

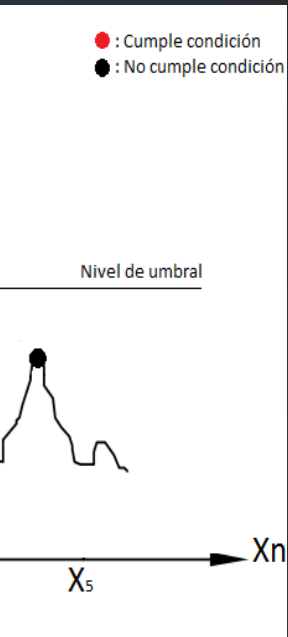
Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil Oceánico

Análisis Multivariado de Valores Extremos de Oleaje en Chile

Claudio Alejandro Meza Valle

1. Introducción
2. Objetivos
3. Metodología
4. Aplicación
5. Resultados
6. Conclusiones y comentarios

1. Introducción



Ok, pero con el pe...
con el pe...
direc...



2. Objetivos

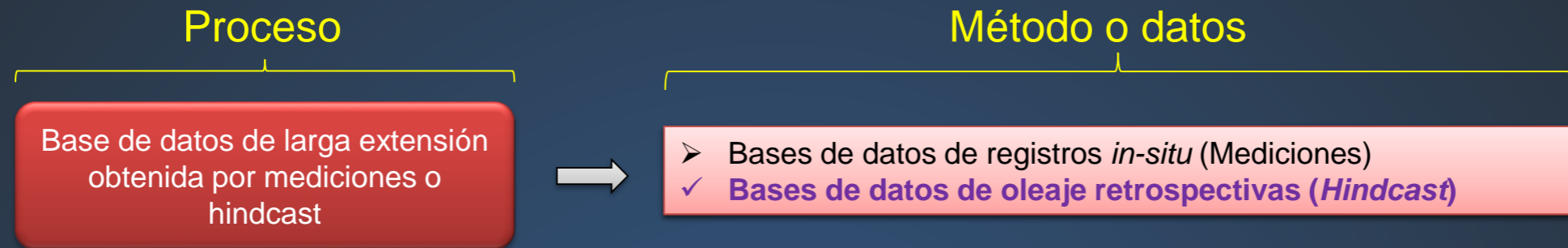
➤ Objetivo General

Aplicar un modelo de probabilidad condicional multivariada para la estimación de valores de periodo, dirección y duración asociados a alturas de oleaje de diseño en tres puntos de Chile.

➤ Objetivos Específicos

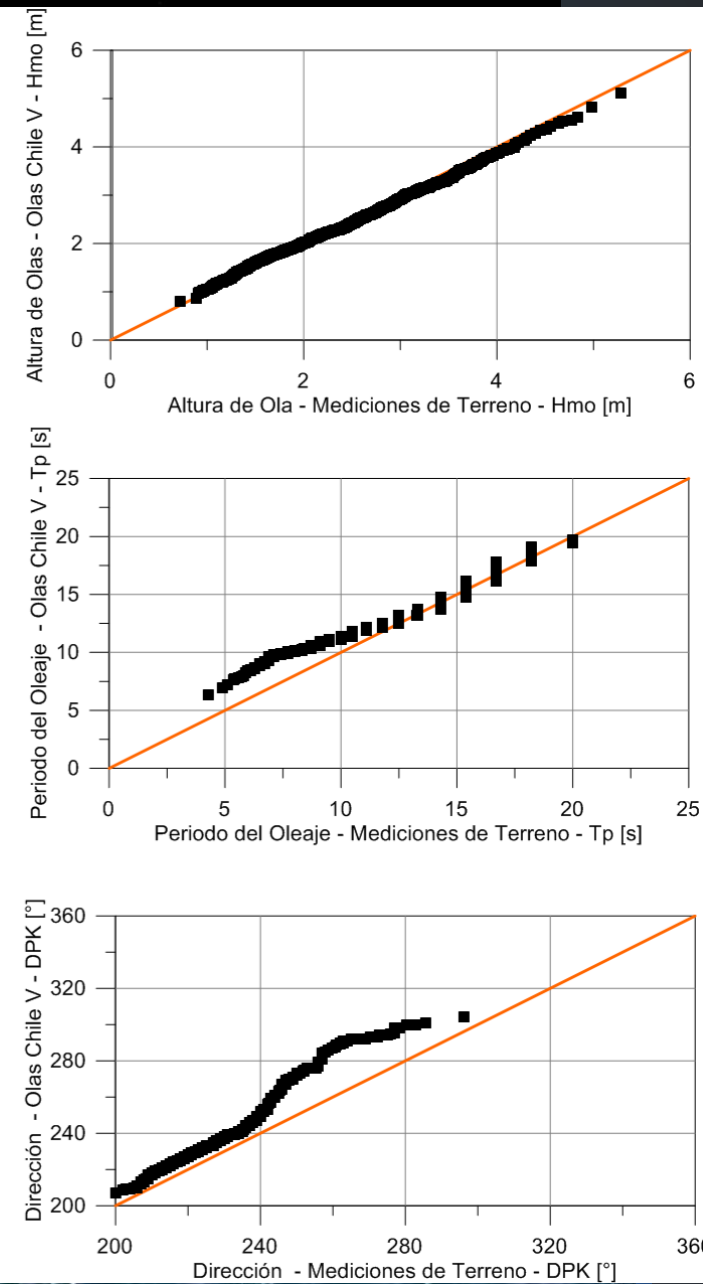
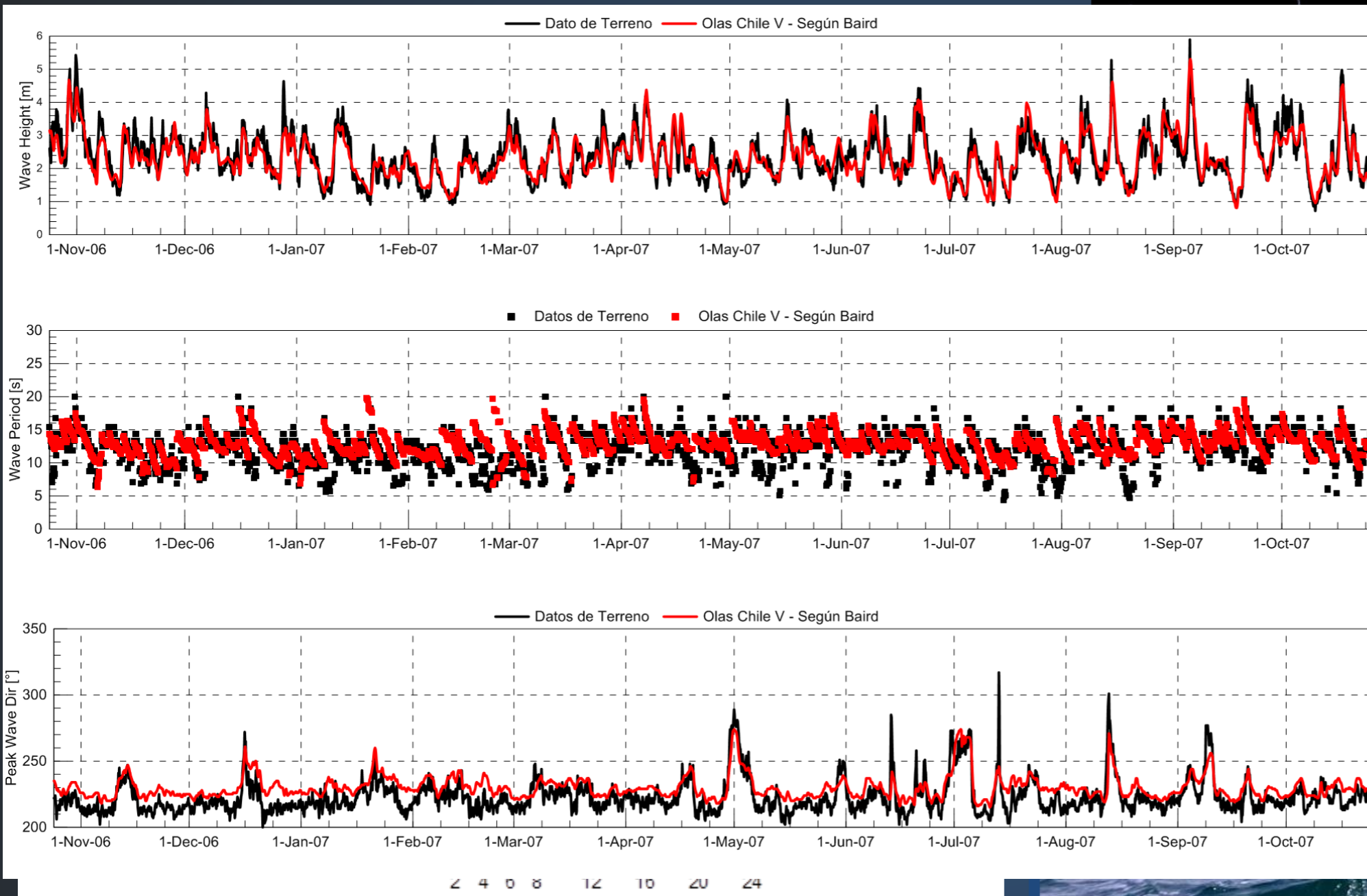
- ✓ Analizar un modelo de probabilidad conjunta de valores extremos de altura, periodo, dirección y duración de oleaje
- ✓ Aplicar el modelo en tres puntos distintos de nuestro país (norte, centro y sur)
- ✓ A partir de los resultados, en caso de que corresponda, generar recomendaciones de aplicación del método propuesto

3. Metodología



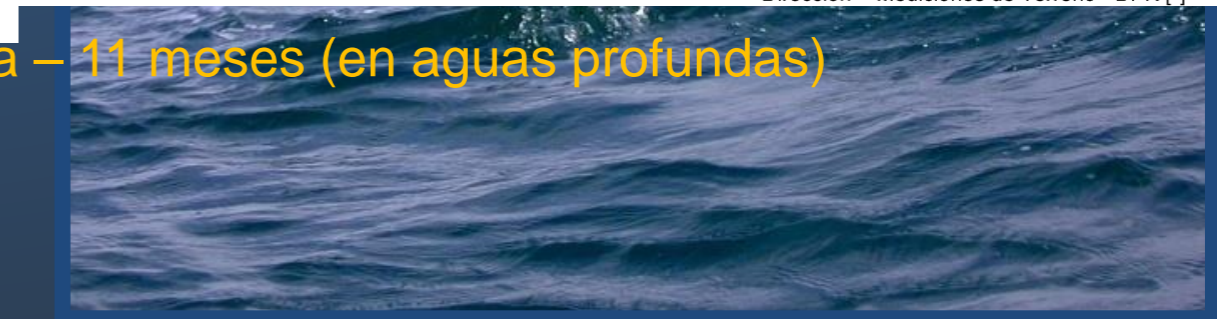
✓: Datos, métodos y/o procesos considerados

✓ Bases de datos (*Hindcast*)

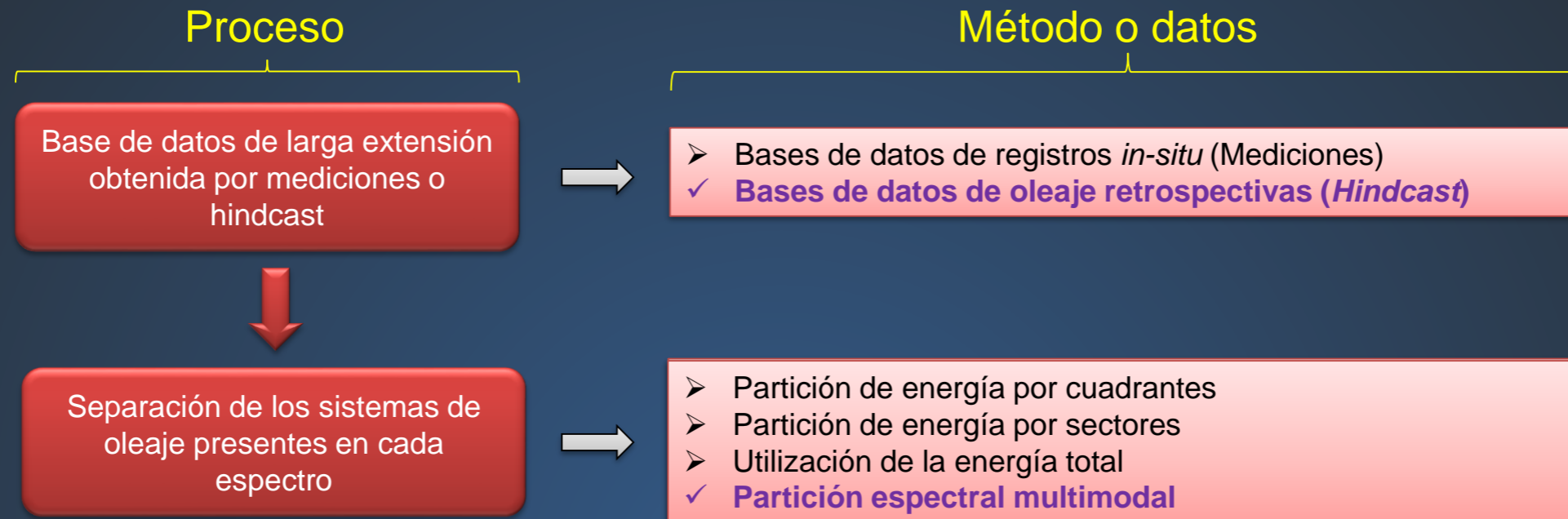


• Validación directa de oleaje vs Boya – 11 meses (en aguas profundas)

- Base de datos de oleaje
- Oleaje espectral bidimensional - 3 horas

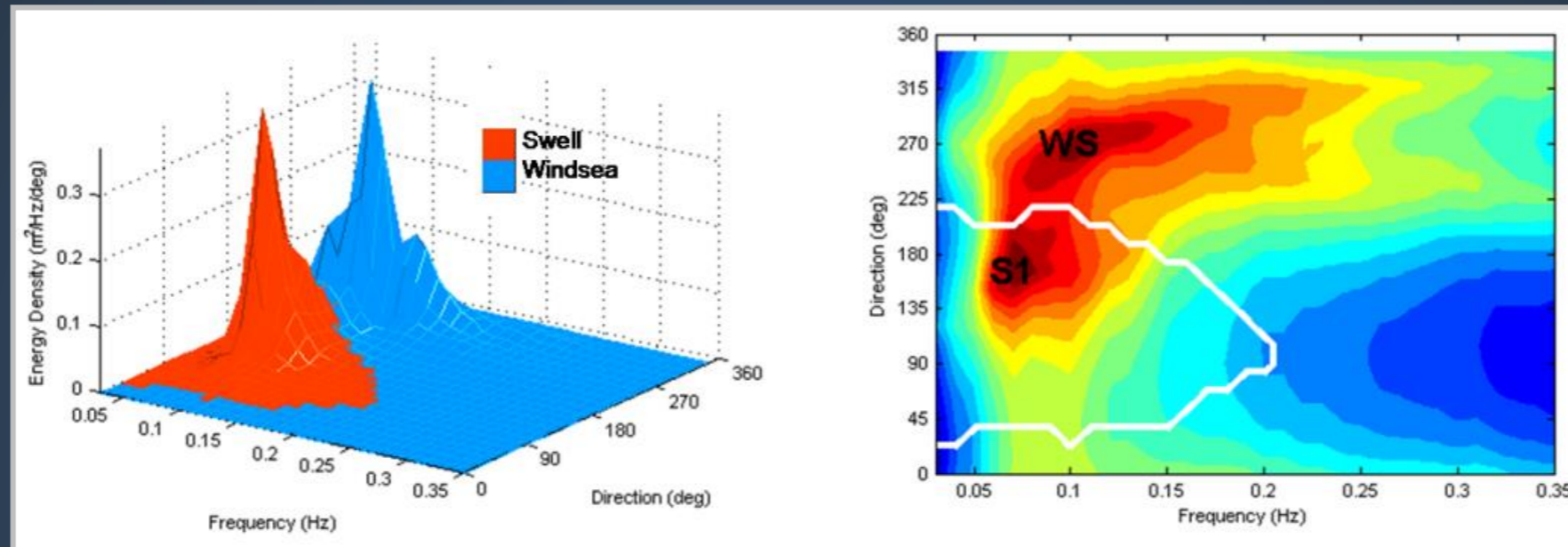


3. Metodología

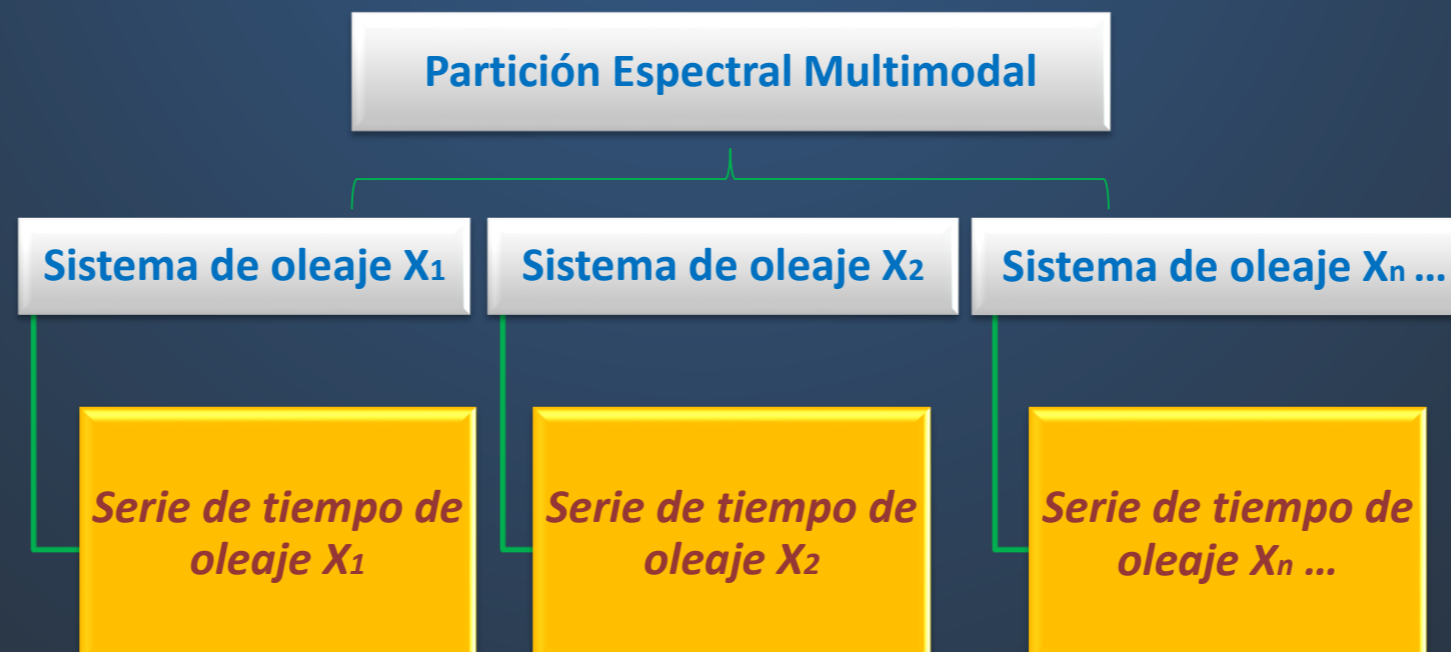


✓ Metodo de Partición Espectral Multimodal

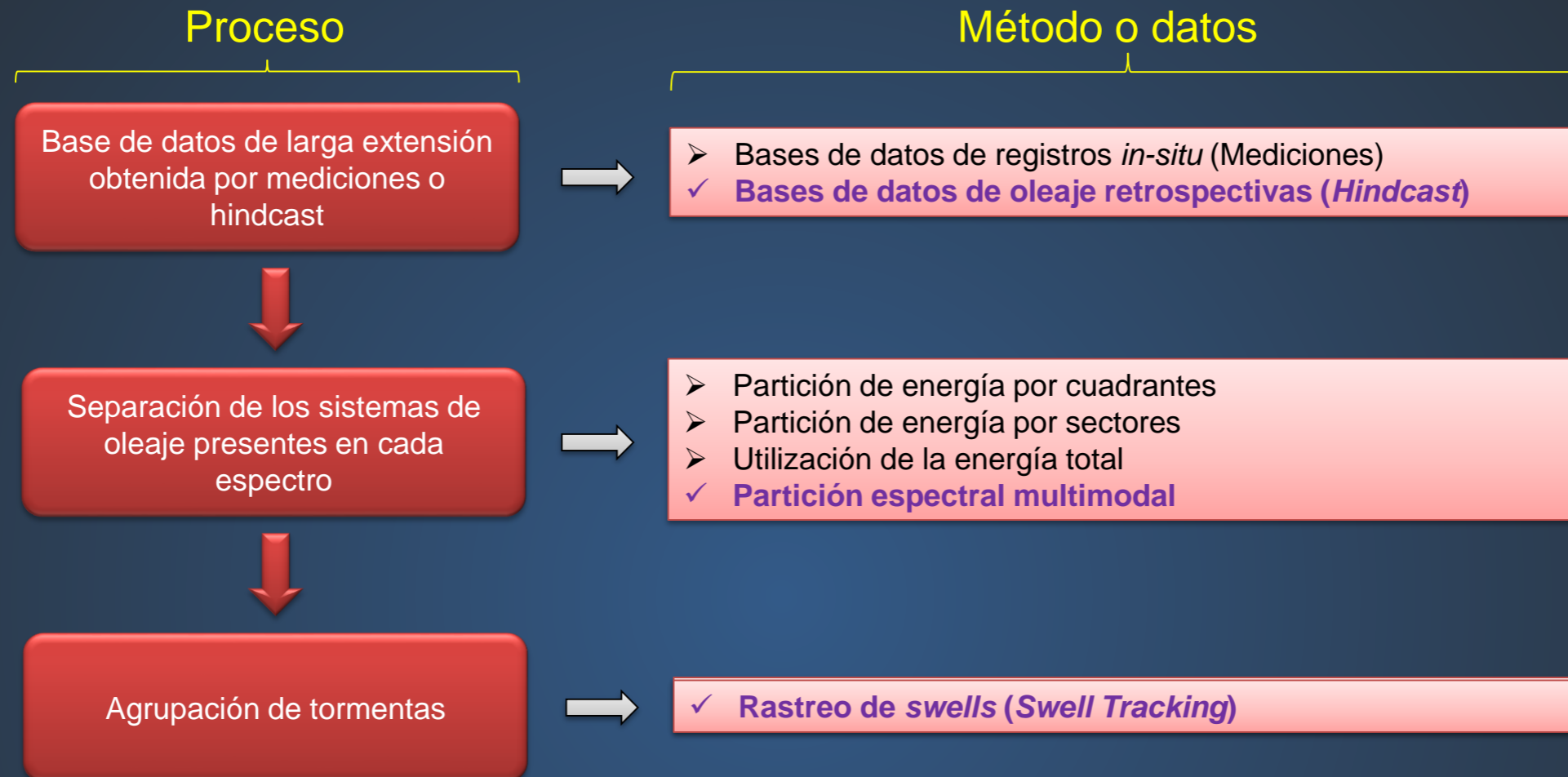
- Metodología desarrollada por Hanson, J. (2000)
- Implementada en Valparaíso por Rojas, A. (2015)



Fuente: Hanson, J. (2010). Wave Measurements for the Monitas System. Offshore Technology Conference. 2010.



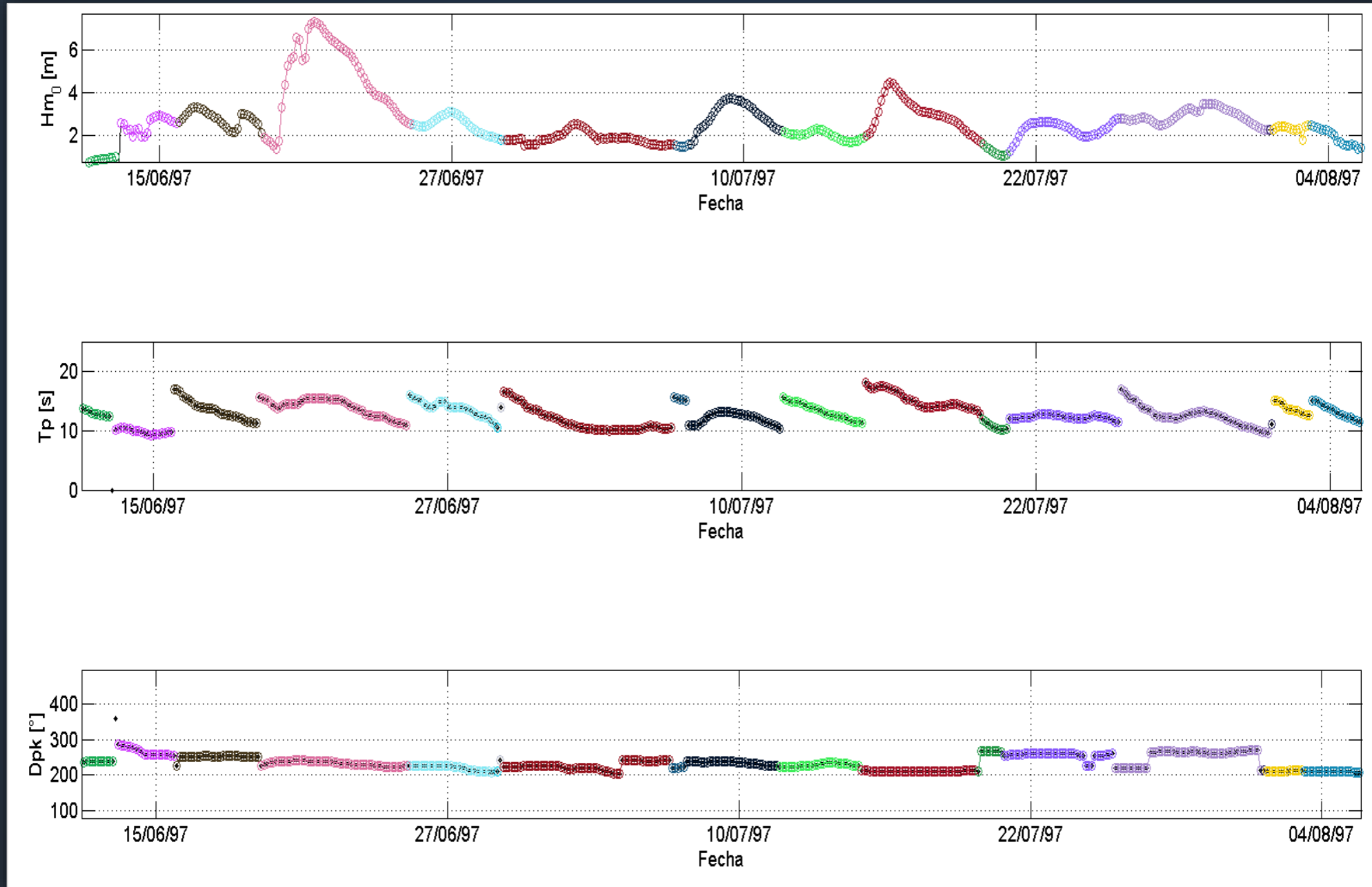
3. Metodología



✓: Datos, métodos y/o procesos considerados

✓ Método de Rastreo de Swells

- Metodología desarrollada por Hanson, J. (2000)



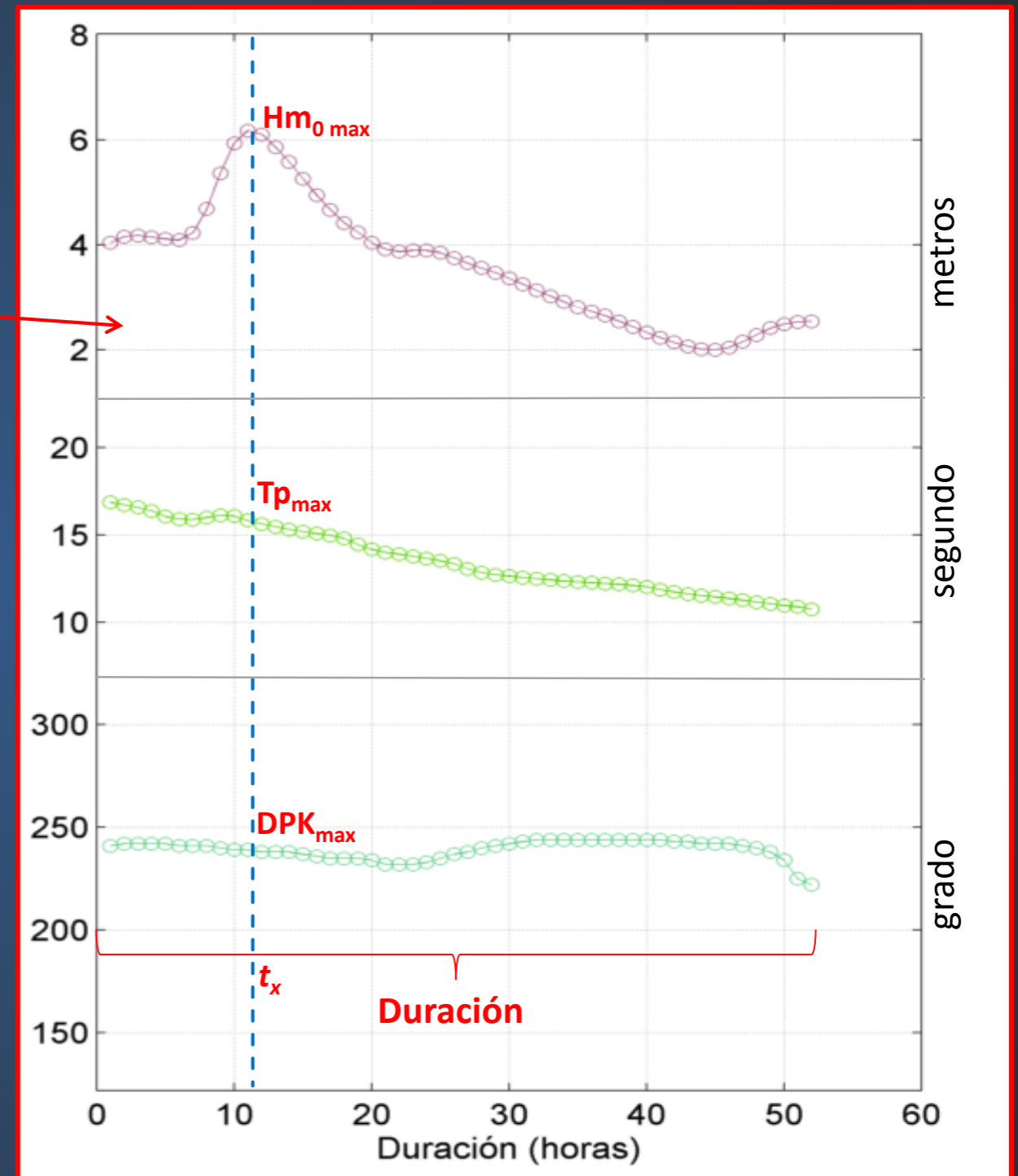
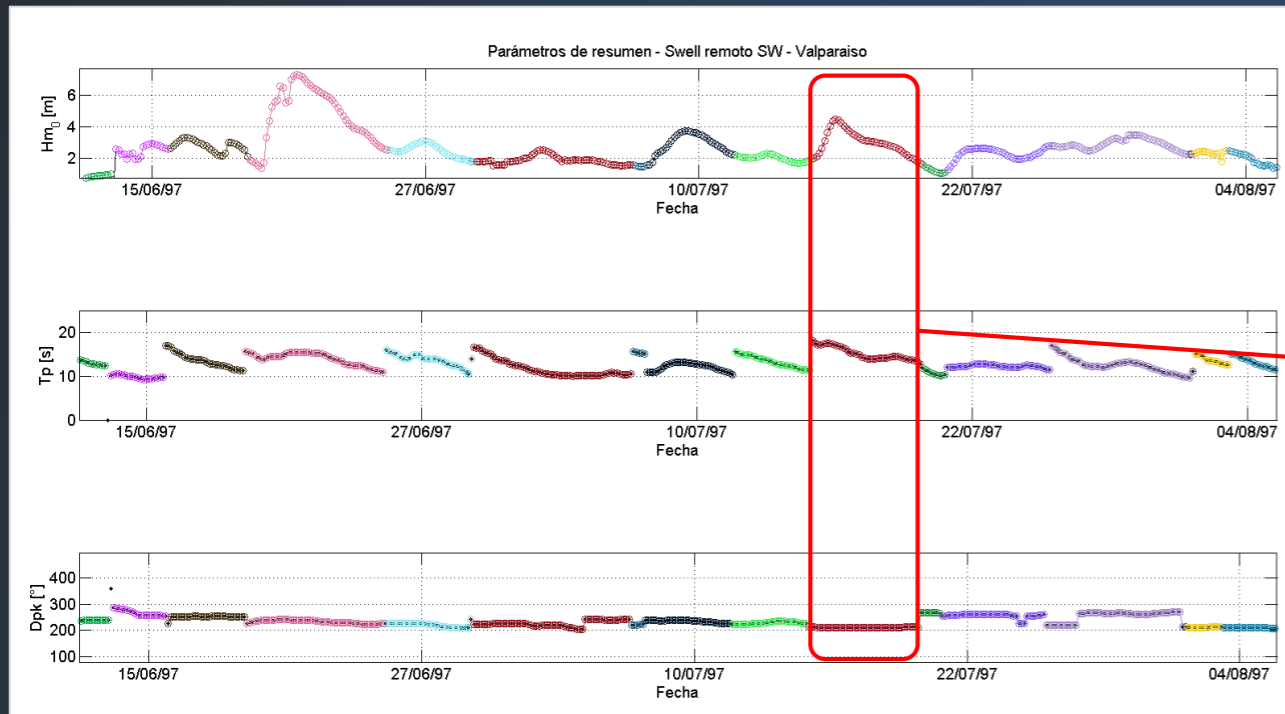
- Separación basada en la física de los parámetros del oleaje

3. Metodología



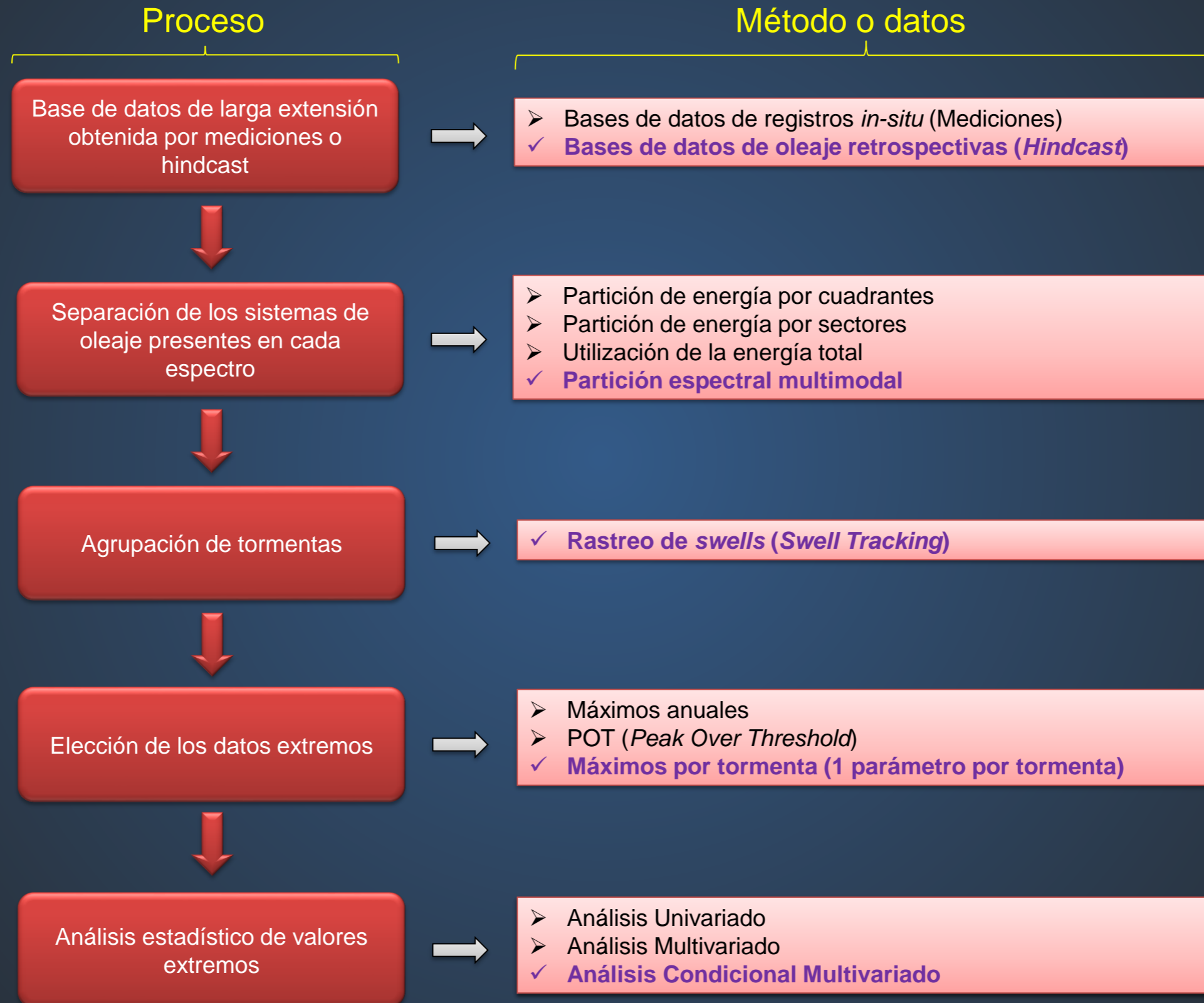
✓: Datos, métodos y/o procesos considerados

✓ Método de Máximos por Tormenta



- Extrae la máxima altura en un tiempo (t_x) específico
- Extrae periodos y direcciones en t_x
- Extrae la duración del evento de tormenta

3. Metodología



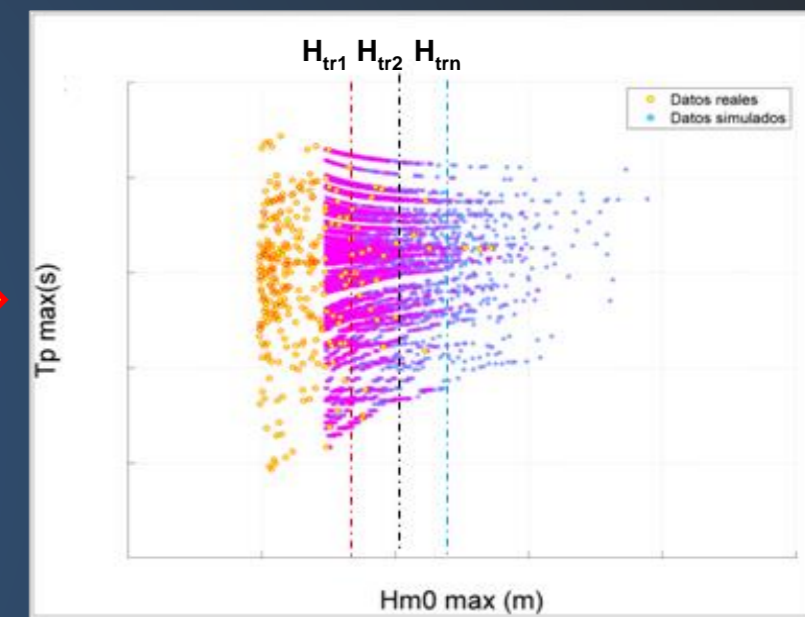
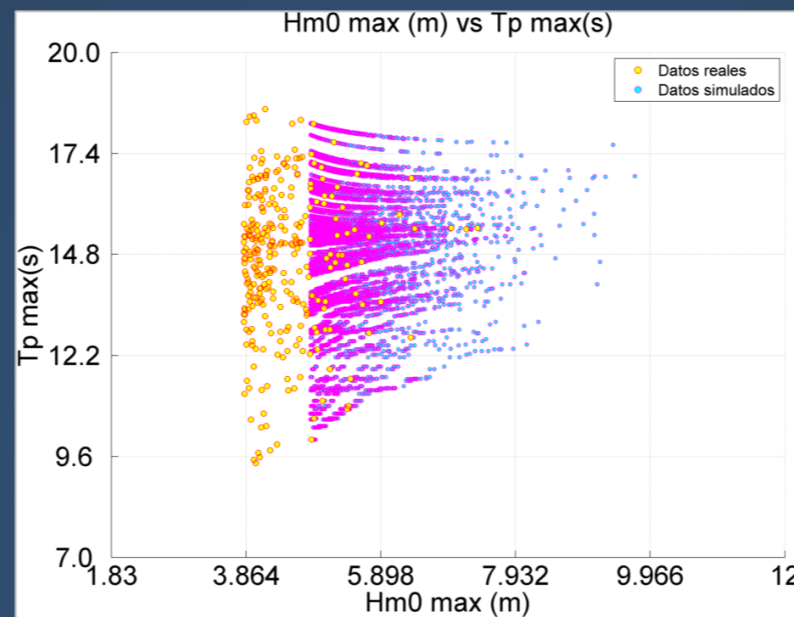
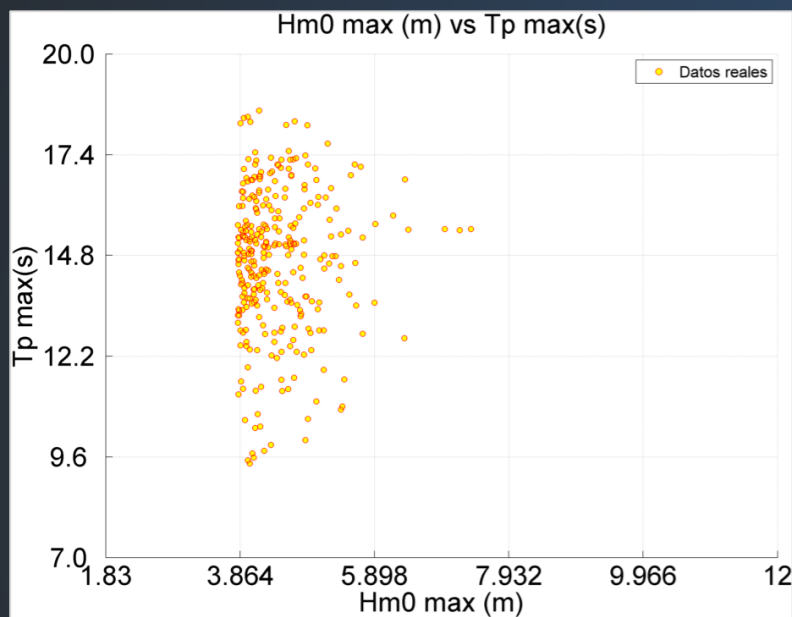
✓: Datos, métodos y/o procesos considerados

✓ Método de Valores Extremos Multivariados

- Análisis univariado de valores extremos

- Simulación bivariada de parámetros extraídos

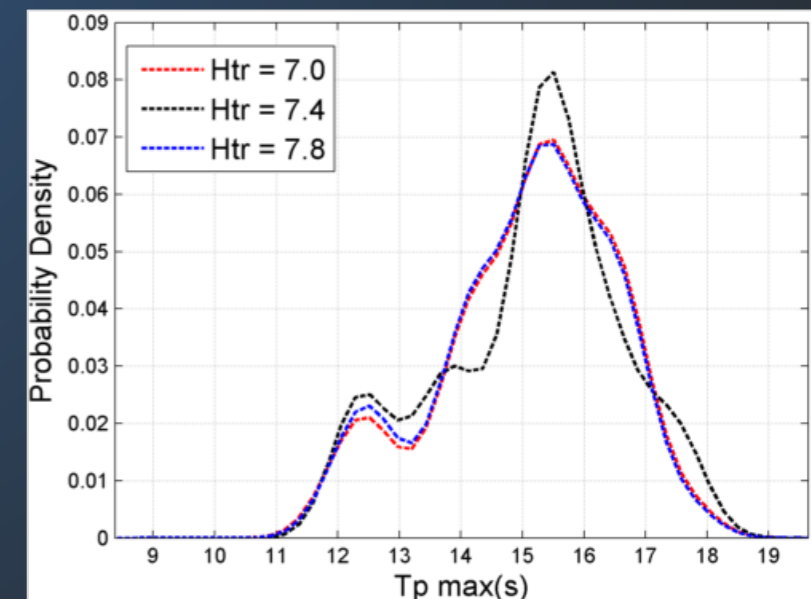
- *Slice* sobre valores simulados



- Estimación de alturas de oleaje para distintos periodos de retorno:

- H_{tr1}
- H_{tr2}
- H_{trn}

- H_{m0} , T_p , DPK, Duración
- Modelo condicional multivariado
 - ✓ H_{m0} vs Variables
- Heffernan & Tawn (2004)



4. Aplicación del Método

Aplicado en 3 zonas del país:

- Norte – Nodo Iquique

- ✓ Centro – Nodo Valparaíso

- Sur – Nodo Chile54S (54 latitud sur)

Base de datos:

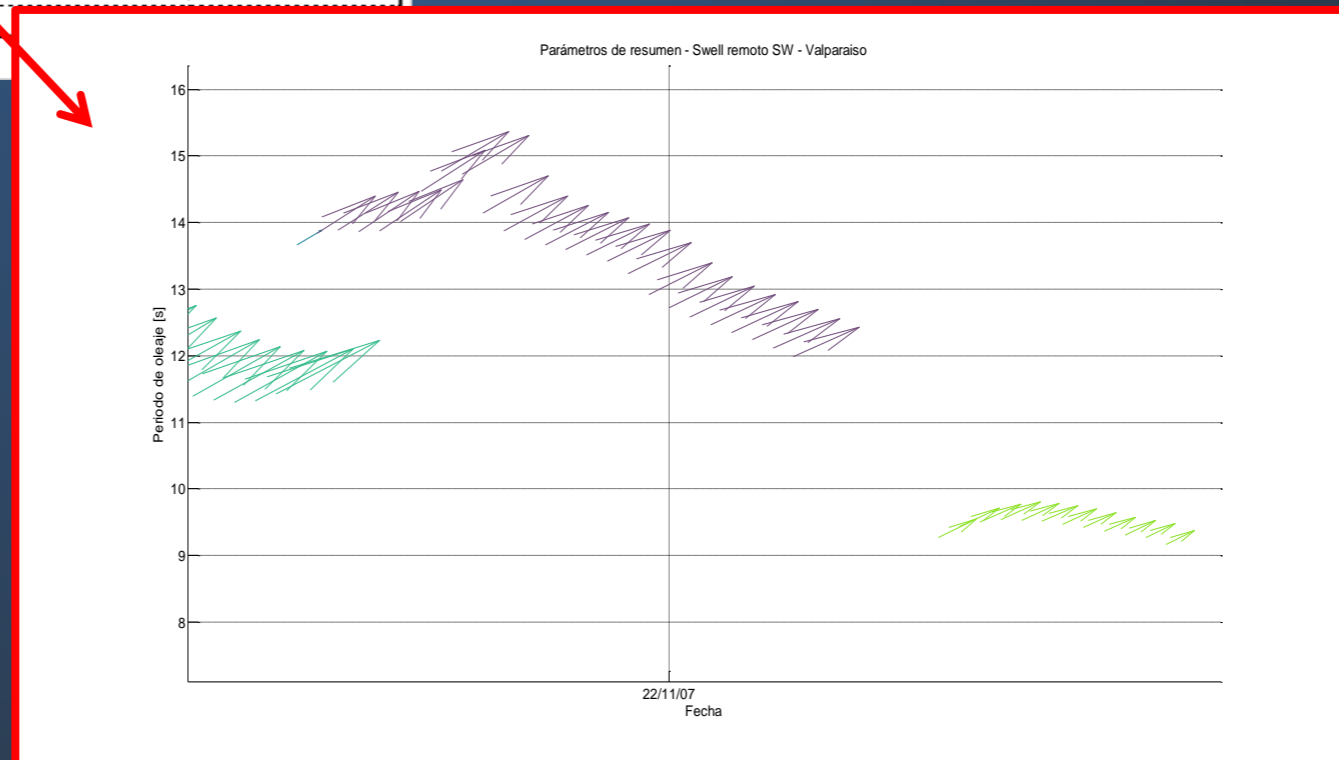
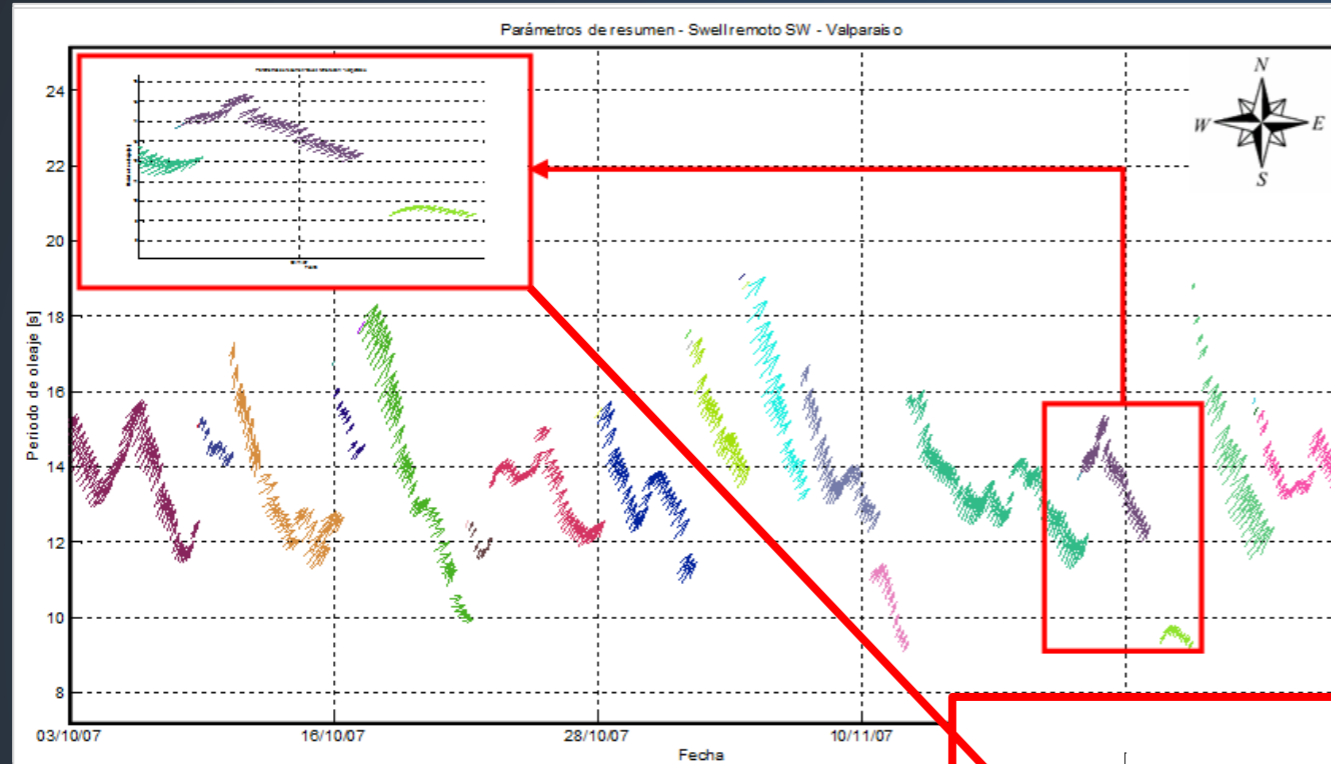
- Olas Chile IV
- 30 años de oleaje espectral

Swell remoto SW

Zona	Nodo	Sistemas de oleaje identificados
Norte	Iquique	<i>Swell cercano SW</i>
		<i>Swell remoto SW</i>
		<i>Swell cercano NE SE</i>
		<i>Swell remoto NW</i>
Centro	Valparaíso	<i>Swell cercano SW</i>
		<i>Swell remoto SW</i>
		<i>Swell cercano NW-E</i>
Sur	Chile 54S	<i>Swell cercano NE SW</i>
		<i>Swell SW-NW</i>
		<i>Swell remoto NW</i>

5. Resultados – Análisis de Valores Extremos Multivariados

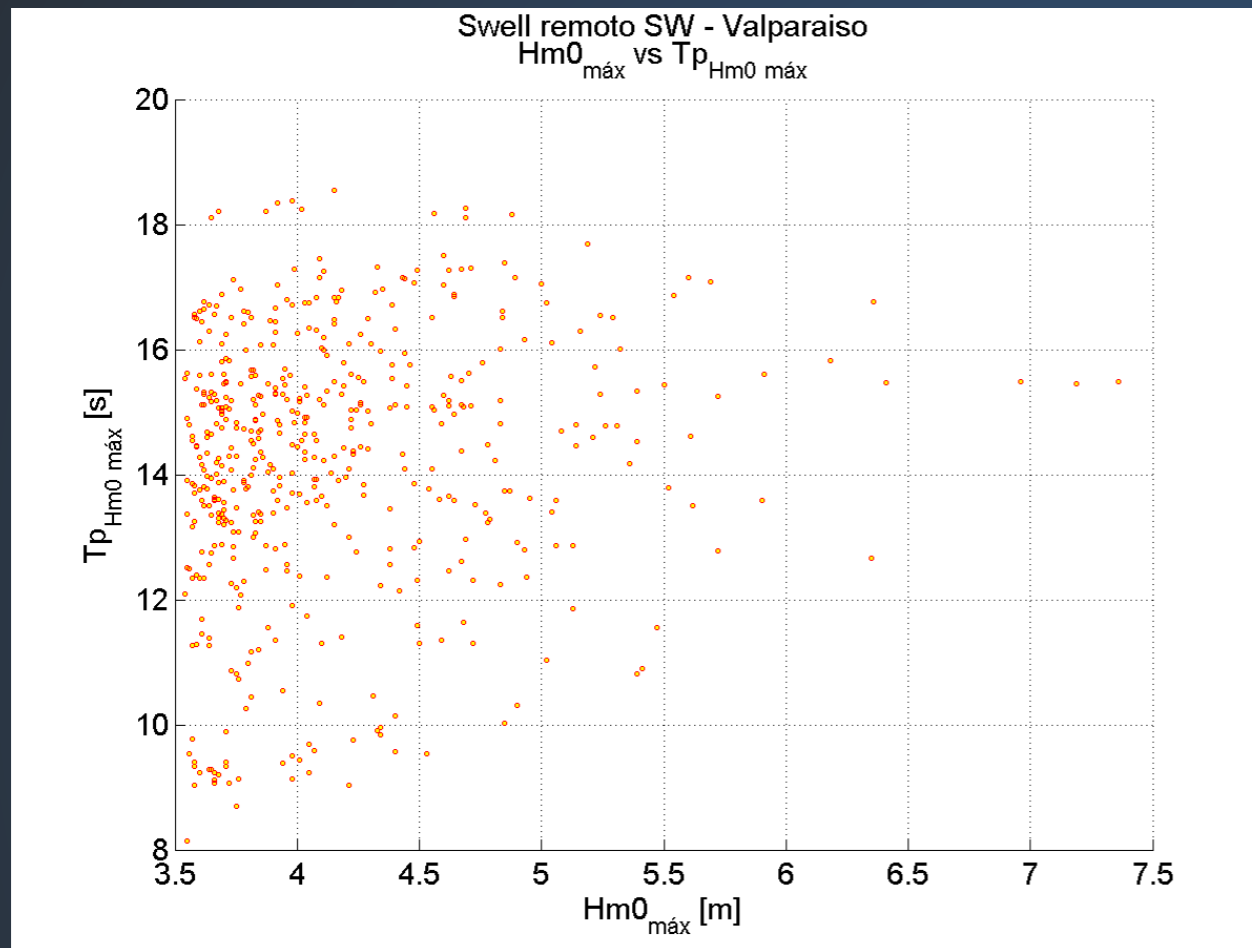
- Caso Swell remoto SW – Nodo Valparaíso
- Agrupación de tormentas



5. Resultados – Análisis de Valores Extremos Multivariados

•Caso Swell remoto SW – Nodo Valparaíso

•Dispersión de parámetros



•Listas de parámetros de cada grupo de tormenta

Altura de Ola	Período Peak	Dirección Peak	Dur (horas)
Hm0 [m]	Tp [s]	DPK [°]	
7.4	15.5	240	147
7.2	15.5	257	138
7.0	15.5	253	183
6.4	15.5	222	165
6.4	16.8	240	93
6.4	12.7	269	15
6.2	15.8	239	186
5.9	15.6	225	186
5.9	13.6	258	81
5.7	15.3	237	132
5.7	12.8	253	63
5.7	17.1	221	240
5.6	13.5	244	105
5.6	14.6	231	315
5.6	17.2	222	72

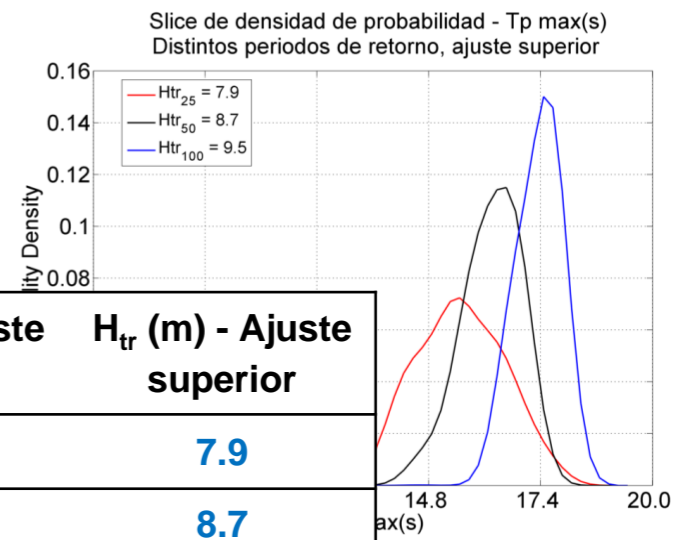
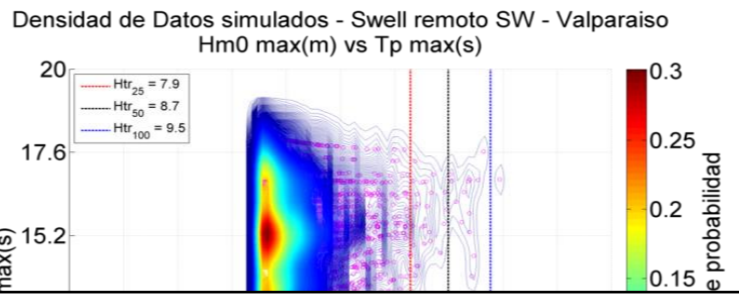
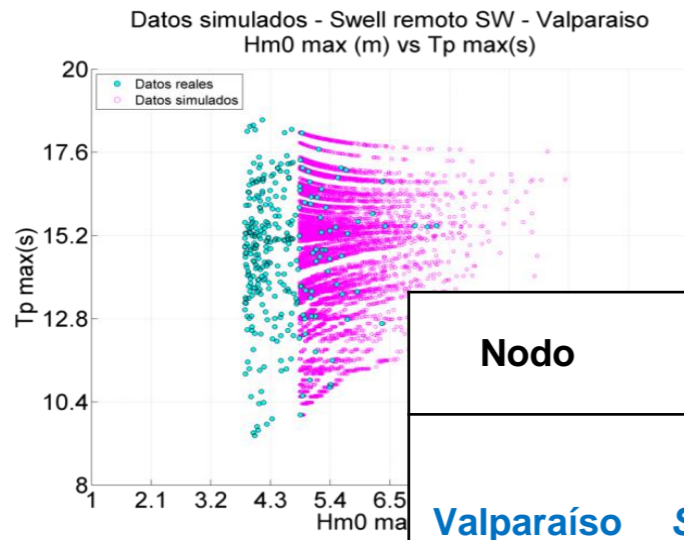
✓ Esta lista es mucho más extensa!

•Extrapolación univariada de alturas de oleaje

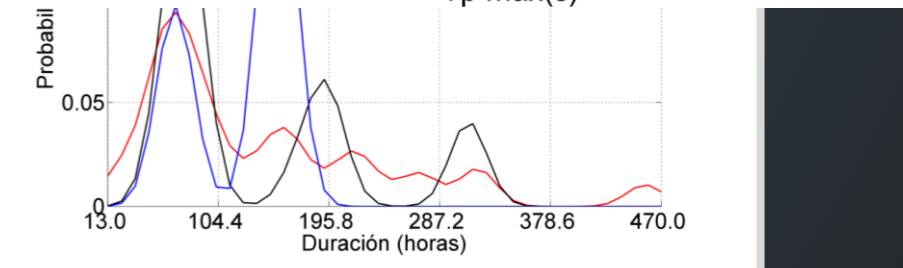
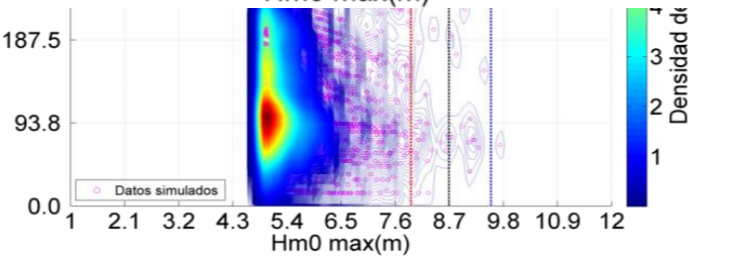
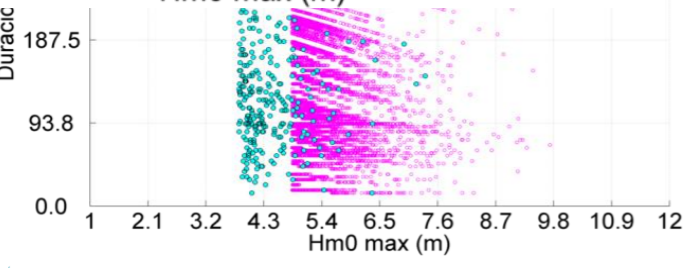
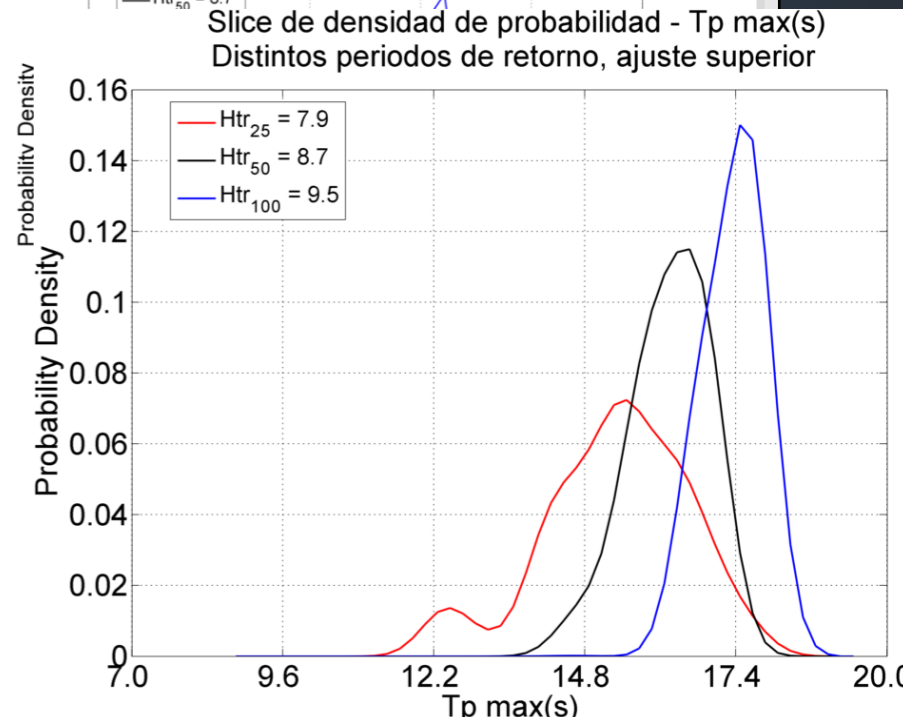
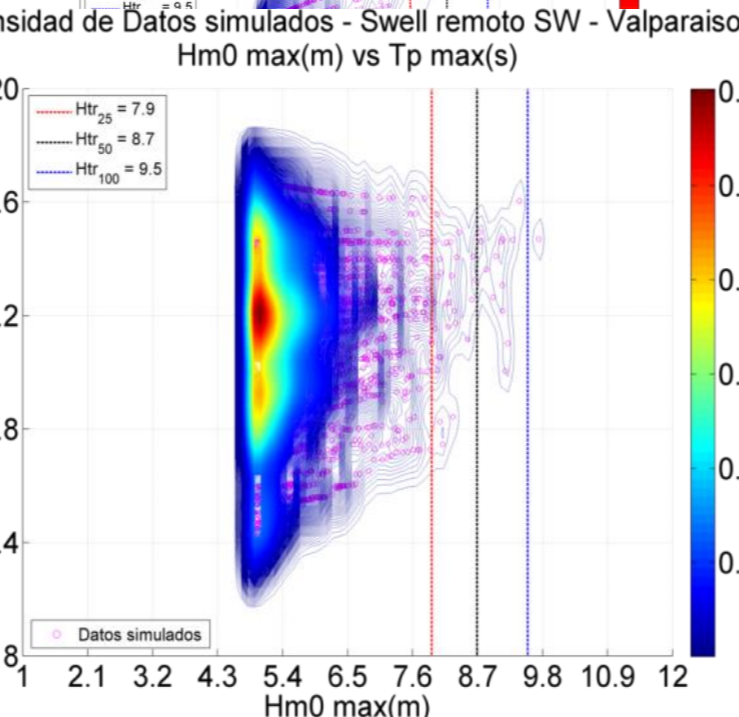
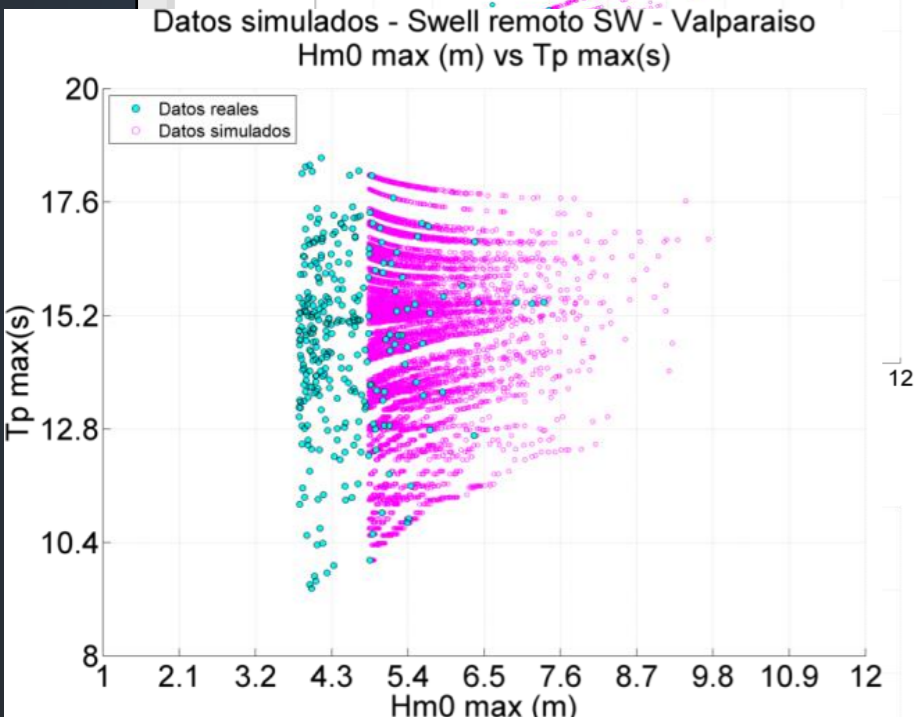
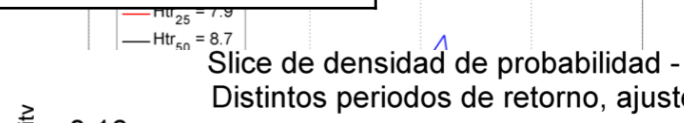
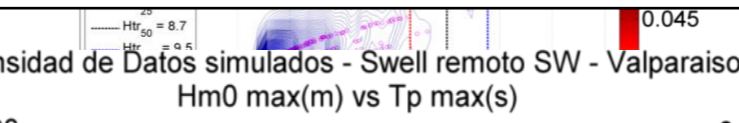
- ✓ Ajuste por medio Máxima Verosimilitud
- ✓ Se consideró distribución de Pareto para extrapolación de valores extremos

Nodo	Caso	Periodo de retorno (años)	H _{tr} (m) - Ajuste promedio	H _{tr} (m) - Ajuste superior
Valparaíso	Swell remoto SW	25	7.1	7.9
		50	7.5	8.7
		100	7.9	9.5

5. Resultados – Análisis de Valores Extremos Multivariados



Nodo	Caso	Periodo de retorno (años)	H_{tr} (m) - Ajuste promedio	H_{tr} (m) - Ajuste superior
Valparaíso	Swell remoto SW	25	7.1	7.9
		50	7.5	8.7
		100	7.9	9.5



✓ Resumen de Resultados

Nodo	Caso	Sistemas comparables	Hm ₀ (m)	Periodo (s)		Dirección (°)		Duración (horas)	
				5%	95%	5%	95%	5%	95%
Zona norte	<i>Swell</i> cercano SW	●	3.5	7.9	8.8	212.2	214.8	5.2	110.1
	<i>Swell</i> remoto SW	●	4.8	16.0	17.4	210.6	214.1	51.9	191.0
	<i>Swell</i> cercano NE SE	●	2.6	6.1	7.4	360.0	342.3	62.0	240.6
	<i>Swell</i> remoto NW	●	2.3	17.6	19.0	298.4	302.0	53.9	249.7
Zona centro	<i>Swell</i> cercano SW	●	4.3	8.7	8.9	221.7	226.6	8.4	51.2
	<i>Swell</i> remoto SW	●	9.5	16.6	18.1	254.6	267.3	47.5	169.2
	<i>Swell</i> cercano NW E	●	6.4	9.8	10.9	292.1	351.4	30.2	251.7
	<i>Swell</i> remoto NW	●	3.4	11.4	17.3	296.4	309.5	12.0	98.3
Zona sur	<i>Swell</i> cercano NE SW	●	14.2	15.2	16.6	207.1	213.8	7.6	85.8
	<i>Swell</i> SW NW	●	17.0	16.6	17.7	226.9	312.1	16.3	111.6
	<i>Swell</i> remoto NW	●	13.9	13.9	16.2	288.3	326.9	7.5	14.4

6. Conclusiones y comentarios

- La separación de *swells* permite obtener tormentas completas dentro de distintos sistemas de oleaje de aguas profundas
- Las simulaciones representan de manera adecuada el comportamiento del oleaje
- Se lograron obtener parámetros asociados a valores de oleaje extremo para distintos periodos de retorno
- Fue posible estimar la frecuencia de aparición de las variables extremas y sus percentiles
- La metodología propuesta permite describir de manera cuantitativa el clima extremo
- La independencia entre los sistemas de oleaje para realizar el clima extremo es fundamental

Muchas Gracias!

Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil Oceánico

Análisis Multivariado de Valores Extremos de Oleaje en Chile

Claudio Alejandro Meza Valle