Universidad de Valparaíso
CHILE

MODELACIÓN DE LA RESPUESTA DEL PERFIL DE PLAYA

Benjamín Hernández Alfaro

MOTIVACIÓN

- Modelación numérica del perfil de playa ante la acción de una tormenta

te: Campaña de terreno Ingeniería de Costas, 2011.

OBJETIVOS

BJETIVO GENERAL

Modelación numérica de la evolución morfodinámica de las playas (recomendaciones).

BJETIVOS ESPECÍFICOS

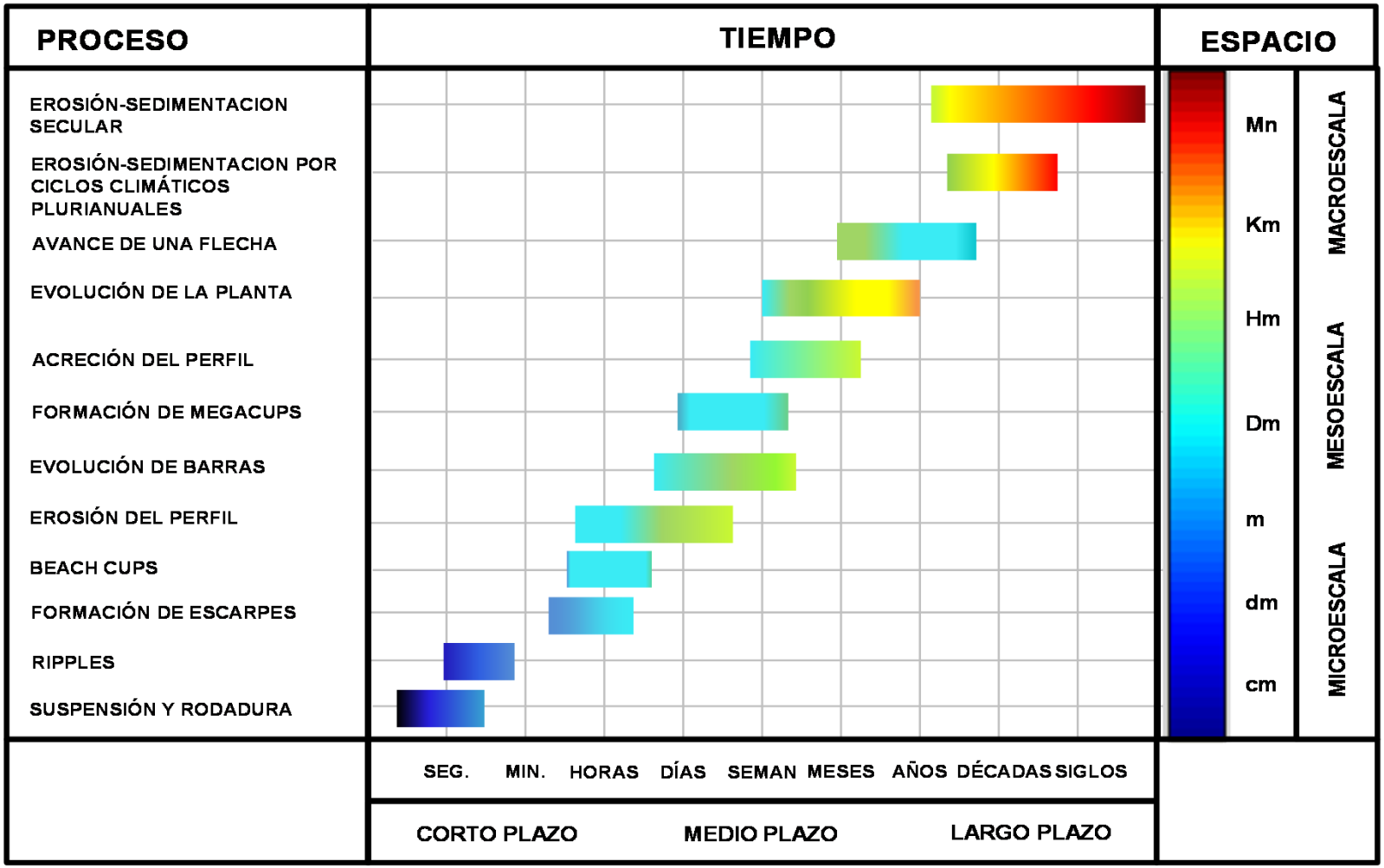
Resolver numéricamente:

- Oleaje (técnicas espectrales y paramétricas)
- Corrientes inducidas por el oleaje
- Transporte de sedimentos
- Variación del perfil transversal de la playa debido a la acción de una tormenta

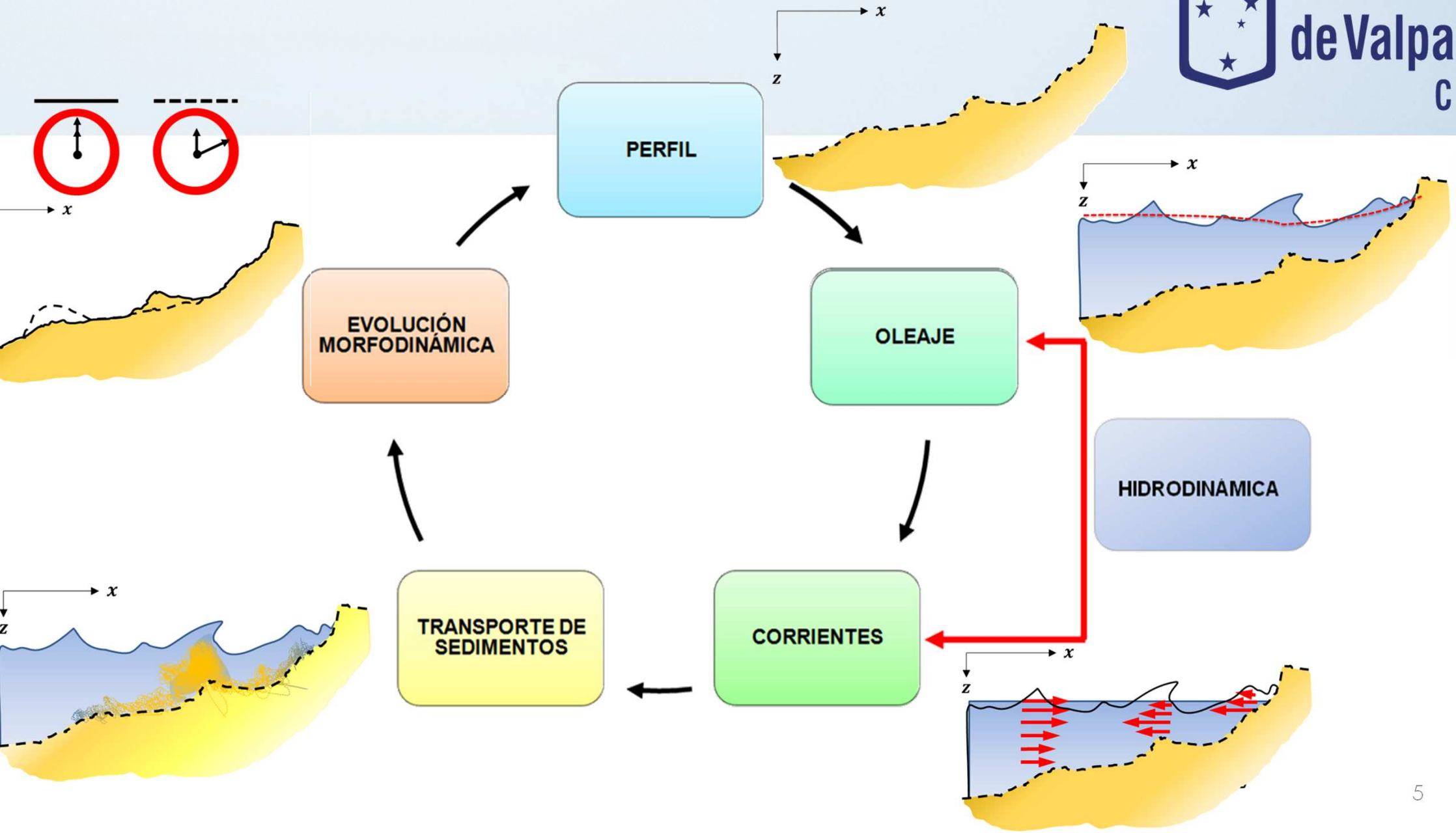
Análisis de sensibilidad y recomendaciones acerca de su uso

- Evaluar la calidad de los resultados empleando datos medidos de campo y laboratorio

MODELACIÓN DE LA EVOLUCIÓN MORFODINÁMICA



MODELOS DE EVOLUCIÓN MORFODINÁMICA



RANSFORMACIÓN DEL OLEAJE

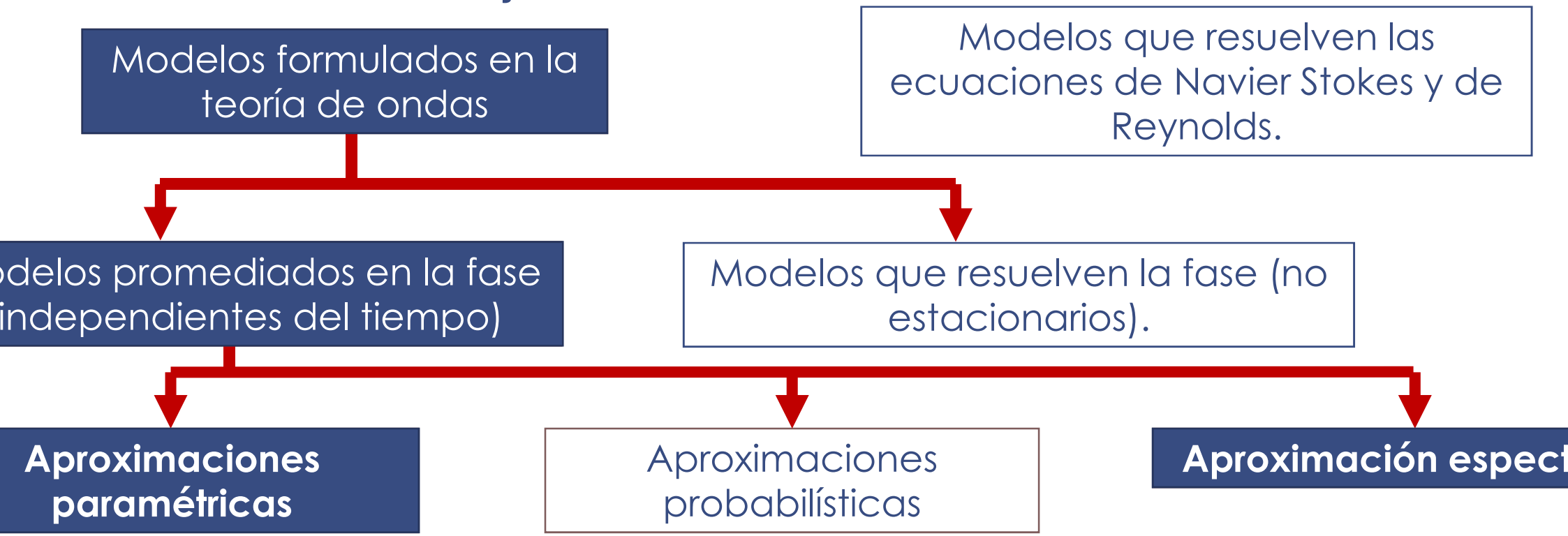
ROCESO	OLEAJE OCEÁNICO	OLEAJE EN MARES COSTEROS	OLEAJE EN LAS CERCANIAS DE LA COSTA	OLEAJE EN DARSENAS
ENERACIÓN POR VIENTO	●●●	●●●	●	○
TERACCIÓN OLA-OLA MEDIANTE UADRUPLES	●●●	●●●	●	○
HITE-CAPPING (CABRITAS)	●●●	●●●	●	○
ICCIÓN DE FONDO	○/●	●●	●●	○
FRACCIÓN POR CORRIENTES / RUPAMIENTO DE LA ENERGÍA	○	●	●●	○
FRACCIÓN POR FONDO / OMERAMIENTO	○	●●	●●●	●●
TURA (INDUCIDA POR OFUNDIDAD; SURF)	○	●	●●●	○
TERACCIÓN OLA-OLA MEDIANTE IADAS	○	○	●●	●
FLEXIÓN	○	○	●/●●	●●●
FRACCIÓN	○	○	●	●●●

●●● = DOMINANTE
●● = SIGNIFICATIVO PERO NO DOMINANTE
● = DE MENOR IMPORTANCIA
○ = DESPRECIABLE

Fuente: Holthuijsen (2007)

TRANSFORMACIÓN DEL OLEAJE

¿Cómo modelar el oleaje?



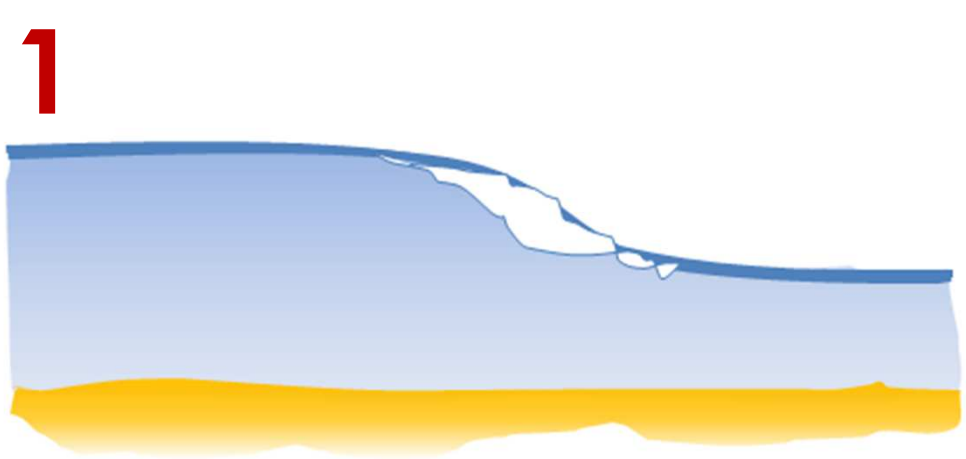
TRANSFORMACIÓN DEL OLEAJE

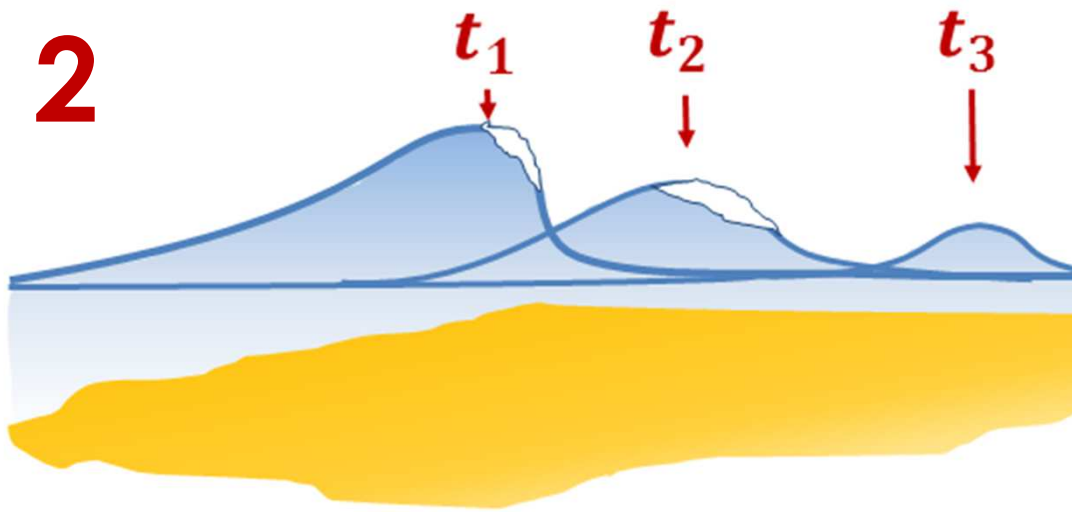
Qué procesos considerar?

- Refracción (paramétrico y espectral) → Teoría Lineal ✓
- *Shoaling* (paramétrico y espectral) → Teoría Lineal ✓
- Disipación por rotura (paramétrico y espectral) → No existe teoría ?
- Transferencia no lineal ola a ola (espectral) → LTA (*Lumped Triad Aproximation*)

SIPACIÓN POR ROTURA PARAMÉTRICA

- (1) Modelos basados en la disipación de un bore
- (2) Modelos de energía límite





MÓDULO DE OLEAJE PARAMÉTRICO

SIPACIÓN POR ROTURA PARAMÉTRICA (**13 Aproximaciones**).

Aproximaciones basadas en la distribución de Rayleigh truncada:

- Battjes & Janssen (1978), **BJ78**.
- Battjes & Stive (1985), **BS85**.
- Southgate & Nairn (1993), **SN93**.

Aproximaciones basadas en la distribución de Rayleigh completa:

- Thornton & Guza (1983), para dos expresiones planteadas, **TG83 Ex1, Ex2**.
- Whitford (1998), **WH88**.
- Y. Kuriyama (2012), **YK12** (puede ser asumida otra distribución).

Aproximaciones basadas en esquemas de energía límite:

- Rattanappitikon & Shibayama (1998), **RS98**.
- Rattanappitikon et al. (2003), **RK03**.
- Tajima & Madsen (2004), **TM04**.

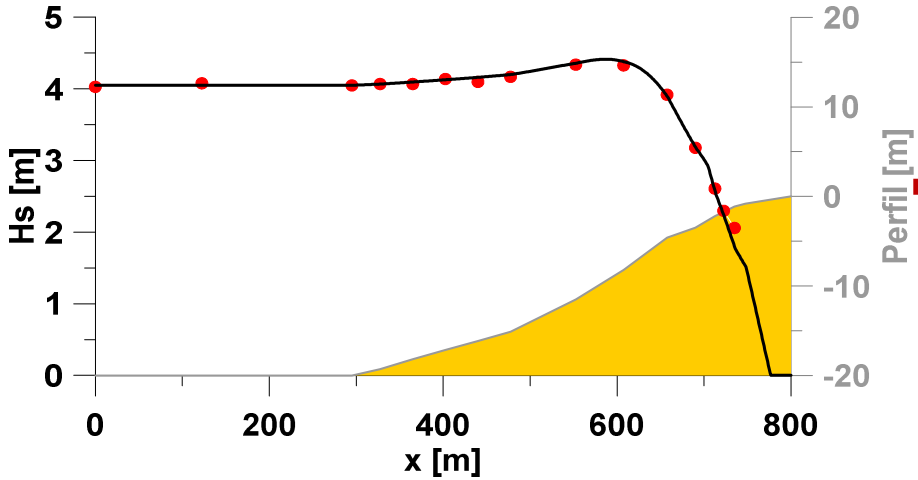
Aproximaciones desarrollados para oleaje no saturado.

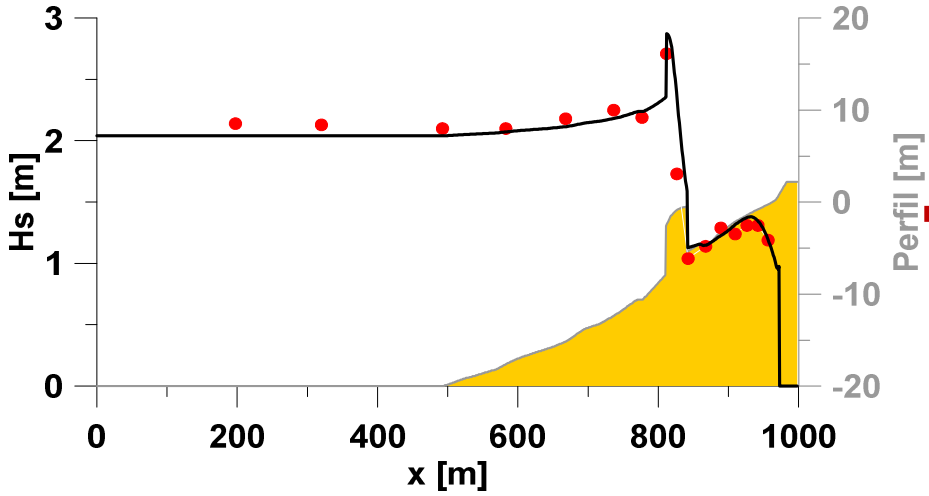
- Baldock et al. (1998), **BHV98**.
- Ruessink et al. (2003), **RWS03**.
- Janssen & Battjes (2007), **JB07**.

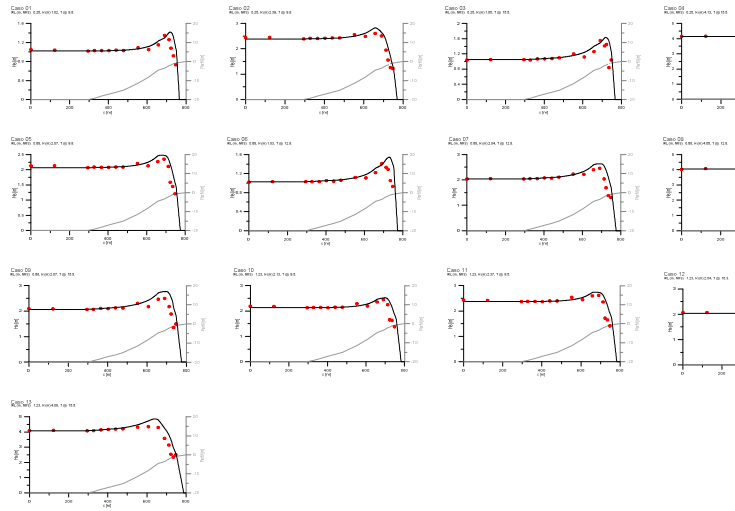
MÓDULO DE OLEAJE PARAMÉTRICO

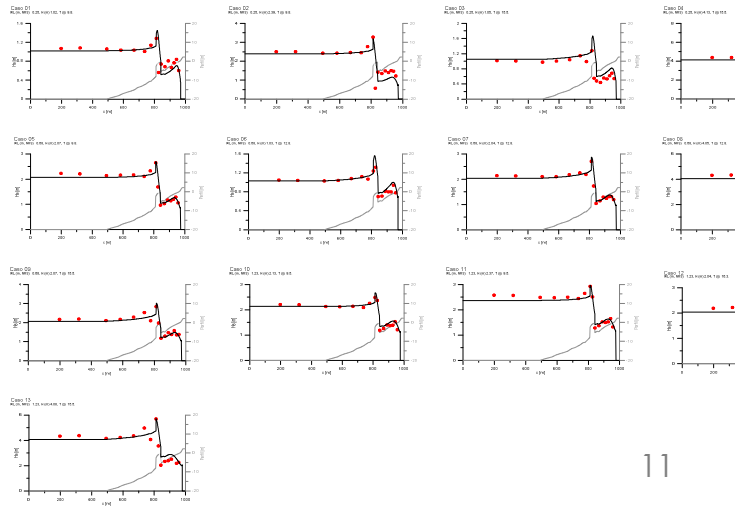
DISIPACIÓN POR ROTURA PARAMÉTRICA

WL (m)	H (m)	T (s)
0.25	1.0	10
0.25	2.3	10
0.25	1.0	16
0.25	4.0	16
0.68	2.0	10
0.68	1.0	13
0.68	2.0	13
0.68	2.6	13
0.68	2.0	16
1.23	2.0	10
1.23	2.3	10
1.23	2.0	16
1.23	4.0	16





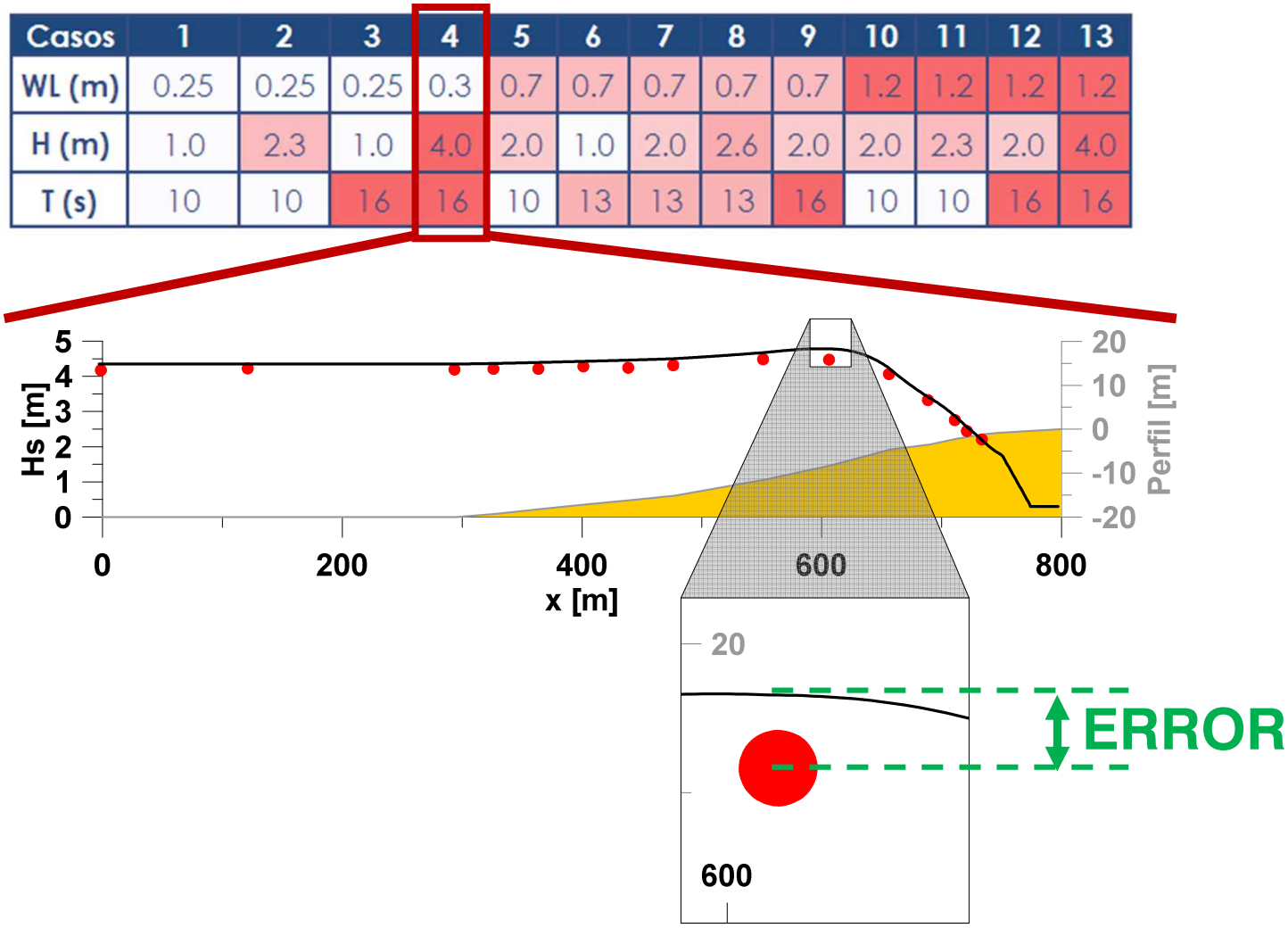




MÓDULO DE OLEAJE PARAMÉTRICO

ÁLISIS DEL ERROR

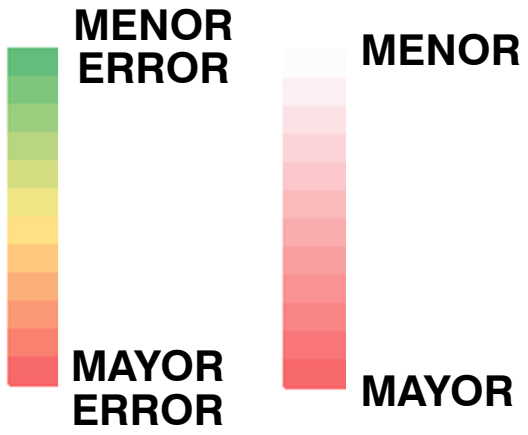
Casos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
WL (m)	0.25	0.25	0.25	0.3	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.2	1.2	1.2	1.2
H (m)	1.0	2.3	1.0	4.0	2.0	1.0	2.0	2.6	2.0	2.0	2.3	2.0	4.0
T (s)	10	10	16	16	10	13	13	13	16	10	10	16	16



MÓDULO DE OLEAJE PARAMÉTRICO

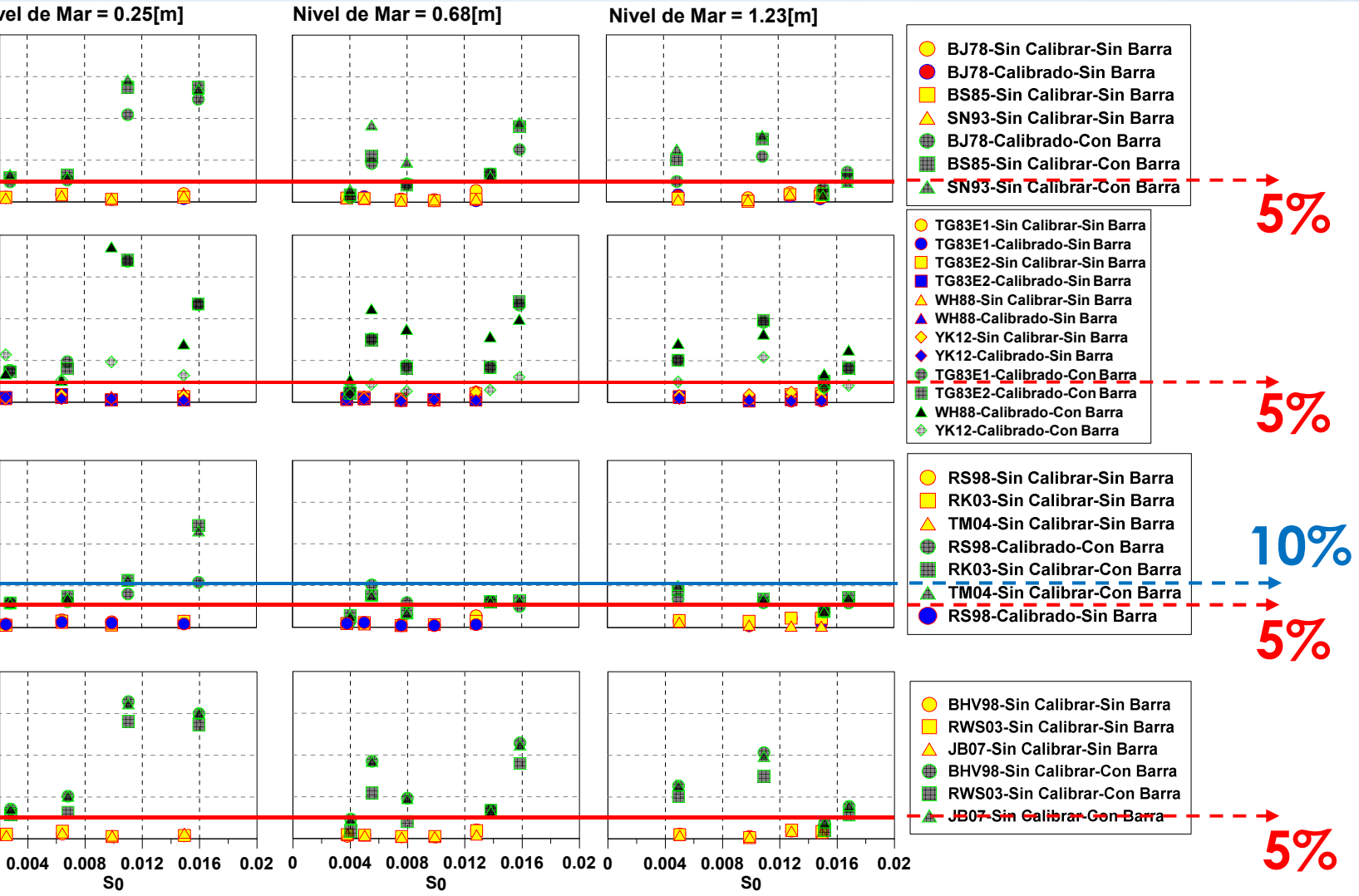
Análisis del error

so	caso1	caso2	caso3	caso4	caso5	caso6	caso7	caso8	caso9	caso10	caso11	caso12	caso13	Error Promedio
(m)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.23	1.23	1.23	1.23	
m)	1.02	2.39	1.05	4.13	2.07	1.03	2.04	4.05	2.07	2.13	2.37	2.04	4.08	
s)	9.8	9.8	15.5	15.5	9.8	12.8	12.8	12.8	15.5	9.5	9.5	16.3	15.5	
.0	2.9%	2.0%	1.0%	0.5%	2.8%	1.0%	0.0%	0.5%	1.4%	2.7%	2.5%	1.4%	0.2%	1.5%
.0	1.9%	2.4%	0.0%	0.7%	2.8%	0.0%	0.5%	0.7%	1.0%	2.3%	2.1%	1.4%	0.7%	1.3%
.0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
.3	0.8%	1.1%	1.4%	0.4%	0.8%	0.3%	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.2%	0.5%
.2	0.5%	0.4%	0.1%	0.0%	0.1%	1.0%	0.5%	0.5%	0.2%	0.3%	0.2%	0.2%	0.0%	0.3%
.2	0.2%	0.5%	0.5%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.8%	0.3%	0.3%	0.3%	0.0%	0.3%
.2	0.7%	0.4%	0.6%	0.7%	0.0%	1.6%	1.1%	1.3%	0.4%	0.2%	0.6%	0.0%	0.5%	0.6%
.1	0.5%	0.0%	0.0%	1.6%	0.4%	0.6%	0.1%	0.5%	2.0%	0.0%	0.1%	2.0%	1.1%	0.7%
.5	1.8%	2.0%	2.7%	0.0%	2.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.7%	3.8%	3.5%	1.4%	2.1%	1.6%
.2	5.3%	4.1%	9.4%	0.0%	4.7%	5.1%	4.1%	0.5%	10.0%	2.8%	2.7%	7.7%	1.5%	4.5%
.6	4.4%	0.1%	7.9%	0.0%	3.7%	4.7%	0.1%	0.1%	0.1%	1.8%	1.7%	0.7%	2.9%	2.2%
.5	5.2%	5.4%	8.8%	4.1%	4.4%	3.1%	7.9%	0.3%	6.7%	3.8%	2.7%	6.2%	0.0%	4.5%
.2	0.2%	0.1%	1.3%	13.6%	3.4%	0.3%	0.2%	0.4%	2.1%	1.9%	0.4%	7.2%	5.1%	2.8%
.8	2.2%	2.8%	8.2%	23.4%	6.9%	0.1%	0.5%	0.4%	5.9%	15.4%	17.5%	0.0%	0.3%	6.4%
.2	0.5%	0.1%	0.0%	23.0%	0.2%	3.3%	0.5%	2.2%	0.4%	2.9%	6.8%	0.9%	6.2%	3.6%
.8	1.6%	5.1%	25.4%	48.3%	2.1%	0.6%	5.7%	23.3%	22.3%	1.9%	3.5%	4.8%	25.5%	13.1%
omedio	1.8%	1.7%	4.2%	7.3%	2.2%	1.4%	1.3%	1.9%	3.4%	2.5%	2.8%	2.2%	2.9%	



MÓDULO DE OLEAJE PARAMÉTRICO

Análisis del error



MÓDULO DE OLEAJE PARAMÉTRICO

bla de apoyo a la modelación del oleaje paramétrico

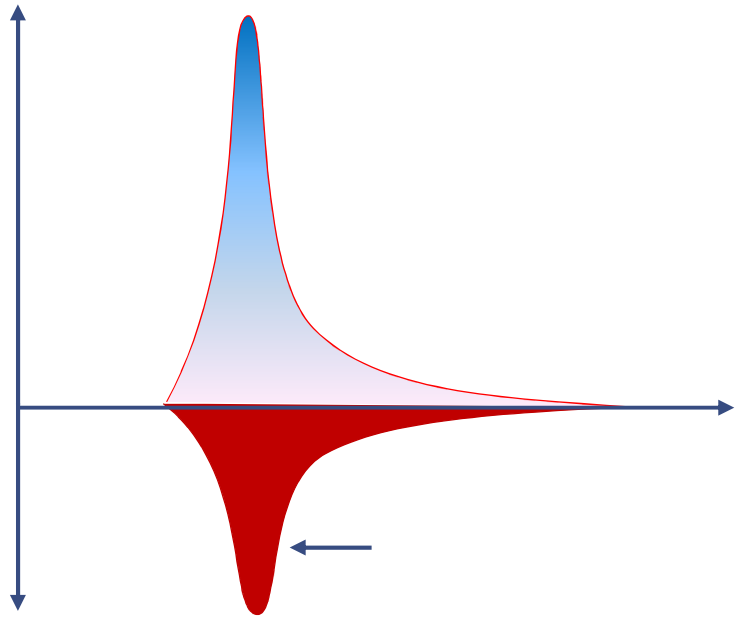
ESQUEMA DISIPACIÓN	COMPORTAMIENTO	
	PERFIL SIN BARRA	PERFIL CON BARRA
BJ78	●●	●
BS85	●●●	●
SN93	●●●	●
TG83 Ex1	●●	●
TG83 Ex2	●●●	●
WH88	●	●
YK12	●●	●●
RS98	●●	●●
RK03	●●●	●●●
TM04	●●●	●
BHV98	●●●	●
RWS03	●●●	●
JB07	●●●	●

- Error
- Capacidad de representación
- Necesidad de calibración

●●● = COMPORTAMIENTO DESTACADO
●● = ADECUADO
● = MENOS ADECUADO

MÓDULO DE OLEAJE ESPECTRAL

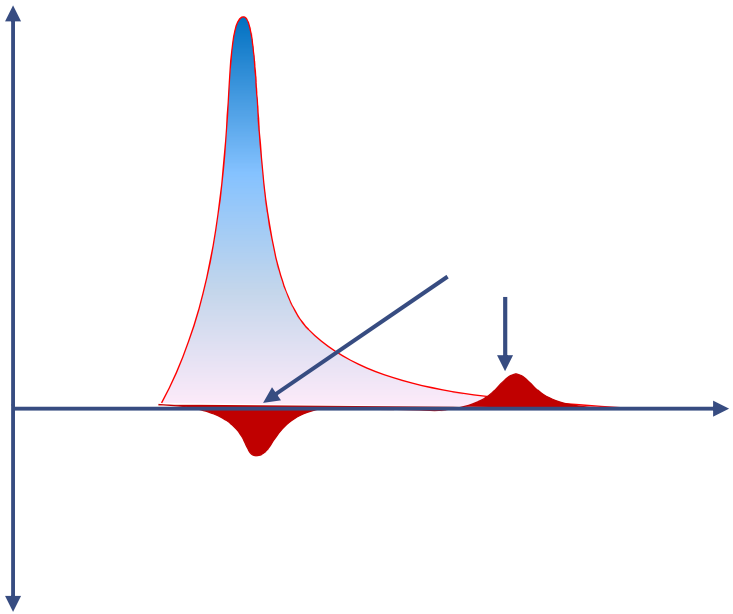
SIPACIÓN POR ROTURA ESPECTRAL



Beji & Battjes (1993)

MÓDULO DE OLEAJE ESPECTRAL

TERACCIÓN NO LINEAL OLA A OLA

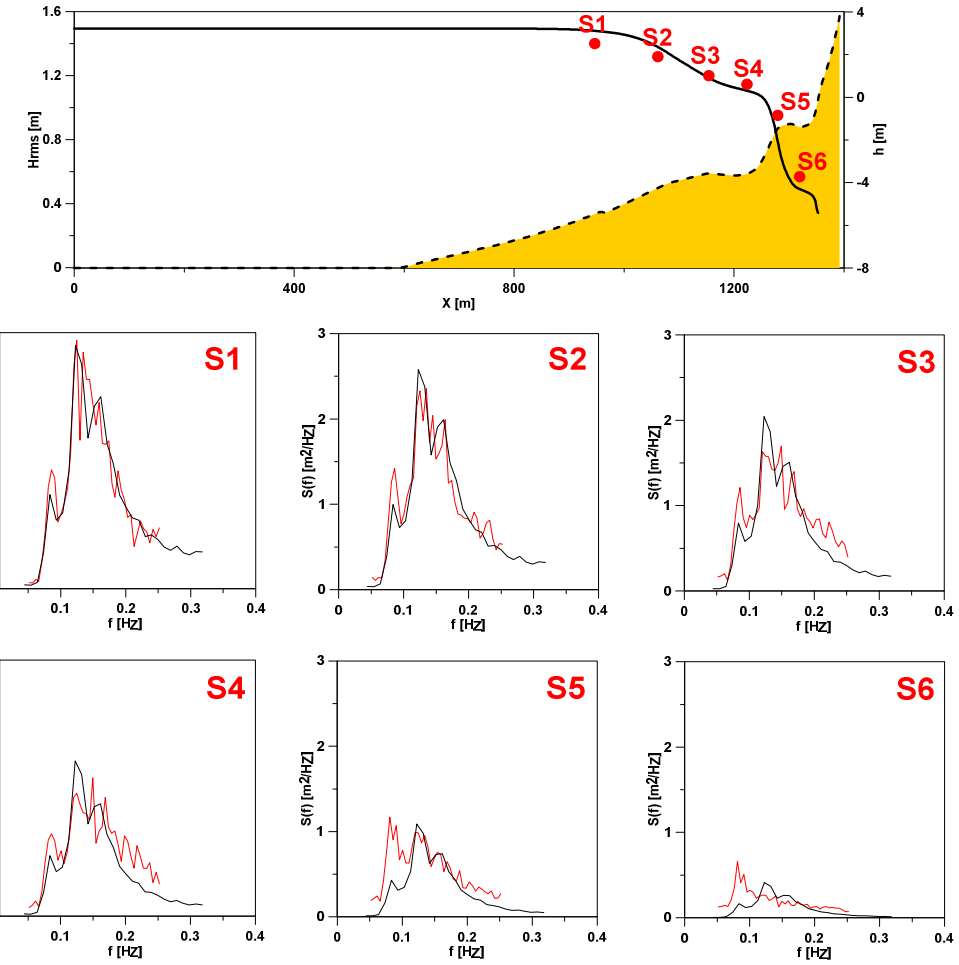


Lumped Triad Approximation (LTA)
Eldeberky & Battjes (1995)

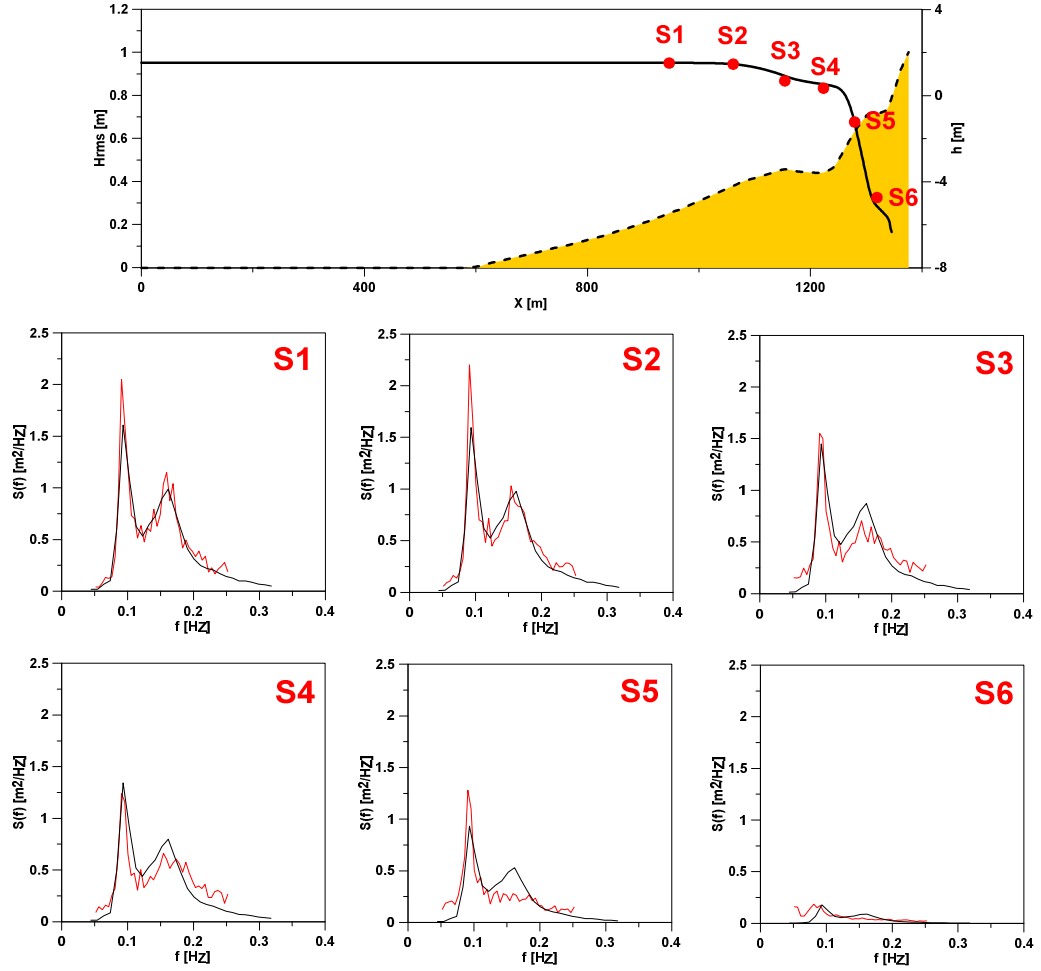
MÓDULO DE OLEAJE ESPECTRAL

SIPACIÓN POR ROTURA ESPECTRAL

ASO UNIMODAL



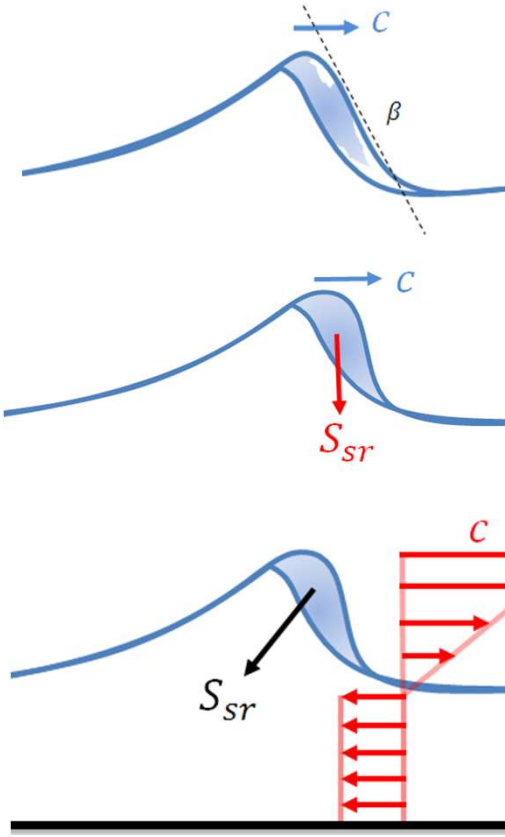
CASO BIMODAL



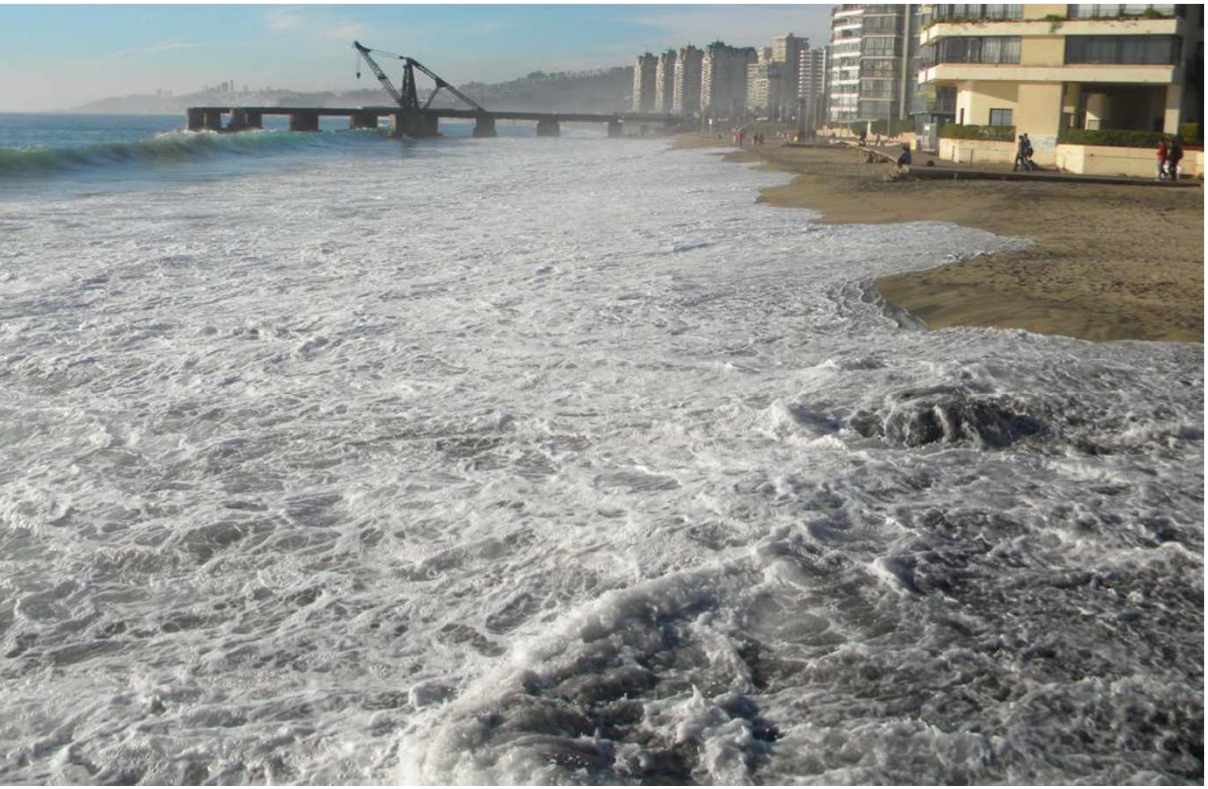
MÓDULO INCLUSIÓN DEL ROLLER

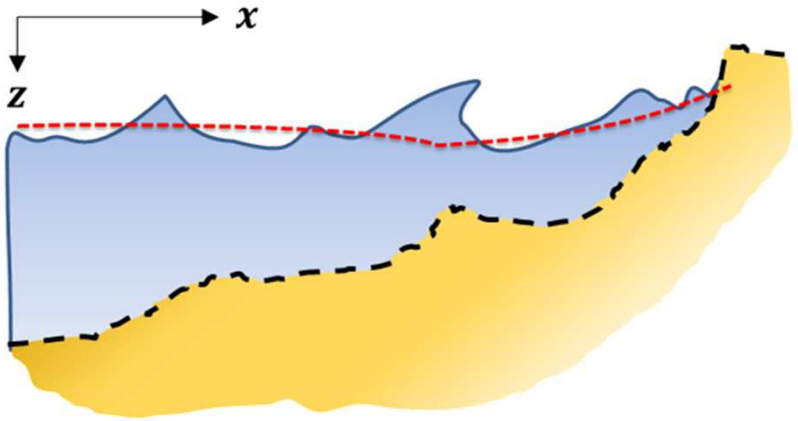
endsen (1984)

- Stive & De Vriend (1994)
- Tajima & Madsen (2004)
- Kuriyama (2010ª)



MÓDULO VARIACIONES DEL NIVEL MEDIO

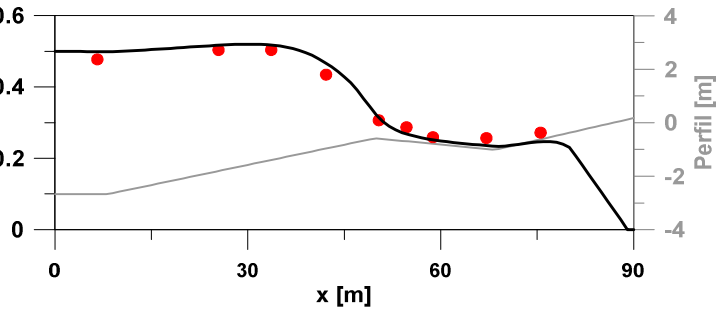


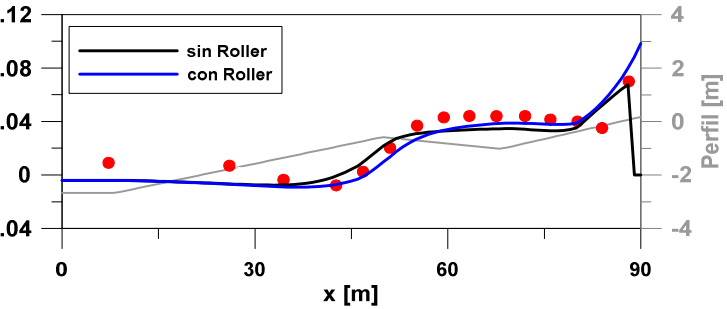


MÓDULO VARIACIONES DEL NIVEL MEDIO

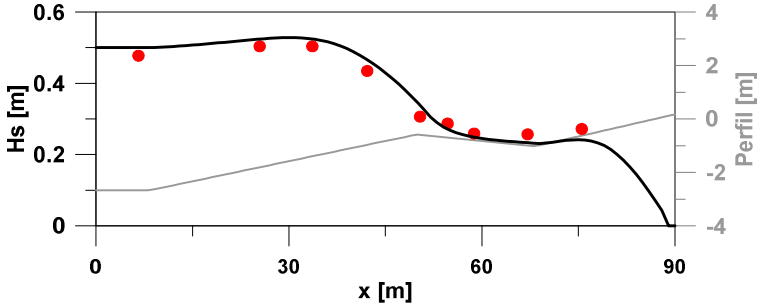
Oleaje + Nivel Medio

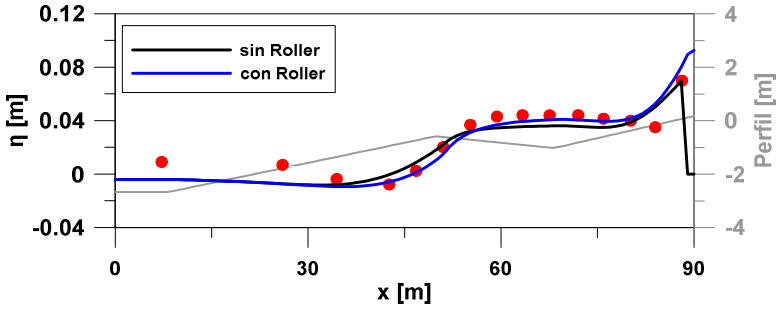
RK03+SDV94



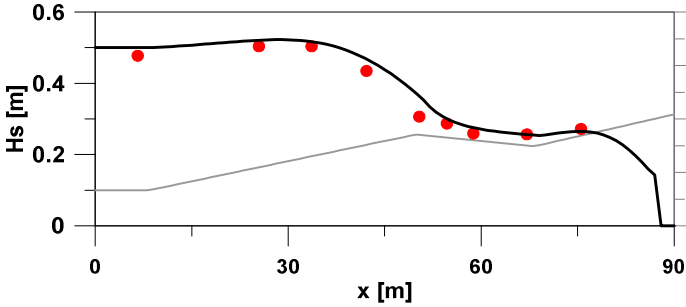


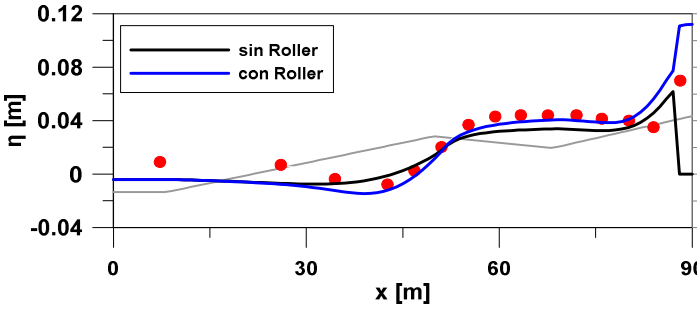
TM04+TM04





YK12+YK12





MÓDULO DE CORRIENTES

Vriend & Stive (1987) → **Ranasinghe et al. (1999)**

Viscosidad de remolino vertical

- Velocidad de corte
  - Tensión tangencial en el fondo
    - Factor de fricción
      - Amplitud del desplazamiento orbital
      - Rugosidad de Nikuradse

endsen (1984). → **Tajima & Madsen (2004)**

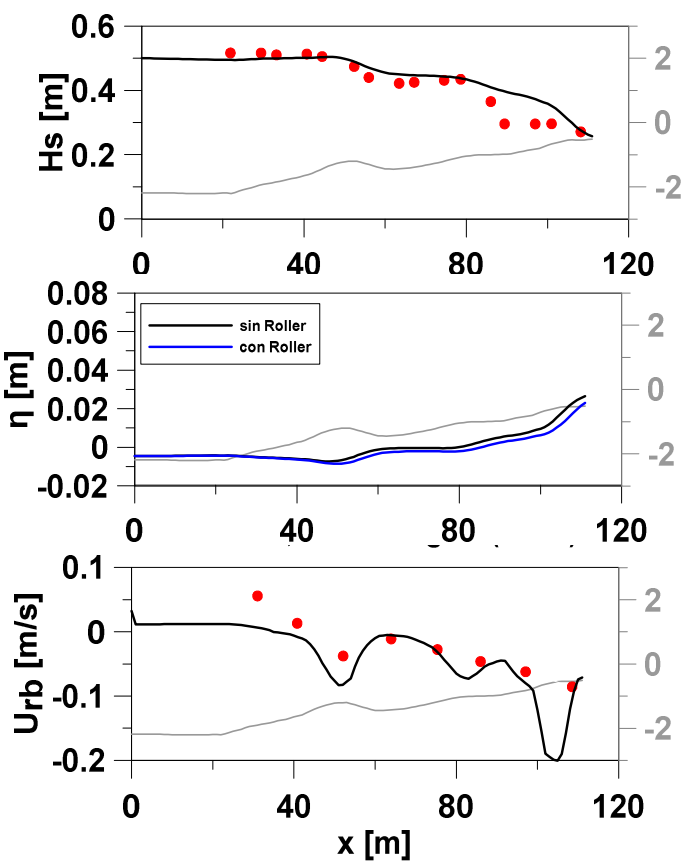
→ **Kuriyama (2012)**

Flujos de masa debido a los aportes del *roller* de superficie y oleaje para la estimación de las corrientes de resaca

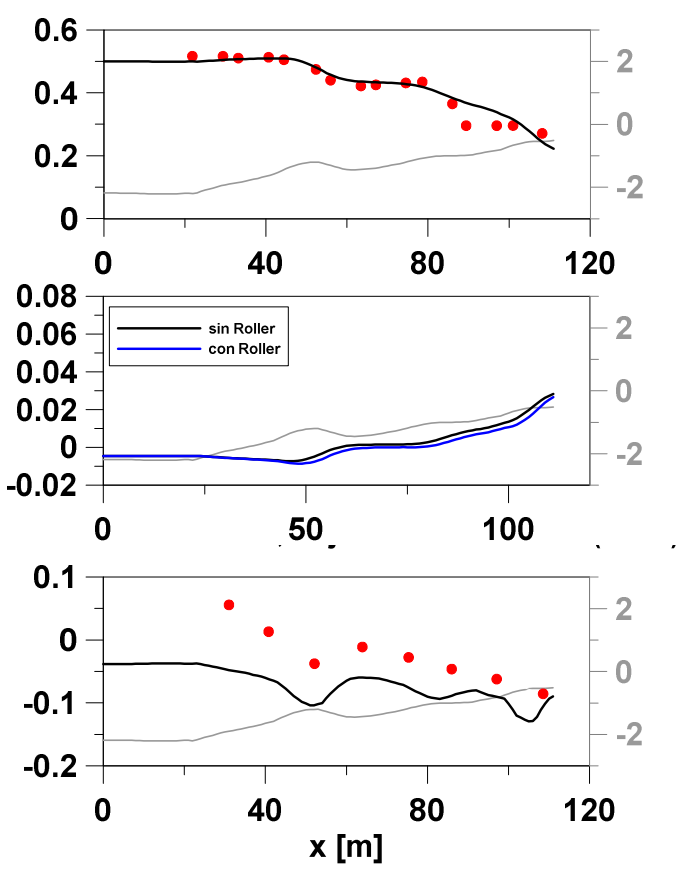
MÓDULO DE CORRIENTES

Oleaje + Nivel Medio+ Corrientes

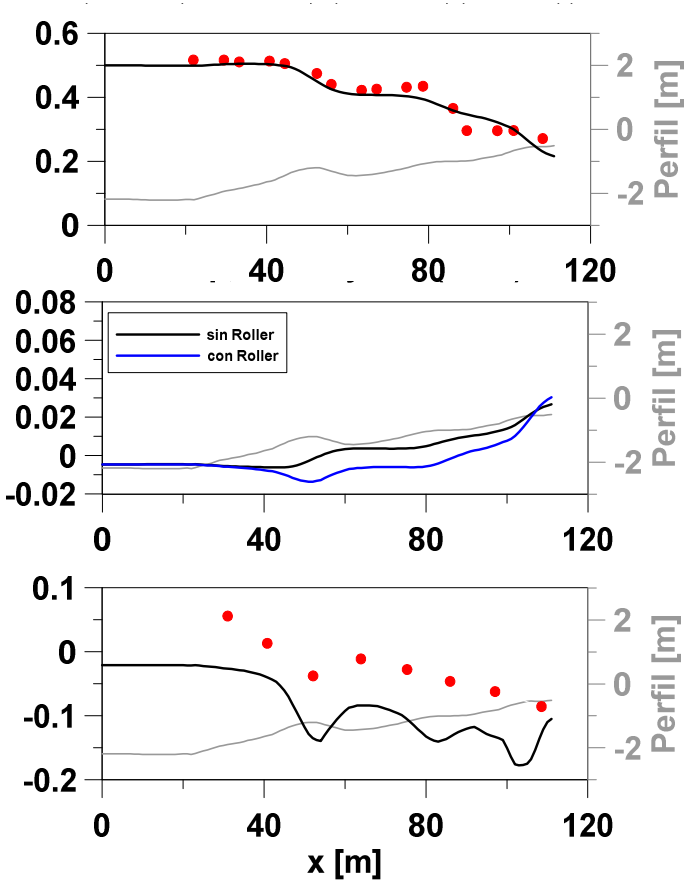
RK03+SDV94+RS99



TM04+TM04+TM04



YK12+YK12+YK12

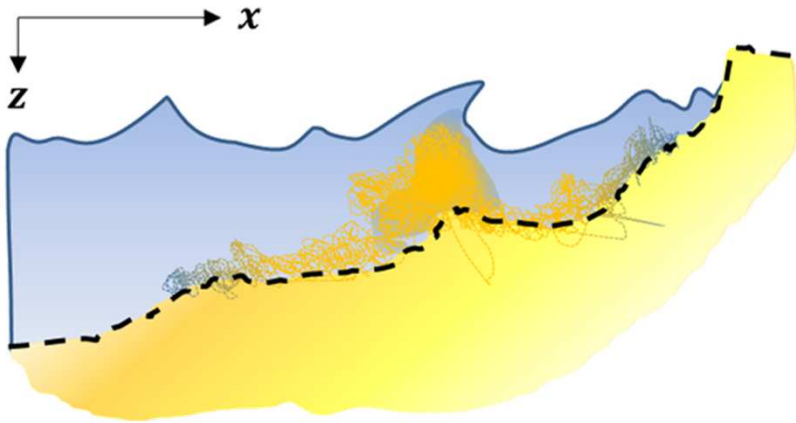


MÓDULO DE TRANSPORTE EN LA ZONA DE ASCENSO Y DESCENSO

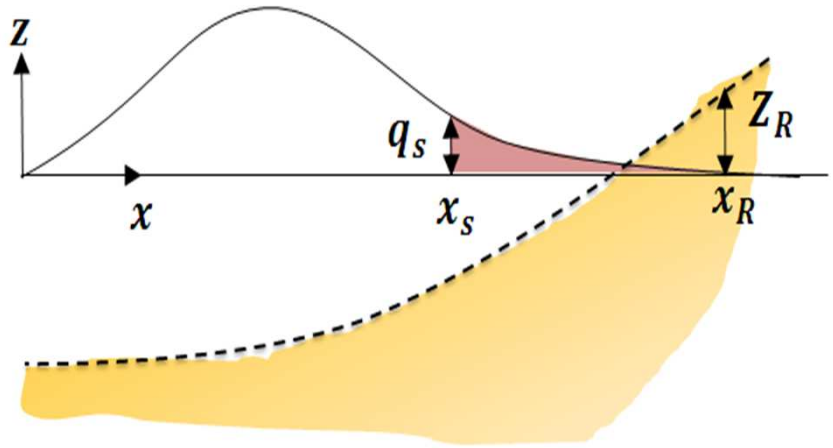
gnold (1966)

lard (1981)

- **Ranasinghe et al. (1999)**
- **Kuriyama (2012)**



MÓDULO DE TRANSPORTE EN LA ZONA DE ASCENSO Y DESCENSO

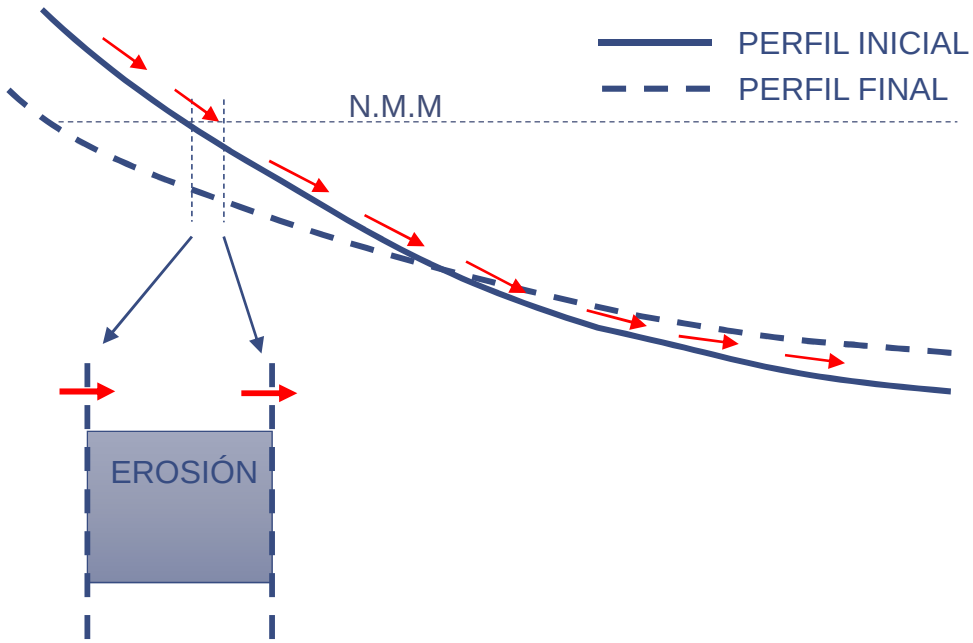


Wise et al. (1996)

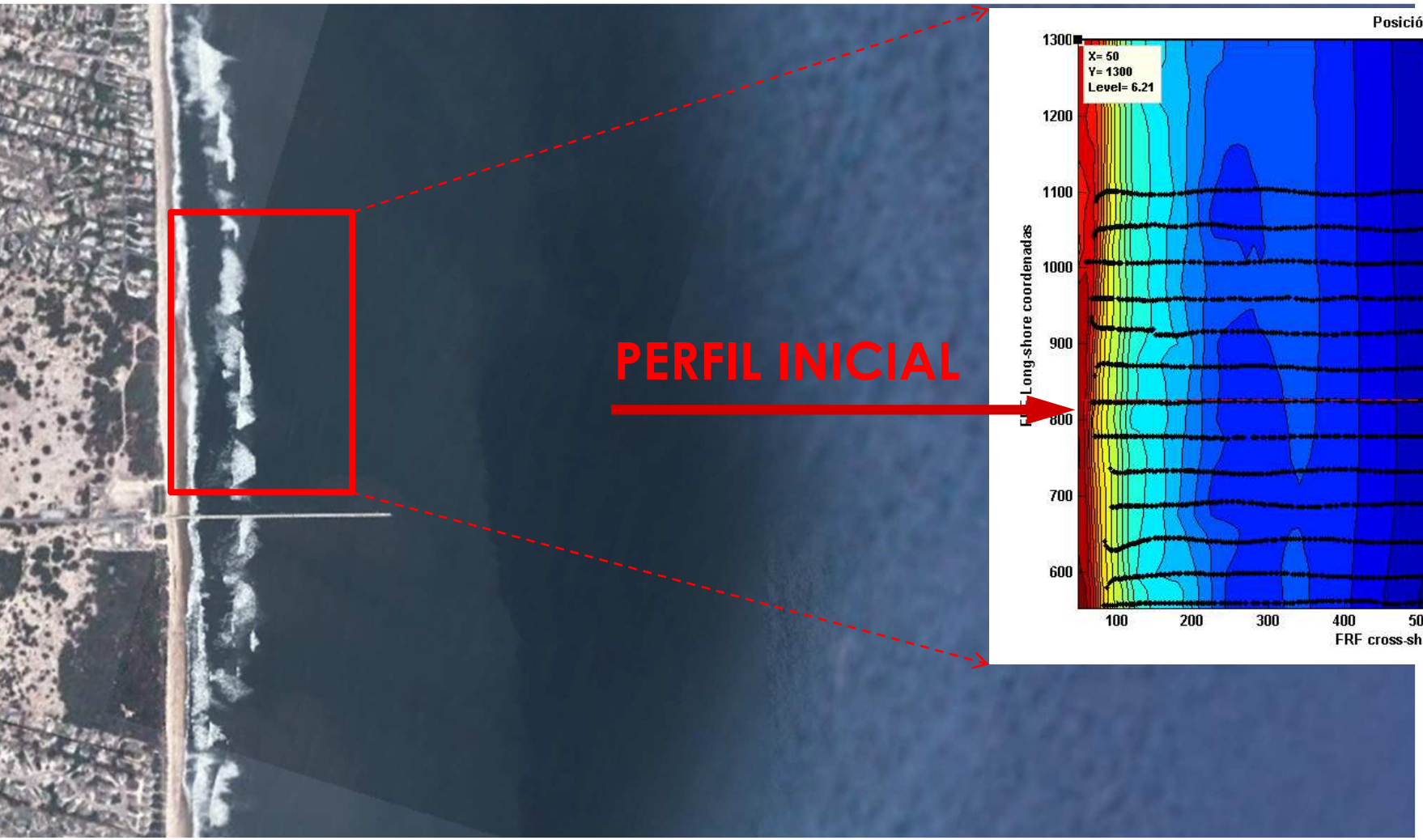
MÓDULO DE EVOLUCIÓN MORFODINÁMICA

Lax & Wendroff (1960)

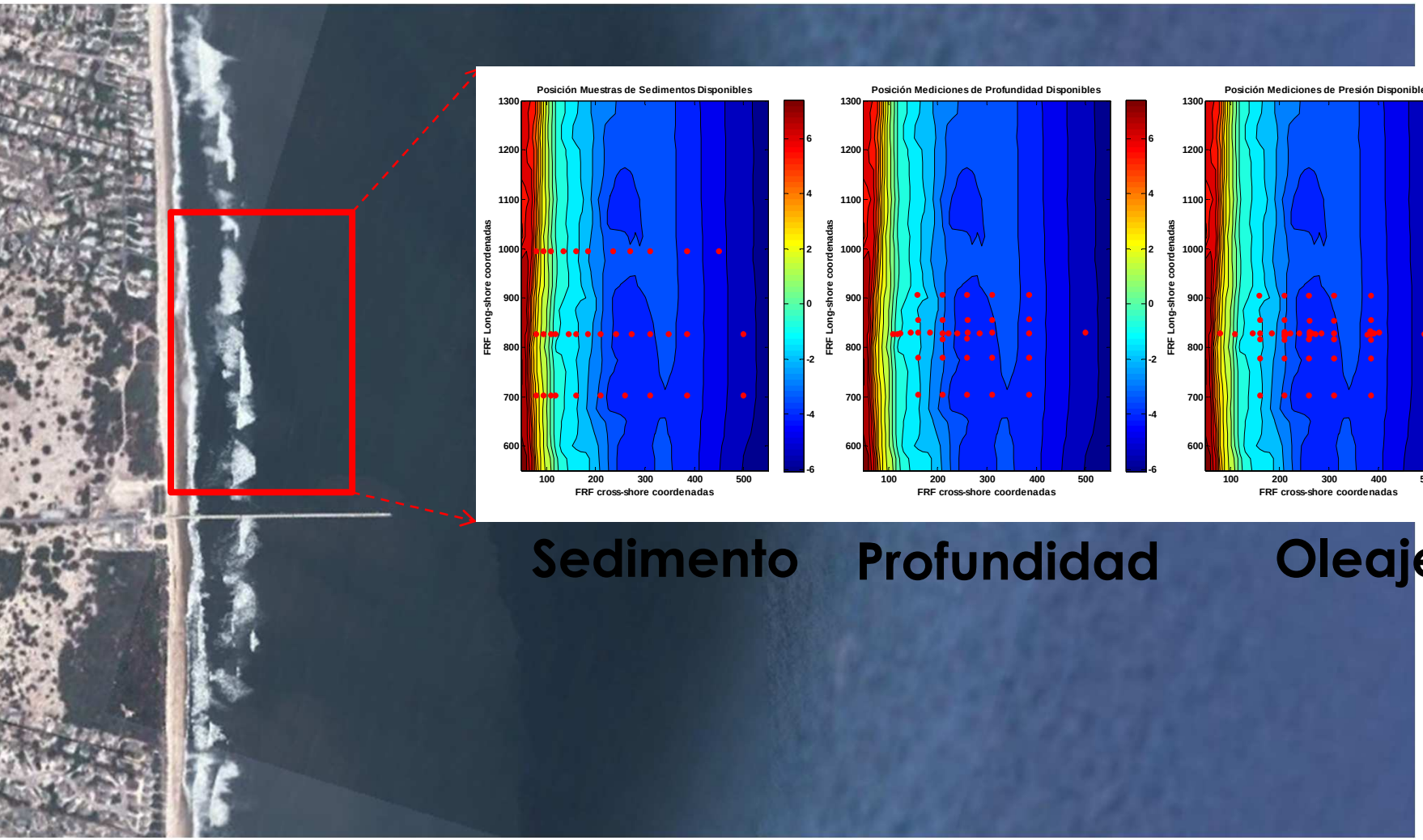
WENO (Weighted Essentially Non Oscillatory), Long & Kirby (2008)

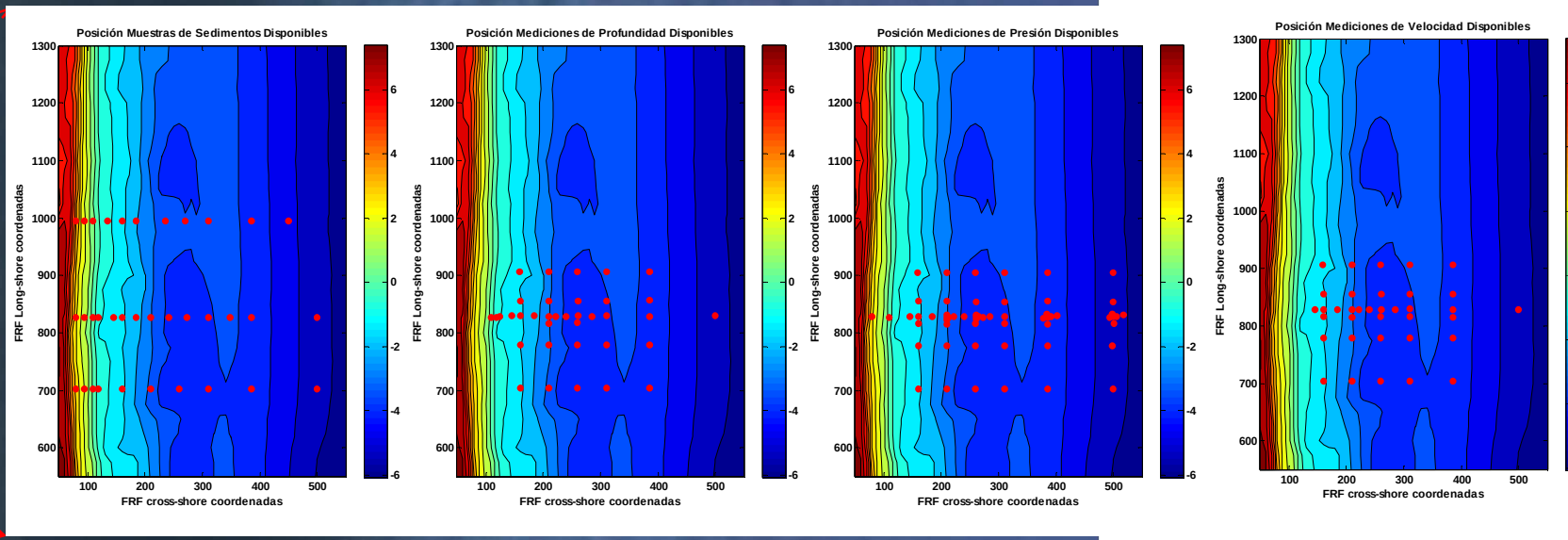


COMPARACIÓN DEL MODELO CON DATOS DE CAMPO



COMPARACIÓN DEL MODELOS CON DATOS DE CAMPO

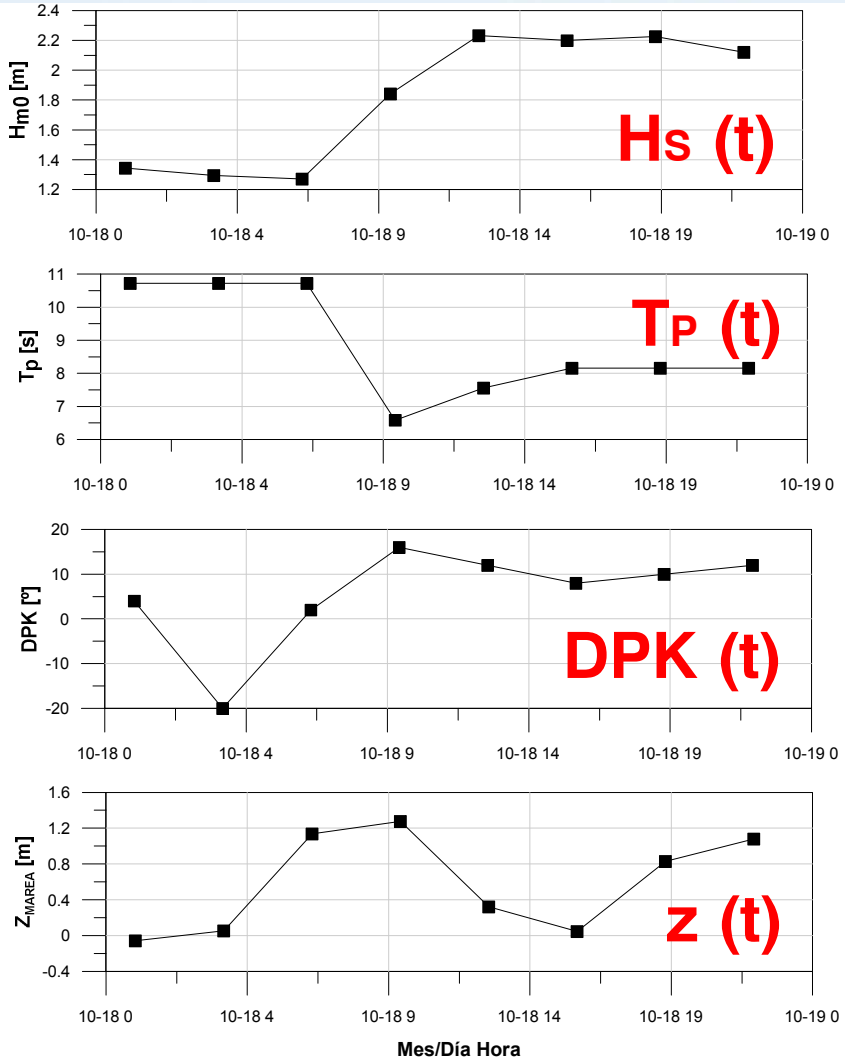


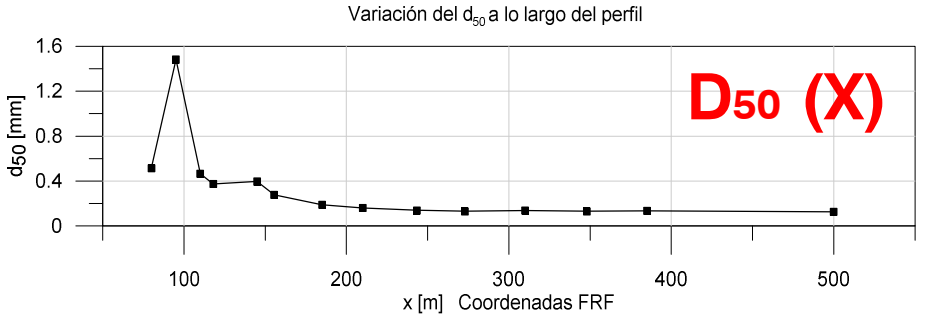


Sedimento **Profundidad** **Oleaje** **Corrientes**

COMPARACIÓN DEL MODELOS CON DATOS DE CAMPO

DEFINICIÓN DEL TEMPORAL





COMPARACIÓN DEL MODELOS CON DATOS DE CAMPO

RESULTADOS COMPARACIÓN

Método Numérico	Tasa de Transporte
Lax-Wendroff	Ranasinghe et al. (1999)
Lax-Wendroff	Kuriyama (2012)
WENO	Ranasinghe et al. (1999)
WENO	Kuriyama (2012)

Método Numérico	Tasa de Transporte	Error Cuadrático Medio en metros para cada paso de tiempo (día_hora)							
		18/01	18/04	18/07	18/10	18/13	18/16	18/19	18/22
Lax-Wendroff	Ranasinghe	0.04	0.05	0.08	0.12	0.16	0.19	0.22	0.27
Lax-Wendroff	Kuriyama	0.04	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.20	0.23
WENO	Ranasinghe	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27
WENO	Kuriyama	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.18	0.20	0.23

COMPARACIÓN DEL MODELO CON DATOS DE CAMPO

RESULTADOS COMPARACIÓN ENTRE MEDICIONES Y SIMULACIÓN

Universidad de Valparaíso

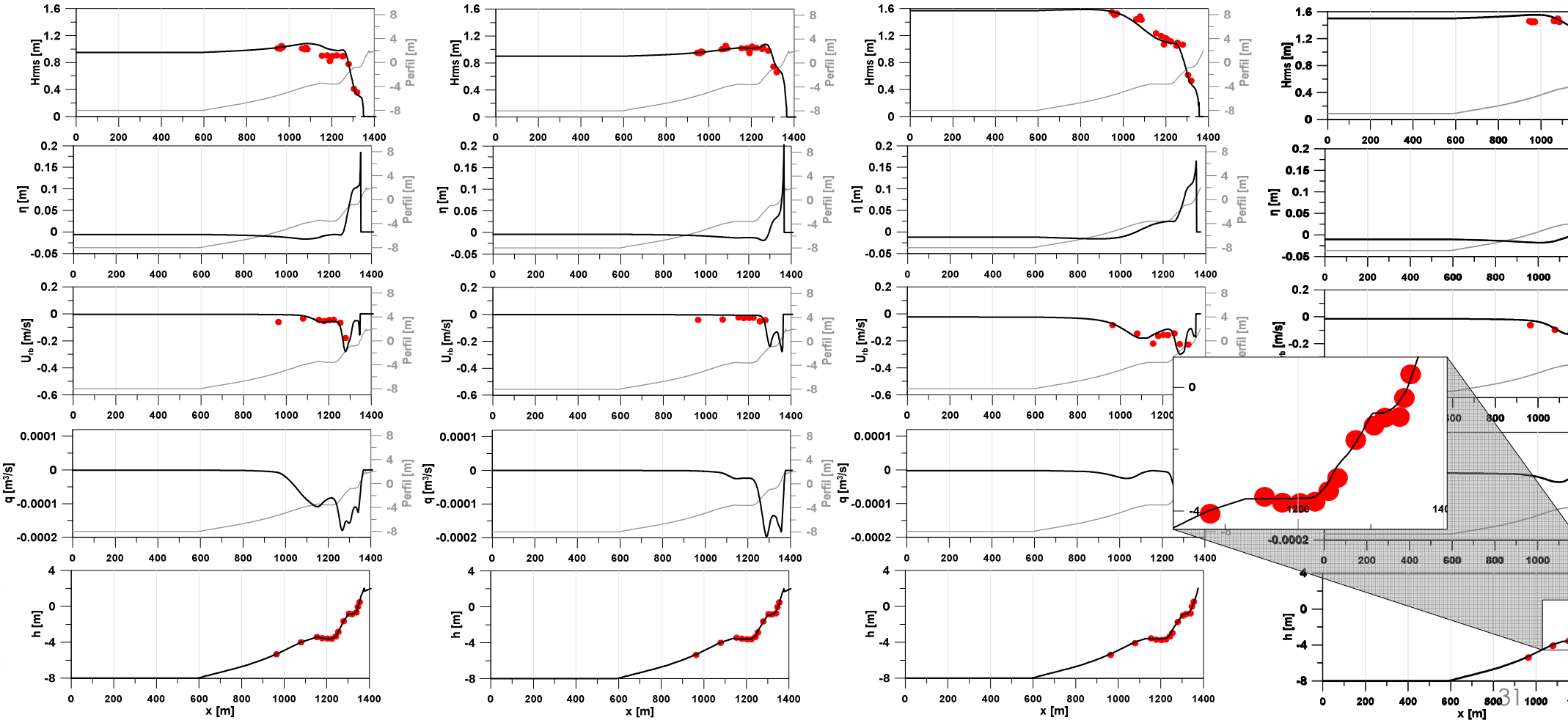
JE

NTES

RTE DE NTOS

FIL

01:00 07:00 13:00 22:00



CONCLUSIONES

- Oleaje
- Variaciones del nivel medio
- Corrientes
- Transporte de sedimento
- Evolución Morfodinámica

RECOMENDACIONES

- Oleaje
- Variaciones del nivel medio
- Corrientes
- Transporte de sedimento
- Evolución Morfodinámica