

Modelo numérico para analizar un arrecife artificial

Maria Isabel Lamas Galdo, Patrick Townsed, Maria Jesus Rodriguez
Guerreiro, Laura Castro y Luis Manuel Carral Couce

Organizan



Contenidos:

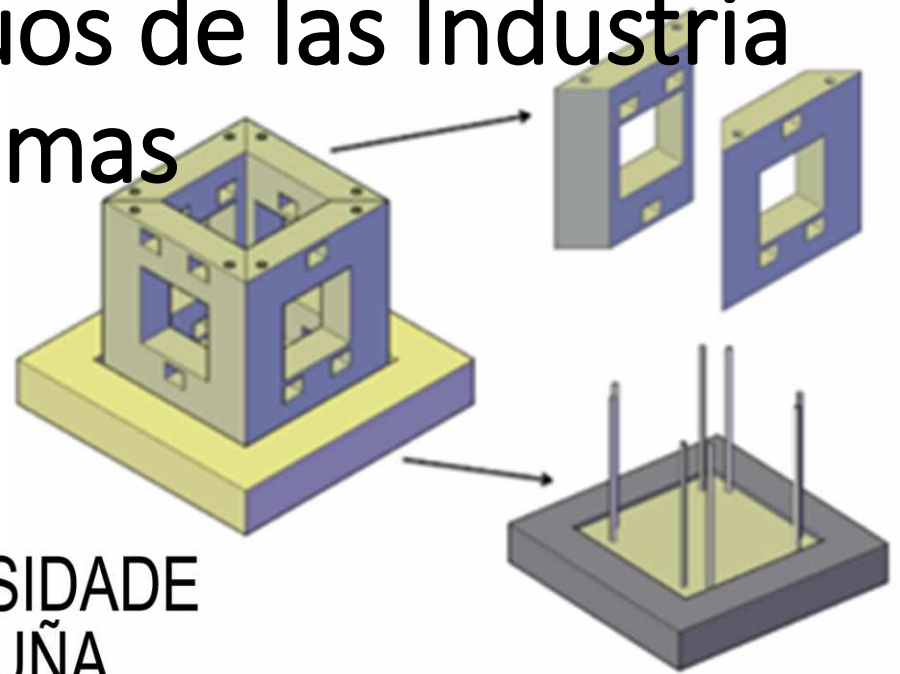
- **Introduccion**
- **Diseño del arrecife artificial**
- **Modelo Numérico**
- **Validacion**
- **Resultados y discusion**
- **Conclusiones**

Introduccion

- La pesca y la pesca en Galicia (España) constituyen un importante sector económico.
- Las zonas costeras de Galicia constituyen un importante apoyo poblacional, actividades productivas, biodiversidad y recursos.
- Los arrecifes artificiales pueden proporcionar hábitats que mejoran la biodiversidad de los ecosistemas marinos.
- El CFD se ha convertido en una poderosa herramienta para estudiar la hidrodinámica.



Arrecife Artificial Verde PROARR – Repoblador de Ecosistemas Costeros y Reciclador de Residuos de las Industria Marítimas



UNIVERSIDADE
DA CORUÑA

Introducción

- Los arrecifes artificiales (AA) se definen como “**estructuras sumergidas** colocadas de manera deliberada sobre el fondo marino para **imitar alguna de las características de un arrecife natural**”
- Con esto se busca alcanzar objetivos como:
 - **Mejora en la producción** de la pesca,
 - **Conservación de los recursos** al disminuir la presión sobre los arrecifes existentes,
 - **Restauración del sustrato** debido al asentamiento en ellos de comunidades de invertebrados y algas,
 - **Nuevas aplicaciones** que incluyen el turismo y uso recreativo del mar

Aplicaciones en distintos ámbitos geográficos

- Los AA diferencias según el ámbito geográfico de aplicación y objetivo:
 - JAPÓN pionero en la construcción de AA, con el liderazgo activo del gobierno en la promoción y financiación de proyectos, como un medio para **mejorar la pesca comercial**
 - AMÉRICA DEL NORTE utilización con fines diversos, pero poniendo un énfasis notable en la **potenciación de su uso recreativo; pesca deportiva y buceo**
 - HONG KONG, innovador programa de AA vinculado a **la creación de áreas marinas protegidas**, buscando con ello revertir los efectos de la sobrepesca
 - En el MEDITERRÁNEO los AA se utilizan comúnmente en apoyo de las acciones para **evitar la pesca de arrastre**, buscando la **protección de los hábitats marinos de prados de posidonia**
 - En otros lugares de EUROPA los AA se consideran un instrumento de gestión para **sostener la pesca artesanal** y compensar los efectos del agotamiento de las poblaciones, lo que es tanto más importante cuando este tipo de pesca artesanal resulta un medio activo para sostener las comunidades locales

Desarrollo sostenible - concepto

- *“Uso controlado de los recursos naturales así como la reducción en el consumo de energías con emisión de dióxido de carbono y otras gases de efecto invernadero (GEI)”.*
- En cuanto a la construcción de AA se puede estimar que el material más utilizado en la construcción de AA es el hormigón.
- De la obtención de sus componentes, indican que la **producción de cemento Portland** libera grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera.
- En cuanto a los **agregados naturales (arena, grava)**, a los que corresponde el 60 % - 80 % del volumen del hormigón, su elevado consumo genera una enorme presión sobre los ecosistemas circundantes.

Objetivos del proyecto PROARR

C.A. de Galicia - Proyecto (cuyos resultados han sido objeto de patente):

- **Diseño de un módulo de arrecife de producción** del tipo alveolar adaptado a la geomorfología de los fondos gallegos que permita alcanzar el objetivo del aumento de la biomasa de los recursos pesqueros
- **Diseño de un módulo de arrecife de protección**, destinado a la protección de los ecosistemas marinos frente a la pesca ilegal de arrastre y otras agresiones físicas.
- Determinación de un **proceso optimizado de fabricación, transporte e instalación**, ligado a la realidad geográfica y logística de Galicia, de modo que la actividad industrial de producción y transporte presente unos costes económicos favorables.
- **Reciclaje de materiales inertes procedentes de otros procesos industriales ligados al ámbito marítimo, naval y extractivo** (pesca y marisqueo) incorporándolos al proceso de producción del arrecife. De este modo se reduce la existencia de vertederos y se incrementa la cadena de valor de esos procesos.

Beneficios **DIRECTOS** derivados de los AA

Derivados de la producción y consolidación del AA, de modo que el producto pueda ser obtenido o disfrutado directamente

- CASOS POSIBLES
 - Usos extractivos (pesca artesanal y acuicultura)
 - Usos recreativos (surf, buceo, pesca deportiva)
- TIPO VERDE
 - Reciclaje de materiales inertes
- CASO PROARR
 - **Usos extractivos (pesca artesanal y acuicultura)**
 - **Usos recreativos (buceo, pesca deportiva)**
 - **Reciclaje de materiales inertes, residuos de industrias marítimas**

Beneficios **INDIRECTOS** derivados de los AA

Los que proporcionan soporte para otras actividades económicas o consecuencia del efecto sobre otros componentes del medio marino

- CASOS POSIBLES

- Producción pesquera por la protección del hábitat marino (sustrato vegetal)
- Diversificación de pesquerías sobreexplotadas
- Protección costera y litoral
- Mejora calidad del agua al renovar los nutrientes

- TIPO VERDE

- Reducción en el impacto ambiental de industrias marítimas conexas

- CASO PROARR

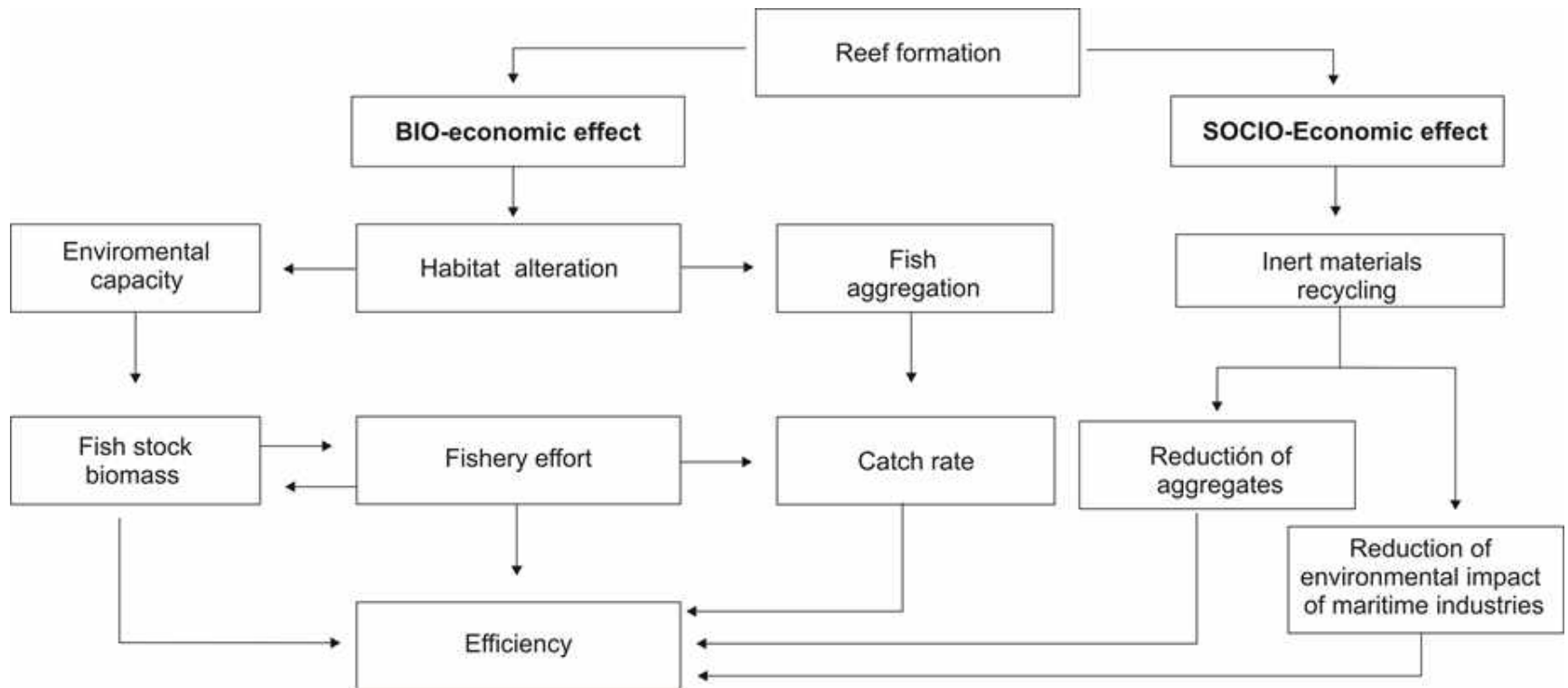
- **Producción pesquera por la protección del hábitat marino (sustrato vegetal)**
- **Diversificación pesquerías sobreexplotadas**
- **Mejora en la calidad del agua al renovar nutrientes**
- **Reducción del impacto ambiental de la industria conservera y la producción de agregados del hormigón**

Beneficios **PASIVOS** derivados de los AA

Derivados de la conservación del patrimonio marino y su disponibilidad para generaciones futuras

- **CASOS POSIBLES**
 - Hecho del incremento en la biodiversidad
 - Hecho de la conservación del hábitat marino, resultando preservado para su uso por generaciones futuras
- **TIPO VERDE**
 - Sostenibilidad en las actividades industriales de las industrias marítimas
- **CASO PROARR**
 - **Hecho del incremento en la biodiversidad**
 - **Hecho de la conservación del hábitat marino, resultando preservado para su uso por generaciones futuras**
 - **Sostenibilidad en la actividad de la industria conservera**

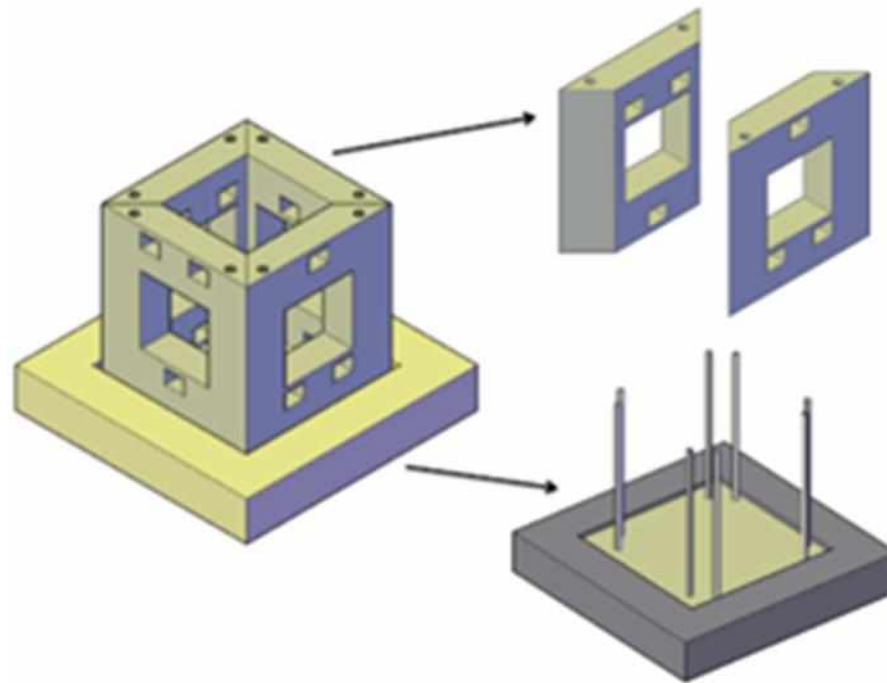
Beneficios Socio/económicos derivados de la implantación de un AR de tipo verde



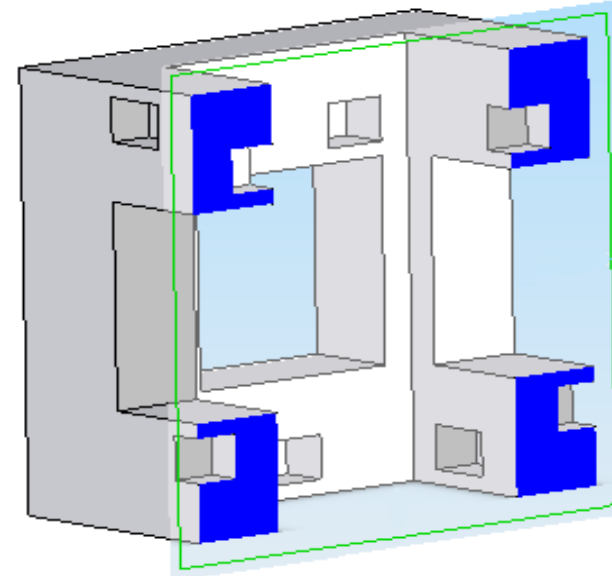
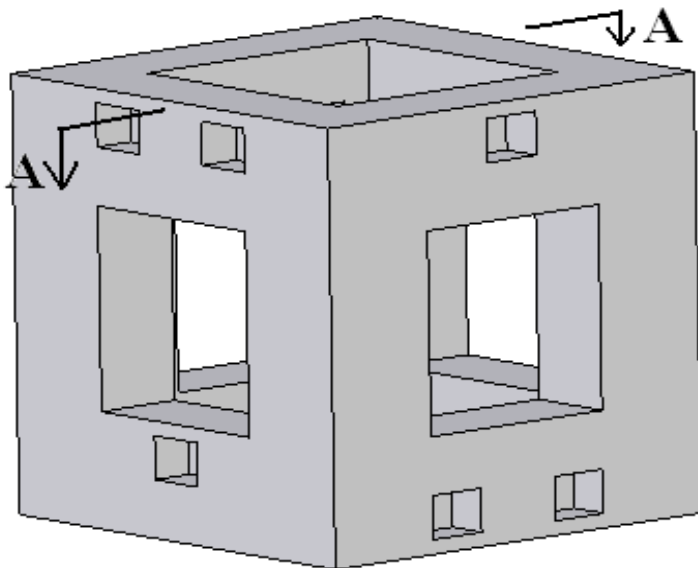
Beneficios directos derivados de la implantación de polígonos de AA. Dependiendo del tipo de arrecife utilizado

	AA convencional			AA verde		
i	A _i	B _i	C _i	A _i	B _i	C _i
1	1	Extractivo	Pesca artesanal	1	Extractivo	Pesca artesanal
2			Acuicultura			Acuicultura
3		Recreativo	Surf		Recreativo	Surf
4			Buceo			Buceo
5			Pesca deportiva			Pesca deportiva
6	0	Sustitución materiales	Reutilización		Sustitución materiales	Reutilización
7			Reciclaje			Reciclaje

Módulo arrecife artificial PROARR.



Diseño del arrecife artificial- modelo para la entrega de alimento **HMFDP**

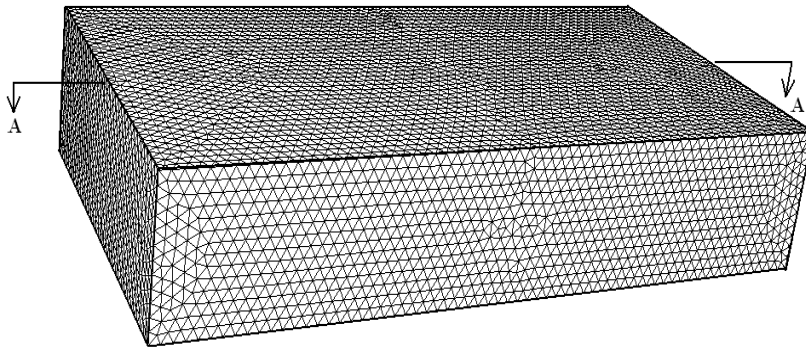


Modelo numérico

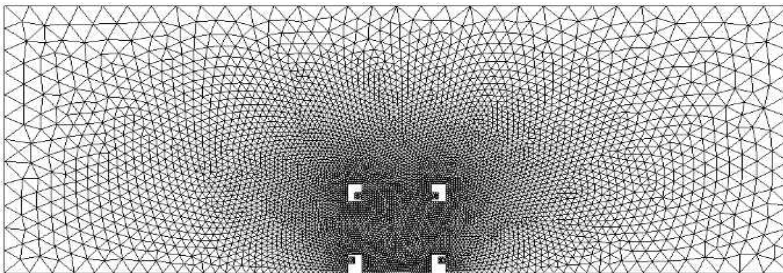
El flujo de fluido alrededor y dentro de este arrecife se estudió numéricamente.

Se caracterizaron los campos de velocidades y presiones.

Modelo numérico

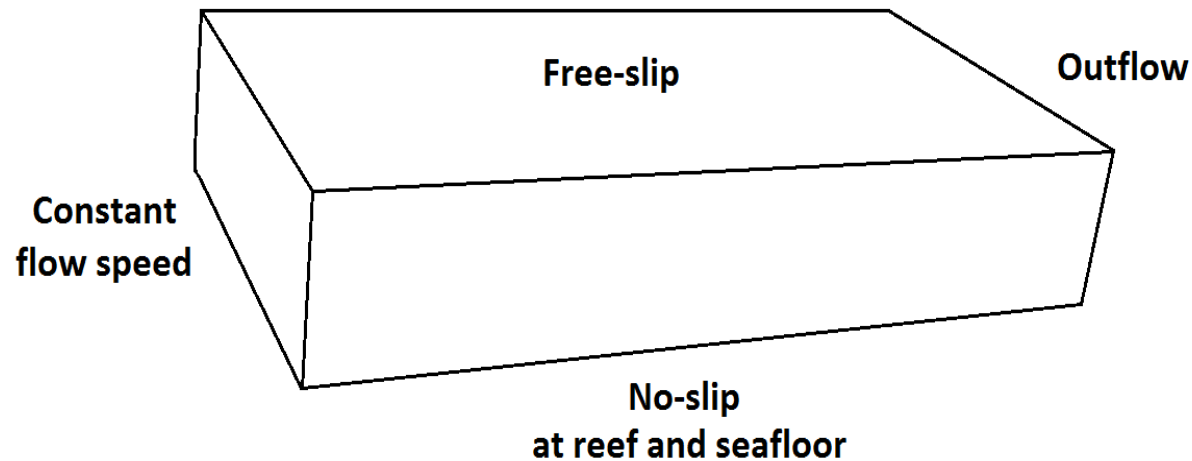


Computational mesh



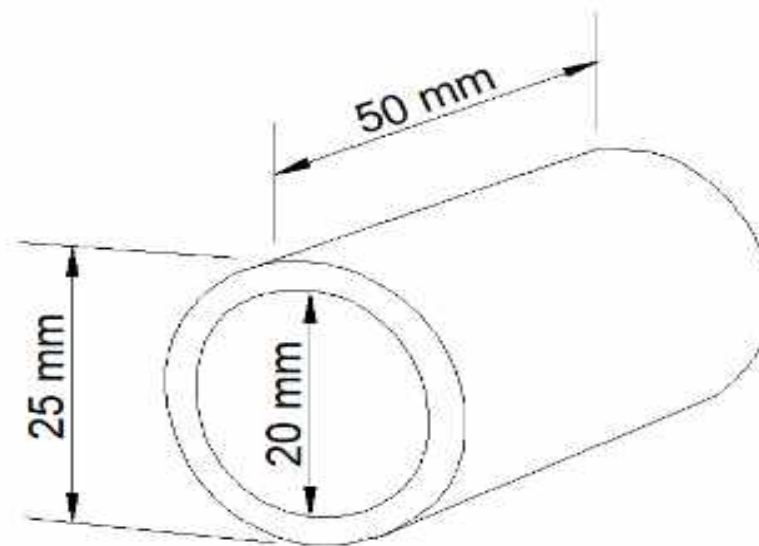
A-A section

Modelo numérico



Boundary conditions

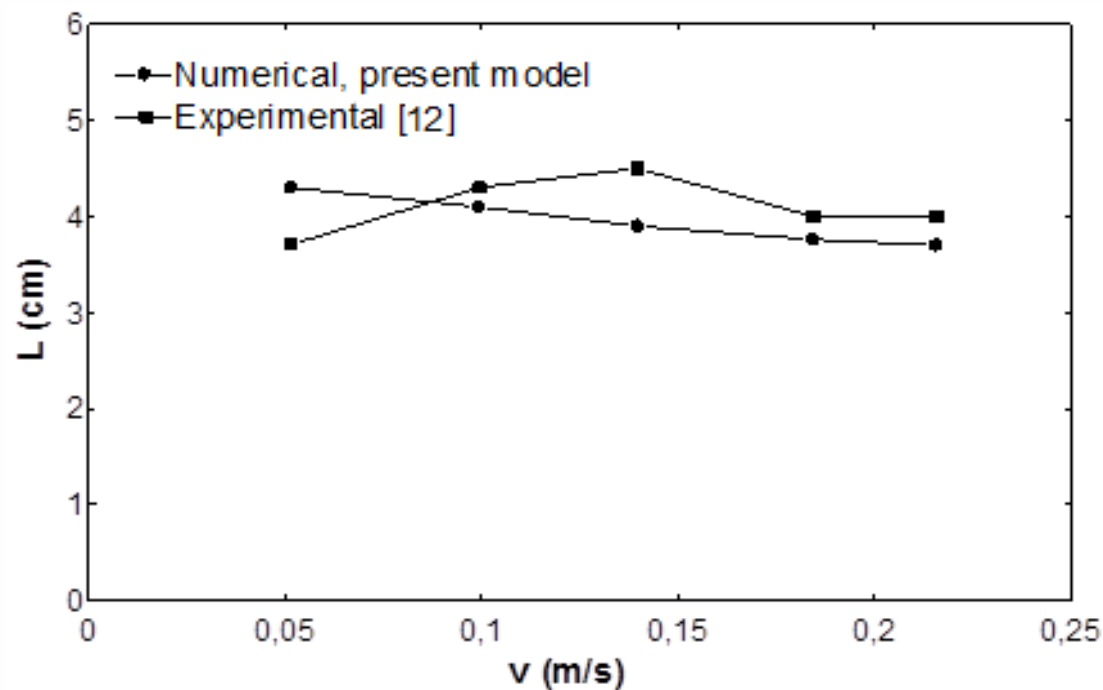
Validación



Geometría del tubo empleado para constituir arrecifes artificiales en [12].

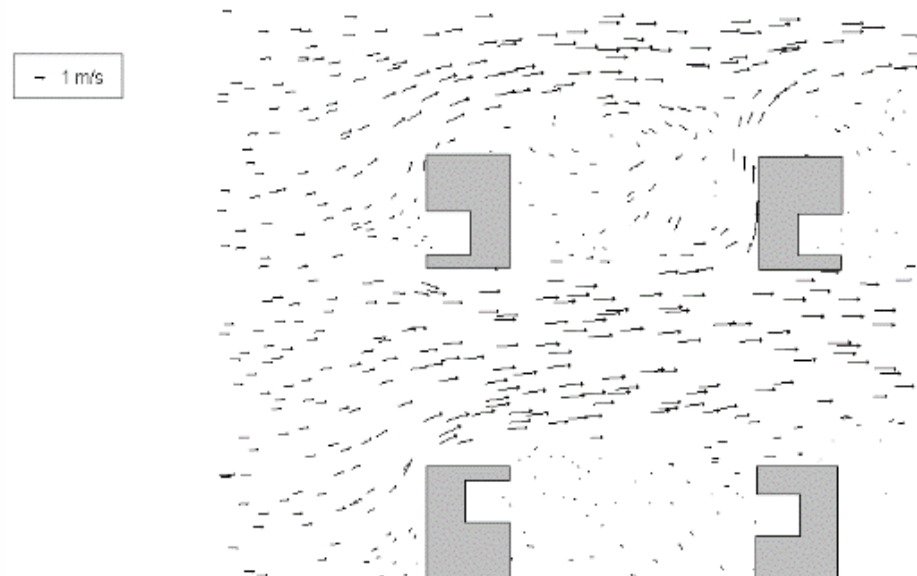
Jiao, L.; Yan-xuan, Z.; Pi-hai, Gong; Chang-tao, G. *Numerical simulation and PIV experimental study of the effect of flow fields around tube artificial reefs*. Ocean Engineering, vol. 134, 96-104 (2017).

Validation



Longitud de la región posterior afectada, obtenida numéricamente y experimentalmente.

Resultados y discusión



Velocity field.

Conclusiones

- Este **artículo propone un modelo de CFD** para simular el flujo de fluido alrededor y dentro de un arrecife artificial.
- Los **resultados numéricos son útiles para los biólogos marinos y los ingenieros oceánicos**, ya que se puede caracterizar el patrón de flujo y con ello la entrega de alimento.
- Este documento inicial se puede utilizar en el futuro para **estudiar aspectos como el diseño de un arrecife y la interacción entre varios arrecifes**.
- La **definición geométrica de los módulos** y la constitución mediante ellos de un grupo arrecifal en base a estudios hidrodinámicos, **pueden ser caracterizados mediante técnicas de CFD**.

Conclusiones (2)

- Para el estudio de la hidrodinámica adecuada de la implantación el modelo HMFD toma como variables el **tamaño de la abertura de circulación que comunica el interior del módulo arrecifal con el exterior y los valores de separación.**
- La optimización de las dos variables se ha realizado en base a adoptar el doble criterio de que la **circulación interior de nutrientes no se anule en las zonas de ubicación de las cavidades secundarias**, y que la **separación entre módulos sea tal que el campo de velocidades se regularice entre ellos.**
- Todas estas consideraciones de carácter hidrodinámico se supeditan a la exigencia de que el **tamaño de la abertura permita disponer las cavidades/nido adecuadas en cada cara**, así como que las **distancias entre individuos resulten adecuadas.**



Colombia
mar2019