

Estudio comparativo del temporal de los días 10-11 de marzo 2008

FRANCISCO MUÑOZ ALVARADO (*) y MANUEL SOTILLO MEMBIBRE (*)

RESUMEN Un fuerte temporal barrió las Rías Altas y la cornisa cantábrica el 10 y 11 de Marzo registrándose alturas de olas poco frecuentes y por coincidir con la Marea Viva Equinoccial llegaron a rebasar los paseos marítimos de ciudades del litoral. Vamos a estudiar el temporal en tres boyas de la red de aguas profundas de Puertos del Estado y cuatro de la red costera. De la red aguas profundas: Villano-Sisargas, Estaca de Bares y Bilbao Vizcaya y de la red costera: Langosteira, La Coruña, Gijón II y Bilbao-costas.

COMPARATIVE STUDY OF THE STORM SURGE ON 10TH AND 11TH OF MARCH 2008

ABSTRACT A strong storm arrived the Rias Altas and the Cantabrian Coast On 10th and 11th of March recording wave heights of very rarely it coincided with the perigeon spring tide the consequences were especially severe. We will study the storm in three buoys in the network of deep-water Port Authority of the State and four in the coastal network. From the net deep water: Villano-Sisargas, Estaca de Bares and Bilbao Vizcaya and the coastal network: Langosteira, La Coruña, Bilbao and Gijón II-coast.

Palabras clave: Temporal, Altura de ola, Periodo de pico, Oleaje direccional, Boyas escalares y direccionales.

Keywords: Storm, Wave height, Spectral peak period, Directional wave, Non-directional and directional buoys.

1. INTRODUCCIÓN

El 11 de Marzo las noticias nos sorprendían con titulares: “El temporal causa estragos en el litoral cantábrico desde La Coruña a San Sebastián” “Hundimiento de embarcaciones

en el puerto deportivo de San Sebastián y en el de Bermeo”. En Pasajes el fuerte oleaje rompe en tres partes el buque Maro, que estaba encallado cerca del puerto. Daños en los paseos marítimos de La Coruña, Gijón, Santander y San Sebastián.



FIGURA 1. Oleaje en el Puerto de Bermeo (Gaizca Beita).

(*) Área de Medidas en la Naturaleza. Centro de Estudios de Puertos y Costas. Cedex.



FIGURA 2. Oleaje en el Puerto de Bermeo (Gaizca Beita).

Vamos a estudiar el oleaje registrados por las boyas del cantábrico y los datos históricos para hacer una análisis comparativo del suceso y si responde a la alarma difundida por los medios.

2. ESTACIONES DE MEDIDA

Las estaciones de medida de la red de agua profundas, y de la red costera que registraron el temporal del 10 y 11 de Marzo se presentan en la figura 3.

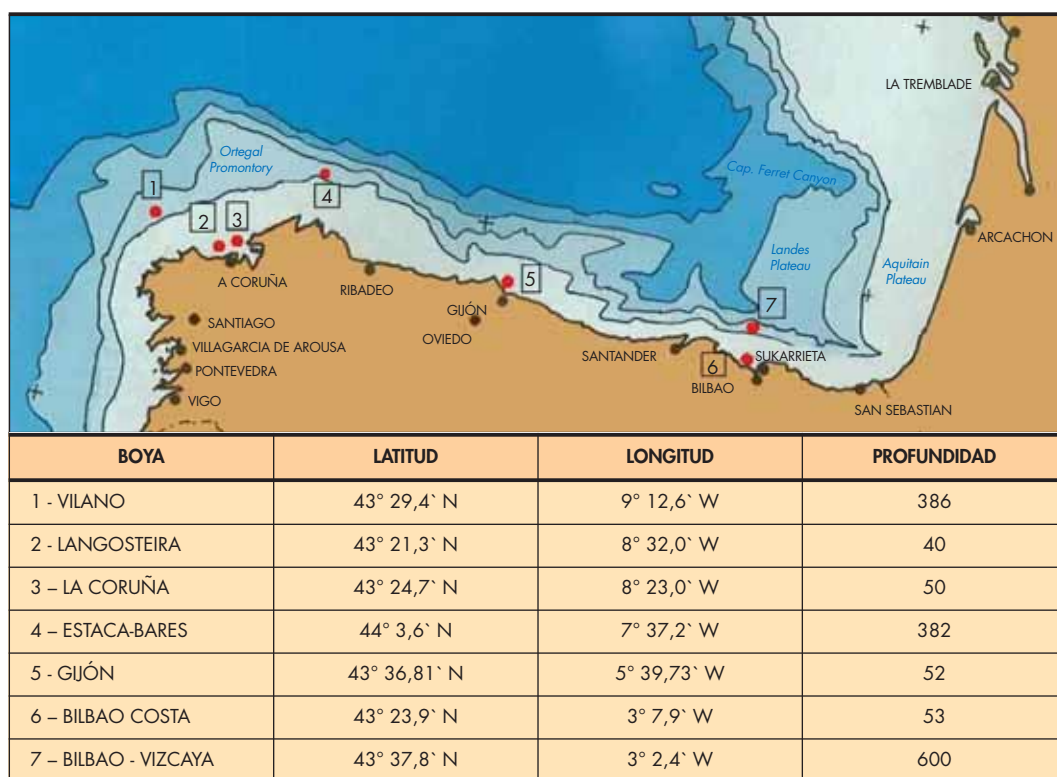


FIGURA 3. Carta con la posición de las boyas y tabla de coordenadas.

3. ANTECEDENTES

3.1. TEMPORALES MÁXIMOS ANUALES

VILLANO SISARGAS (tabla 2)

El temporal máximo registrado fue el día 8 de Diciembre de 2006 a las 16 h., la altura Hs = 10,9 m.; el periodo de pico 12,5 y la dirección del oleaje 309°.

ESTACA DE BARES (tabla 3)

Destacamos dos temporales:

El 6 de Noviembre de 2000 a las 7 h., registró un altura significativa Hs = 11,1m., el periodo de pico Tp = 16,7 y la dirección oleaje 302°.

El 10 de Diciembre de 2007 a las 0 h., la altura significativa fue Hs = 11,2 m., el periodo de pico Tp= 19,9 s. y la dirección 319°.

BILBAO-VIZCAYA (tabla 4)

El temporal máximo fue registrado el 10 de Diciembre de 2007 a la 2 h., la altura significativa Hs = 11,6 m., el periodo de pico Tp = 19,9 s. y la dirección de procedencia 310°.

AÑO	MES	DÍA	HORA	Hs	Tp	Dir
1998	DICIEMBRE	30	1	9,5	20,0	284
1999	ENERO	17	13	9,0	16,7	315
2000	ABRIL	20	10	8,0	14,3	295
2001	FEBRERO	6	12	7,7	14,3	285
2002	ENERO	23	15	9,7	19,9	275
2003	MARZO	10	7	8,7	20,0	298
2004	DICIEMBRE	26	3	8,2	14,3	323
2005	ENERO	18	18	9,8	16,7	332
2006	DICIEMBRE	8	16	10,9	12,5	309
2007	DICIEMBRE	9	20	9,8	19,9	328

TABLA 2. Villano Sisargas.

AÑO	MES	DÍA	HORA	Hs	Tp	Dir
1997	NOVIEMBRE	19	18	9,5	15,4	290
1998	ENERO	4	18	9,8	16,7	296
1999	DICIEMBRE	27	20	10,1	12,5	302
2000	NOVIEMBRE	6	7	11,1	16,7	302
2003	ABRIL	7	17	9,1	13,4	315
2004	DICIEMBRE	26	3	7,7	13,3	318
2005	DICIEMBRE	2	17	8,7	12,5	314
2006	DICIEMBRE	8	17	9,6	12,5	298
2007	DICIEMBRE	10	0	11,2	19,9	319

TABLA 3. Estaca de Bares.

AÑO	MES	DÍA	HORA	Hs	Tp	Dir
1992	FEBRERO	14	12	5,0	16,4	302
1993	DICIEMBRE	10	0	4,9	14,9	310
1994	ABRIL	1	12	7,8	14,2	300
1995	MARZO	3	18	7,3	12,7	303
1996	MAYO	2	18	6,0	10,7	286
1997	FEBRERO	19	6	6,4	14,2	301
1998	DICIEMBRE	26	9	6,9	17,1	333
1999	DICIEMBRE	28	6	7,1	13,5	280
2000	FEBRERO	17	6	6,5	16,0	298
2001	ABRIL	7	18	7,7	12,9	279
2002	FEBRERO	6	6	7,2	16,0	275
2003	NOVIEMBRE	1	2	9,6	15,1	283
2005	DICIEMBRE	2	21	6,8	12,8	307
2006	FEBRERO	17	11	8,3	16,0	308
2007	DICIEMBRE	10	2	11,6	19,9	310

TABLA 4. Bilbao-Vizcaya.

LANGOSTEIRA (tabla 5)

El temporal máximo registrado fue el 28 de Enero de 2001 a la 9 h., la altura significativa $H_s = 11,9$ m., el periodo de pico 14,3 y la dirección 322°.

LA CORUÑA (tabla 6)

El temporal máximo fue el 28 de enero de 2001, con una altura significativa $H_s = 10,2$ m.

AÑO	MES	DÍA	HORA	H_s	T_p	Dir
1998	NOVIEMBRE	29	14	7,5	15,4	329
1999	ENERO	18	4	7,6	14,3	326
2000	NOVIEMBRE	6	5	9,6	13,4	319
2001	ENERO	28	9	11,9	14,3	322
2002	NOVIEMBRE	22	7	8,0	14,3	314
2003	ENERO	21	6	8,8	15,3	309
2004	ABRIL	18	23	6,8	12,5	324
2005	ENERO	18	20	9,4	16,7	339
2006	FEBRERO	17	2	7,8	14,3	323
2007	FEBRERO	10	15	9,0	16,7	305

TABLA 5.
Langosteira.

AÑO	MES	DÍA	HORA	H_s	T_p
1982	DICIEMBRE	11	0	6,6	14,1
1983	ENERO	7	16	4,6	17,1
1984	OCTUBRE	4	15	8,4	14,8
1985	DICIEMBRE	25	18	7,7	16,5
1986	ENERO	2	18	8,7	16,9
1987	OCTUBRE	8	7	5,5	13,6
1988	FEBRERO	10	1	7,2	16,5
1989	FEBRERO	26	2	9,3	16,6
1990	ENERO	30	6	7,7	18,9
1991	FEBRERO	1	20	8,3	14,0
1992	DICIEMBRE	7	16	6,2	13,4
1993	OCTUBRE	2	4	6,7	14,3
1994	MARZO	31	13	7,1	18,4
1995	FEBRERO	10	15	6,4	15,5
1996	NOVIEMBRE	19	21	7,0	14,2
1997	FEBRERO	18	21	6,1	16,7
1998	FEBRERO	10	1	7,2	16,5
1999	ENERO	17	18	6,5	16,0
2000	ENERO	9	11	7,1	15,1
2001	ENERO REMRO	23 28	1 10	7,0 10,2	16,0 12,10
2002	NOVIEMBRE	21	17	6,4	14,6
2003	ENERO	21	17	6,4	14,6
2004	DICIEMBRE	25	23	6,4	14,4
2005	ENERO	18	22	8,1	17,0
2006	DICIEMBRE	8	19	8,3	14,2
2007	DICIEMBRE	9	18	7,7	15,1

TABLA 6. La Coruña.

AÑO	MES	DÍA	HORA	Hs	Tz
1994	DICIEMBRE	8	16	4,97	13,,8
1995	MARZO	8	13	5,92	15,6
1996	FEBRERO	19	17	5,43	13,2
1997	NOVIEMBRE	9	18	6,98	15,3
1998	ENERO	4	19	6,32	15,9
1999	DICIEMBRE	27	19	6,69	13,07
2000	NOVIEMBRE	6	10	7,48	14,2
2001	ENERO	28	18	6,51	10,5
2002	NOVIEMBRE	22	9	5,64	12,8
2003	OCTUBRE	31	19	7,61	13,3
2004	MAYO	5	8	6,02	10,9
2005	ENERO	18	20	7,63	12,5
2006	FEBRERO	17	5	6,91	12,8
2007	DICIEMBRE	9	21	7,33	12,2

TABLA 7. Gijón II.

AÑO	MES	DÍA	HORA	Hs	TP	Dir
2004	FEBRERO	27	20	6,1	10,0	337
2005	FEBRERO	13	23	5,6	9,1	340
2006	MARZO	5	1	5,3	9,1	343
2007	DICIEMBRE	10	4	7,8	19,1	335

TABLA 8. Bilbao costa.

GIJON II (tabla 7)

El Temporal máximo se registro el 31 de Octubre de 2003 a la 19 h., la altura significativa $H_s = 7,61$ m. y el periodo medio $T_z = 13,3$ s.

BILBAO COSTA (tabla 8)

El temporal máximo sucedió el 10 de Diciembre de 2007 a la 4 h., la altura significativa $H_s = 7,8$ m., el periodo de pico $T_p = 19,1$ s. y la dirección 335° .

4. BOYAS EMPLEADAS EN LA RED DE AGUAS PROFUNDAS Y RED COSTERA

La boya Seawatch es una plataforma flotante capaz de alojar varios sensores, que tienen por objeto medir parámetros atmosféricos y meteorológicos. Las comunicaciones con la boya se realizan vía satélite. La alimentación es una combinación de paneles fotovoltaicos y baterías, que proporcionan a la boya suficiente autonomía.

La boya TRIAXYS tiene una forma esférica de 91 cm de diámetro. Dispone de un sensor de temperatura del agua, acelerómetros de estado sólido, un giróscopo piezoeléctrico y un compás controlado por microprocesador. El proceso de datos se realiza a bordo de la boya utilizando los seis sensores de movimiento y el compás. El análisis de datos se basa en la solución numérica de las ecuaciones no lineales del movimiento de la boya respecto a un sistema de referencia fijo. La señal se transmite vía radio a un receptor digital en tierra, donde se almacenan en tiempo real los diversos parámetros escalares (espectrales y de cruce por cero) y direccionales que caracterizan los estados de mar.

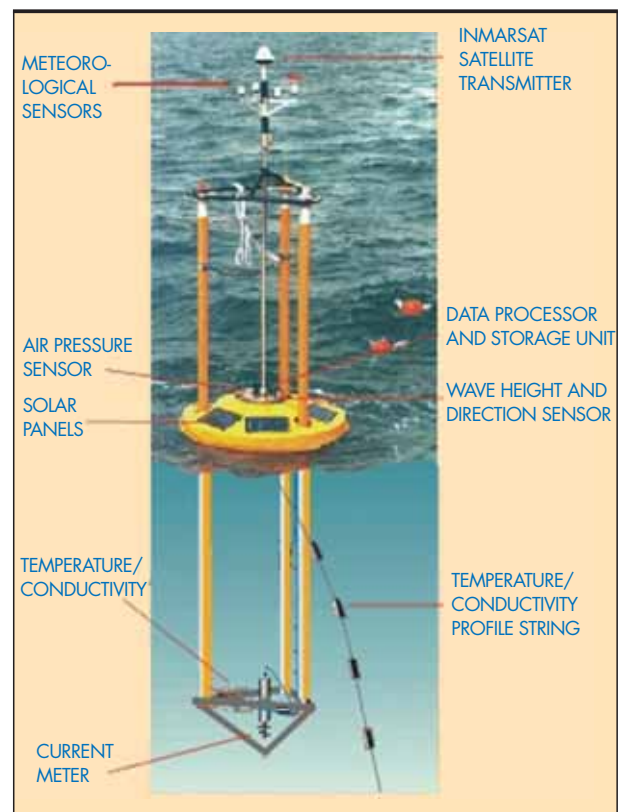


FIGURA 4.



FIGURA 5.



FIGURA 6.



FIGURA 7.

La boya Waverider tiene forma esférica con un diámetro de 0.7 m. El sensor de medida (en el interior del casco de la boya) es un acelerómetro suspendido dentro de una esfera en un líquido con una conductividad concreta. Las medidas instantáneas de diferencias de potencial así obtenidas son convertidas a aceleraciones. Éstas se integran dos veces para, finalmente, obtener las elevaciones que componen la serie temporal de datos brutos. La transmisión a la estación costera se realiza vía radio. La señal analógica es convertida a digital y analizada. De esta forma se dispone, en tiempo real, de los parámetros más representativos del oleaje.

5. CAMPOS DE PRESIONES Y VIENTOS LOS DÍAS DEL TEMPORAL

Desde la figura 8 hasta la 10 se presentan los campos de presiones y vientos de los días 9,10 y 11 de Marzo.

6. TEMPORAL DEL 10 Y 11 MARZO

El temporal en Villano-Sisargas tuvo el pico el día 10 a las 19 h. la altura $Hm0 = 12,7$ m. el periodo $Tz = 13,4$, el periodo de pico $Tp = 18,2$ y la dirección media 321. (Tabla 9).

El temporal en Langosteira tuvo el pico el día 10 a las 20, la altura $Hm0 = 10,4$ m, el periodo $Tz = 13,5$ s. el periodo de pico $Tp = 15,4$ s. y la dirección media $Dm = 328$. (Tabla 10).

El temporal en la boya de La Coruña el pico del temporal fue el día 10 a las 20 horas, la altura $Hs = 10,6$ m. $Tz = 13,5$ s. y $Tp = 17,0$ s. (Tabla 11).

El temporal en Estaca de Bares tiene el pico el día 10 a las 18 hora, su altura $Hm0 = 12,8$ m. los periodos Tz y Tp 13,3 y 18,2 s. respectivamente, la dirección media fue 310. (Tabla 12).

El temporal en Gijón II tiene el pico el día 10 a las 23 horas, su altura $Hs = 8,03$ m. $Tz = 12,5$ s. y $Tp = 16,0$ s. (Tabla 13).

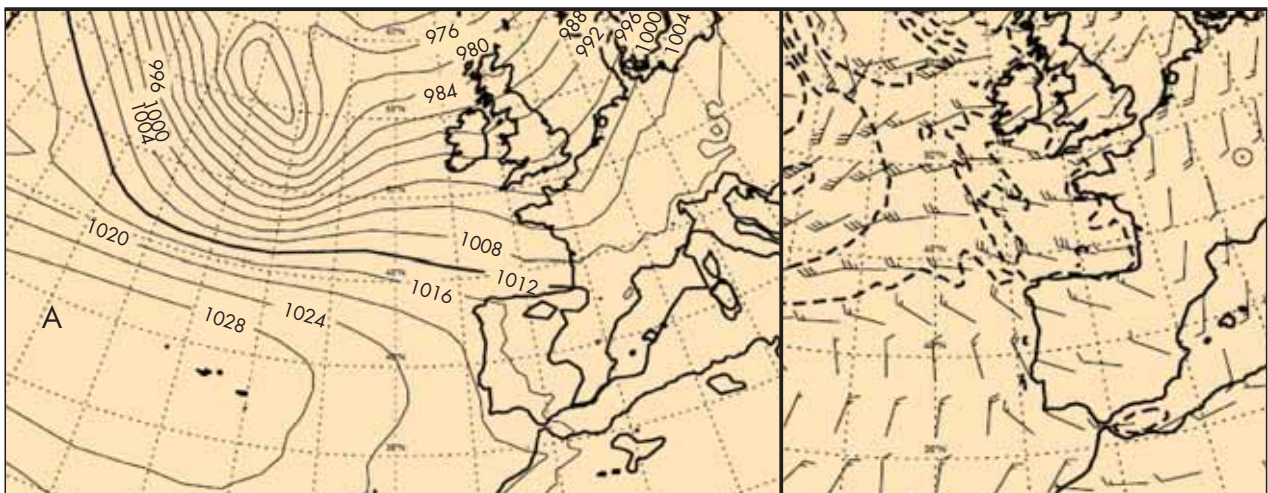


FIGURA 8. Campos de presiones y de vientos del 9/03/08.

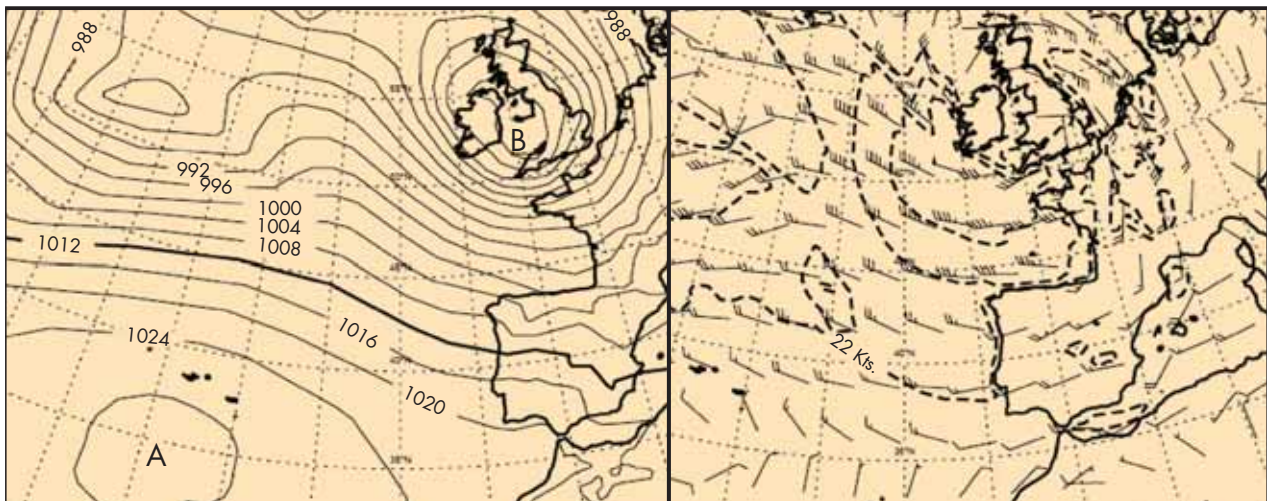


FIGURA 9. Campos de presiones y de vientos del 10/03/08.

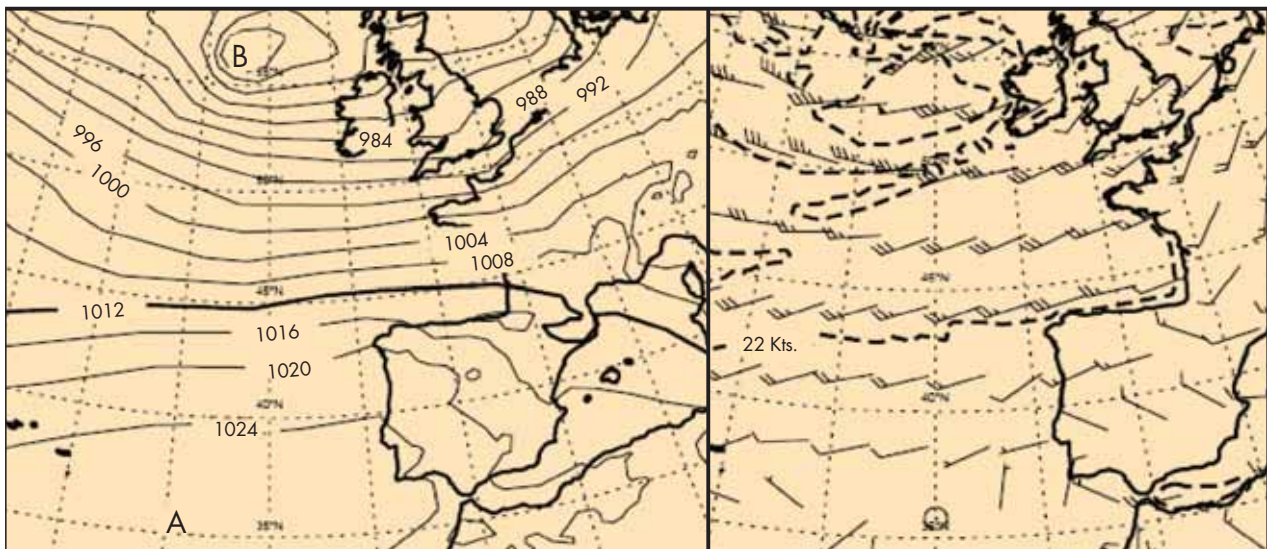


FIGURA 10. Campos de presiones y de vientos del 11/03/08.

AÑO	M	D	H	Hm0	Tz	Tp	Dm	Dp
2008	3	10	15	9,6	11,9	16,6	311	318
2008	3	10	16	9,3	11,2	15,4	313	321
2008	3	10	17	9,6	11,9	16,6	315	321
2008	3	10	18	10,6	12,2	16,6	319	323
2008	3	10	19	12,7	13,4	18,2	321	329
2008	3	10	20	11,7	13,4	18,2	320	329
2008	3	10	21	10,7	12,8	16,6	316	318
2008	3	10	22	9,8	12,8	18,2	317	326
2008	3	10	23	8,2	11,2	18,2	315	323

TABLA 9. Villano-Sisargas.

AÑO	M	D	H	Hm0	Tz	Tp	Hmx	Dm	Dp
2008	3	10	16	7,44	12,08	14,3	11,2	322	327
2008	3	10	17	8,04	13,88	13,4	11,6	324	328
2008	3	10	18	7,97	12,61	14,3	11,4	323	325
2008	3	10	19	9,47	14,04	14,3	12,3	326	329
2008	3	10	20	10,4	13,5	15,4	13,4	328	332
2008	3	10	21	10,27	15,3	16,7	13,6	328	330
2008	3	10	22	10,2	14,66	15,3	13,9	329	330
2008	3	10	23	9,35	14,09	16,7	12,5	329	335
2008	3	11	0	9,14	13,86	16,7	13,4	325	324

TABLA 10. Langosteira.

M	D	H	Tz	Tp	Hs
3	10	16	11,6	14,2	8,33
3	10	17	10,8	16	7,82
3	10	18	10,9	16	7,75
3	10	19	12,1	17	8,63
3	10	20	13,5	17	10,6
3	10	21	12,7	17,2	9,38
3	10	22	12,6	16	8,75
3	10	23	11,7	16	8,76
3	11	0	12,3	16	9,25

TABLA 11. La Coruña.

AÑO	M	D	H	Hm0	Tz	Tp	Dm	Dp
2008	3	10	14	7,7	9,8	14,3	300	304
2008	3	10	15	9,7	11,2	15,4	304	318
2008	3	10	16	9,7	11,1	15,4	306	309
2008	3	10	17	10,1	11,2	13,3	309	312
2008	3	10	18	12,8	13,3	18,2	310	321
2008	3	10	19	11,7	12,5	16,6	313	318
2008	3	10	20	11,7	12,3	19,9	311	323
2008	3	10	21	12,3	13,3	19,9	314	326
2008	3	10	22	11,6	13	19,9	315	321

TABLA 12. Estaca de bares.

M	D	H	Tz	Tp	Hs
3	10	19	11,2	14,2	6,3
3	10	20	11,6	16	7,18
3	10	21	12	16	7,49
3	10	22	12,2	15,1	7,33
3	10	23	12,5	16	8,03
3	11	0	12,7	16	7,13
3	11	1	13,1	16	7,36
3	11	2	11,9	16	7,02
3	11	3	12,7	16	6,7

TABLA 13. Gijón II.

AÑO	M	D	H	Hm0	Tp	Dm
2008	3	10	20	6,1	15,2	332
2008	3	10	22	6	16,8	331
2008	3	11	2	6,7	17,7	335
2008	3	11	3	6,7	18,6	334
2008	3	11	4	7,5	19,7	334
2008	3	11	5	7	19,2	336
2008	3	11	6	6,3	18,8	333
2008	3	11	8	6,2	17	334
2008	3	11	9	5,9	17,5	339

TABLA 14. Bilbao costa.

El temporal en Bilbao Costa le faltan algunos registros entre el día 10 a las 22 y el día 11 a las 2 horas, tiene el pico el día 11 a las 4 h., la altura Hm0 = 7,5 m. el periodo de pico 19,7 s. y la dirección 334. (Tabla 14).

El temporal en Bilbao-Vizcaya tiene el pico el día 11 a las 0 h. la altura Hm0 = 11,1 m. y los periodos Tz y Tp 12,3 y 18,2 segundos respectivamente, la dirección media 302. (Tabla 15).

AÑO	M	D	H	Hm0	Tz	Tp	Dm	Dp
2008	3	10	20	8,3	10,3	15,4	297	295
2008	3	10	21	10	11,2	15,4	301	309
2008	3	10	22	8,9	10,8	16,6	301	309
2008	3	10	23	10,4	12	18,2	302	309
2008	3	11	0	11,1	12,3	18,2	302	312
2008	3	11	1	10,6	12,5	19,9	304	309
2008	3	11	2	10,3	12,3	22,3	305	315
2008	3	11	3	10,6	12,8	18,2	302	309
2008	3	11	4	10,6	13	18,2	307	312

TABLA 15. Bilbao-Vizcaya.

ESTACIÓN	D/H	Hm0	Tz	Tp	Dm
VILANO	10/19	12,7	13,4	18,2	321
LANGOSTEIRA	10/20	10,4	13,5	15,4	328
LA CORUÑA	10/20	10,6	13,5	17,0	
ESTACA -BARES	10/18	12,8	13,3	18,2	321
GIJÓN	10/23	8,03	12,5	16,0	
BILBAO COSTA	11/04	7,5	12,4	19,7	334
BILBAO VIZCAYA	11/00	11,1	12,3	18,2	302

TABLA 16.

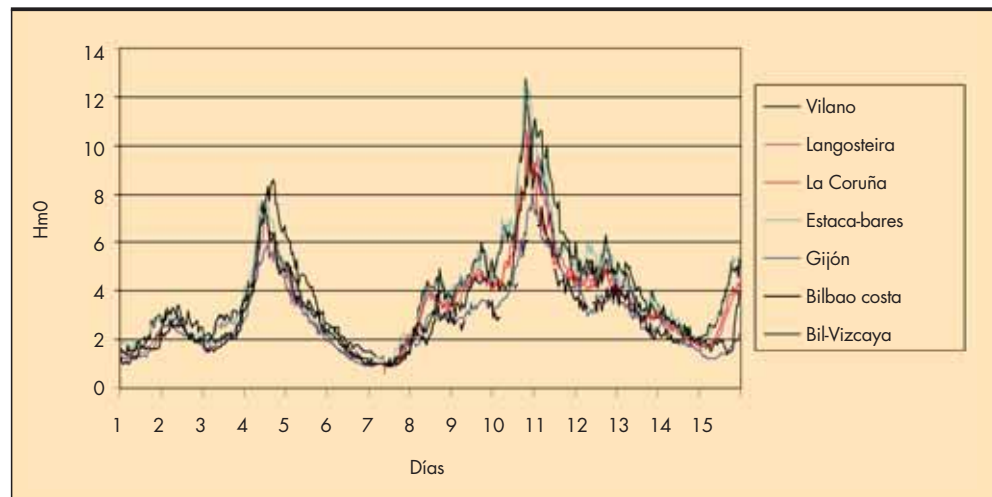


FIGURA 11.

Observamos una correlación de los picos del temporal sobre todo en la Red de Aguas profundas. (Figura 11).

En las tres estaciones Villano-Sisargas, Estaca de Bares y Bilbao Vizcaya del periodo de pico $T_p = 18,2$. La dirección media es 321° en Villano-Sisargas y Estaca de Bares y 302° en Bilbao Vizcaya. La altura significativa espectral H_{m0} , en Villano-Sisargas 12,7, en Estaca de Bares 12,8 y en Bilbao Vizcaya 11,1.

En la red costera podemos ver que La Coruña y Langosteira tienen el pico a la misma hora, el periodo medio idéntico la altura se diferencia 20 cm. Y el periodo de pico el 2 s. mayor en La Coruña. En Gijón el pico es 3 horas más tarde y la altura 4 metros menor. En Bilbao Costa nos faltan datos de algunas horas en las que estaría el pico.

En Villano-Sisargas, Estaca de Bares, La Coruña, Gijón es el máximo temporal registrado durante los años que lleva la estación funcionando.

7. SUMARIO Y CONCLUSIONES

En primer lugar hemos colocado en una carta las boyas de la red de aguas profundas y de la red costera cuyos datos hemos empleado en este estudio comparativo y hemos presentado una tabla con sus coordenadas y profundidad del lugar donde están fondeadas, aunque las boyas de medida están flotando siguiendo el movimiento de la capa límite.

A continuación hemos estudiado los antecedentes e cada boya presentando una tabla resumen con los temporales máximos anuales y el temporal máximo de todo el periodo registrado.

En Villano-Sisargas :

El temporal máximo registrado fue el día 8 de Diciembre de 2006 a las 16 h., la altura H_s 0 10,9 m.; el periodo de pico 12,5 y la dirección del oleaje 309° .



FIGURA 12. Santander

En Estaca de Bares:

El 10 de Diciembre de 2007 a las 0 h., la altura significativa fue $H_s = 11,2$ m., el periodo de pico $T_p = 19,9$ s. y la dirección 319° .

En Bilbao Vizcaya:

El temporal máximo fue registrado el 10 de Diciembre de 2007 a la 2 h., la altura significativa $H_s = 11,6$ m., el periodo de pico $T_p = 19,9$ s. y la dirección de procedencia 310° .

En langosteira:

El temporal máximo registrado fue el 28 de Enero de 2001 a la 9 h., la altura significativa $H_s = 11,9$ m., el periodo de pico $14,3$ y la dirección 322° .

En La Coruña:

El temporal máximo fue el 28 de enero de 2001, con una altura significativa $H_s = 10,2$ m.

En Gijón:

El Temporal máximo se registro el 31 de Octubre de 2003 a la 19 h., la altura significativa $H_s = 7,61$ m. y el periodo medio $T_z = 13,3$ s.

Bilbao costa:

El temporal máximo sucedió el 10 de Diciembre de 2007 a la 4 h., la altura significativa $H_s = 7,8$ m., el periodo de pico $T_p = 19,1$ s. y la dirección 335° .

A continuación se describen la boyas utilizadas en la Red de agua profundas y red costera.

Seguidamente observamos los campos de presión y el viento de los días 9, 10, 11 de Marzo de 2007. Vemos como una borrasca profunda en el Atlántico Norte que se va acercando a la costa de Irlanda y el anticiclón de las Azores generando fuerte vientos.

Después localizamos los registros del temporal en las siete estaciones de medida identificando su pico.

El temporal en Villano-Sisargas tuvo el pico el día 10 a las 19 h. la altura $H_{m0} = 12,7$ m. el periodo $T_z = 13,4$, el periodo de pico $T_p = 18,2$ y la dirección media 321 .

El temporal en Langosteira tuvo el pico el día 10 a las 20, la altura $H_{m0} = 10,4$ m, el periodo $T_z = 13,5$ s. el periodo de pico $T_p = 15,4$ s. y la dirección media $D_m = 328$.

El temporal en la boya de La Coruña el pico del temporal fue el día 10 a las 20 horas, la altura $H_s = 10,6$ m. $T_z = 13,5$ s. y $T_p 17,0$ s.

El temporal en Estaca de Bares tiene el pico el día 10 a las 18 hora, su altura $H_{m0} = 12,8$ m. los periodos T_z y T_p $13,3$ y $18,2$ s. respectivamente, la dirección media fue 310 .

El temporal en Gijón II tiene el pico el día 10 a las 23 horas, su altura $H_s = 8,03$ m. $T_z = 12,5$ s. y $T_p = 16,0$ s.

El temporal en Bilbao Costa le faltan algunos registros entre el día 10 a las 22 y el día 11 a las 2 horas, tiene el pico el día 11 a la 4 h., la altura $H_{m0} = 7,5$ m. el periodo de pico $19,7$ s. y la dirección 334 .

El temporal en Bilbao-Vizcaya tiene el pico el día 11 a las 0 h. la altura $H_{m0} = 11,1$ m. y los periodos T_z y T_p $12,3$ y $18,2$ segundos respectivamente, la dirección media 302 .

Para concluir presentamos la tabla 16 con los datos del pico en todas las estaciones y en una grafica conjunta (fig.-11) dibujamos las curvas de estado del mar de las estaciones en los días del temporal.

Observamos una correlación de los picos del temporal sobre todo en la Red de Aguas profundas:

En las tres estaciones Villano-Sisargas, Estaca de Bares y Bilbao Vizcaya el periodo de pico $T_p = 18,2$. La dirección



FIGURA 13. Bermeo
(Foto: Gaizca Betia).



FIGURA 14. Zona de la Torre de Hercules.



FIGURA 15. La Coruña.



FIGURA 16. Paseo marítimo de Gijón.

media es 321° en Villano-Sisargas y Estaca de Bares y 302° en Bilbao Vizcaya. La altura significativa espectral H_{m0} , en Vilano $12,7$, en Estaca de Bares $12,8$ y en Bilbao Vizcaya $11,1$.

En la red costera podemos ver que La Coruña y Langosteira tienen el pico a la misma hora, el periodo medio idéntico la altura se diferencia 20 cm. Y el periodo de pico es 2 s. mayor en La Coruña. En Gijón el pico es 3 horas más tarde y la altura 4 metros menor. En Bilbao Costa nos faltan datos de algunas horas en las que estaría el pico.

En las estaciones de Villano-Sisargas, Estaca de Bares, La Coruña y Gijón ha sido el máximo temporal registrado desde que se abrió la estación, sin embargo en las estaciones del Bilbao Vizcaya, Bilbao Costa y Langosteira habían registrado un temporal mayor antes.

La coincidencia de un temporal fuerte con las mareas vivas próximas al equinoccio provoca que olas de mayor altura lleguen a la costa rebasando espigones y paseos marítimos.

8. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del Organismo Público Puertos del Estado, de cuyo banco de datos procede la información utilizada para la realización de este artículo, bien directamente (boyas de aguas profundas de la Red Exterior; Red Costera que incluye la REMRO o boyas de utilidad portuaria como Langosteira) o por medio de los archivos de CEDEX como organismo que gestiona el proyecto REMRO y la campaña de Langosteira.

9. BIBLIOGRAFÍA

FERNANDEZ A. y MARTÍNEZ M. (1986) <Modelo de cálculo y proceso de parámetros oceanográficos> I. Oleaje. Cuaderno de Investigación M9. CEDEX.

GODA <On the Methodology of selecting Design Wave Height> 21 CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE COSTAS. Málaga 1988.

GODA Y. and KOBUNE K. Distribution Function Fitting for Storm Wave Data. Coastal Engineering-1990.

MARTÍN M. J. <Puesta a punto de los programas de análisis medio y extremal de oleaje> Centro de Estudios de Puertos y Costas. CEDEX. Madrid 1987.

MARTÍN M. J. y MARTÍNEZ J. <Análisis medio y extremal de oleaje> Cuaderno de Investigación C22. CEDEX. 1990.

MARTÍNEZ M., SANTÁS J. C. y SANZ L. <Red Española de Medida y Registro de Oleaje> 21 CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE COSTAS. Málaga 1988.

MARTÍNEZ M., BUCETA J. L. y SOTILLO M. <REMRO Datos de Oleaje> Centro de Estudios de Puertos y Costas. Cedex. Madrid. 1986-1992.

MARTÍNEZ M., SOTILLO M. y ARRIBAS L. <REMRO Datos de Oleaje> Centro de Estudios de Puertos y Costas. Cedex. Madrid 1993-2006.

MUÑOZ F., SANTÁS J.C. <Campañas de medida de oleaje direccionales Punta Langosteira> Centro de Estudios de Puertos y Costas. Cedex. Madrid 1999-2007.

OCHI <Stochastic Analysis and Probabilistic Prediction of Random Seas. Advances in Hydrosience> V-13. 1982.

ROM 0.3-91 Anejo I. Clima Marítimo en el Litoral Español. MOPT1992.

SOTILLO MEMBIBRE M. <Temporales en el litoral español: Relación entre altura de ola máxima y altura significativa> Ingeniería Civil n° 88/1993.

SOTILLO MEMBIBRE M. <Temporales en la costa cantábrica: correlación de alturas y periodos de olas> Waves 2005. Ingeniería Civil n° 140/2005.