar la porosidad adecuada de los materiales insertos en el dominio.
- Se debe hacer un análisis de sensibilidad al tiempo de modelación para alcanzar la estabilidad temporal.