

# Instalación y primeros resultados de un sismómetro de fondo marino, permanente, en la zona costera de Tarragona

## *Installation and first results of a permanent ocean bottom seismometer offshore Tarragona*

T. Frontera<sup>(1)</sup>, J.A. Jara<sup>(2)</sup>, X. Goula<sup>(1)</sup>, A. Ugalde<sup>(3)</sup> y C. Olivera<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Institut Cartogràfic de Catalunya, Parc de Montjuïc, 08038, Barcelona, tfrontera@icc.es

<sup>(2)</sup>RSE Aplicaciones Territoriales S.A., Barcelona

<sup>(3)</sup>Observatori de l'Ebre, Roquetes, Tarragona

### SUMMARY

The Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) and the Observatori de l'Ebre, in collaboration with the company Repsol Investigaciones Petrolíferas, carry out a project that has the goal of improving the understanding of the Tarragona's area seismicity and seismic risk. Within this framework, on August 2005 a permanent ocean bottom seismometer (OBS) was installed in the security area of the Casablanca oil platform, near the coast of Tarragona. The project, which is pioneer in Spain, is being financed by the Ministerio de Educación y Ciencia (CASABLANCA REN2003-06577), FEDER funding and the ICC.

This OBS, a three-component broadband sensor, and a differential pressure sensor, were submerged at about 400m SW from the oil platform and were deposited at about 150m depth. Data arrive to the platform through a submarine cable. In 2006 data transmission from the platform to the seismic data reception center at the ICC is expected. The emission will be per satellite, in continuous mode and in almost real time. So, the OBS will be integrated into the ICC seismic network.

Since the OBS is operative, some seismic events, local as well as distant, have been recorded. A noise study from the OBS signal has also been done.

### 1. INTRODUCCIÓN

La costa de Tarragona es un área densamente poblada e industrialmente muy activa. Con la finalidad de mejorar el conocimiento de la sismicidad y el riesgo sísmico en esta zona, el Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) y el Observatori de l'Ebre con la colaboración de Repsol Investigaciones Petrolíferas, han instalado un sismómetro de fondo marino (OBS, siglas en inglés de *Ocean Bottom Seismometer*) en las inmediaciones de la plataforma petrolífera Casablanca, situada a unos 40km de la costa (Figura 1).

El proyecto, pionero en España, está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (CASABLANCA REN2003-06577), fondos FEDER y el ICC.

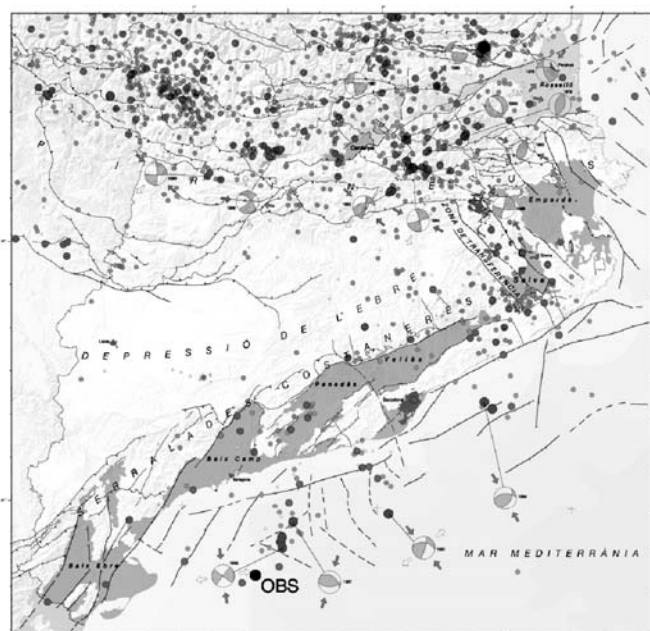


Figura 1 – Localización del OBS sobre el mapa de sismicidad de Cataluña 1977-1997 (ICC, 1999). (OBS location on the Catalonia seismicity map 1977-1997 (ICC, 1999))

### 2. INSTRUMENTACIÓN

El OBS es un sensor de tres componentes, con respuesta plana en velocidad entre 50Hz y 120s, de modelo CMG-3T (Güralp S.L.). Tanto el sismómetro como el digitalizador se encuentran en un receptáculo de titanio, cilíndrico, con tres patas puntiagudas en cada una de las cuales hay una componente del sensor (Figura 2). Además se ha instalado un sensor diferencial de presión (DPG, siglas en inglés de *differential pressure gauge*). Los datos ya digitalizados son transmitidos a la plataforma mediante un cable submarino.



Figura 2 – OBS antes de su instalación. (OBS before its installation)

### 3. PROCESO DE INSTALACIÓN

El OBS fue instalado el 12 de agosto a unos 400 m al sur-oeste de la plataforma, dentro de la zona de seguridad del campo Casablanca, y a unos 150 m de profundidad.

Las operaciones de instalación se iniciaron el 9 de agosto en el puerto comercial de Sant Carles de la Ràpita, donde se empezó la preparación del material a bordo del barco Boluda Abrego, desde el que se realizaron las maniobras. El OBS y el DPG se cargaron en el barco, que navegó hasta el punto de inmersión del sismómetro, donde fueron sumergidos y depositados en el lecho marino. Para controlar el buen funcionamiento de todo el proceso, un robot submarino enviaba imágenes del fondo que se visualizaban desde el

barco (Figura 3). Además, se hizo un análisis ininterrumpido de las señales emitidas por el OBS y el DPG.

Una vez instalado el sensor, se navegó hasta la plataforma, tirando los cables adecuadamente lastrados al mar, de manera que quedasen soterrados. En la plataforma se hicieron las conexiones necesarias a los equipos previamente instalados para almacenar los datos sísmicos. La parte de los cables submarinos más próxima a la plataforma ha quedado fijada a su estructura subacuática para reducir el ruido de la señal.

En 2006 está prevista la transmisión vía satélite en modo continuo y tiempo casi real de los datos desde la plataforma al ICC, integrándose así a la red sísmica de Cataluña.



Figura 3 – OBS y DPG depositados en el lecho marino. (OBS and DPG on the sea bed)

#### 4. PRIMEROS REGISTROS

Durante los primeros meses de funcionamiento del OBS se han registrado algunos sismos, tanto locales como lejanos. A continuación se muestran dos ejemplos, correspondientes a un sismo ocurrido en Pakistán de magnitud  $M=7.6$  (Figura 4) y a otro con epicentro en la costa de Tarragona de magnitud  $M=1.4$  (Figura 5).

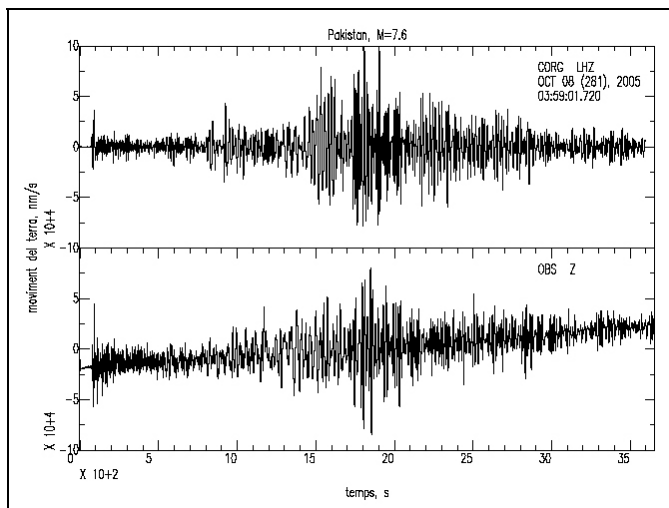


Figura 4 – Sismo de Pakistán ( $M=7.6$ ) del 8 de octubre de 2005. Se muestra, a la misma escala de amplitud, la componente vertical de la estación terrestre CORG, junto con la componente vertical del OBS. Se representa una hora de registro a una muestra/seg. (Pakistan earthquake on October 8th, 2005,  $M=7.6$ . One hour at one sample/second non-filtered vertical records from the OBS (bottom) and CORG terrestrial station (top) at the same amplitude scale are represented.)

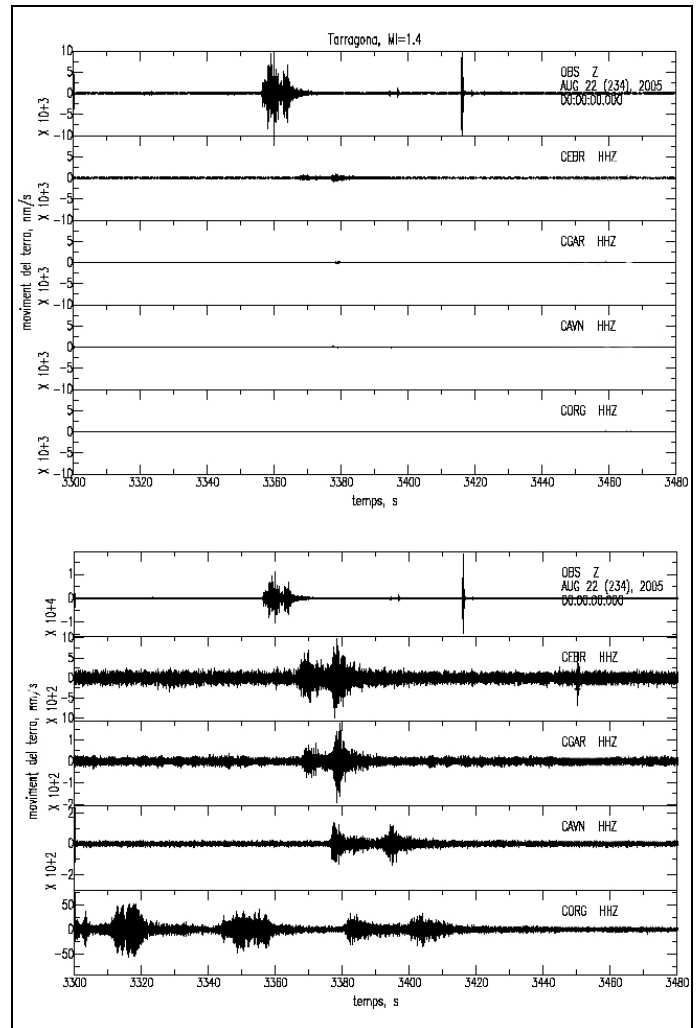


Figura 5 – Sismo local en la costa de Tarragona ( $M=1.4$ ) del 22 de agosto de 2005. Se muestra la componente vertical del OBS junto con las de otras estaciones terrestres de la red sísmica de Cataluña, filtradas con un filtro pasa-altas (1Hz). El registro es de tres minutos a 100 muestras/seg. En la figura superior los registros están a la misma escala de amplitud, mientras que en la inferior cada registro está escalado a su propio máximo de amplitud. (Local event offshore Tarragona on August 22nd 2005,  $M=1.4$ . High pass (1Hz) filtered vertical records from the OBS and some terrestrial stations from the Catalonia seismic network. In the top figure all records have the same amplitude scale, while in the bottom one, each record is scaled at its own maximum amplitude. Three minutes at 100 samples/second are represented.)

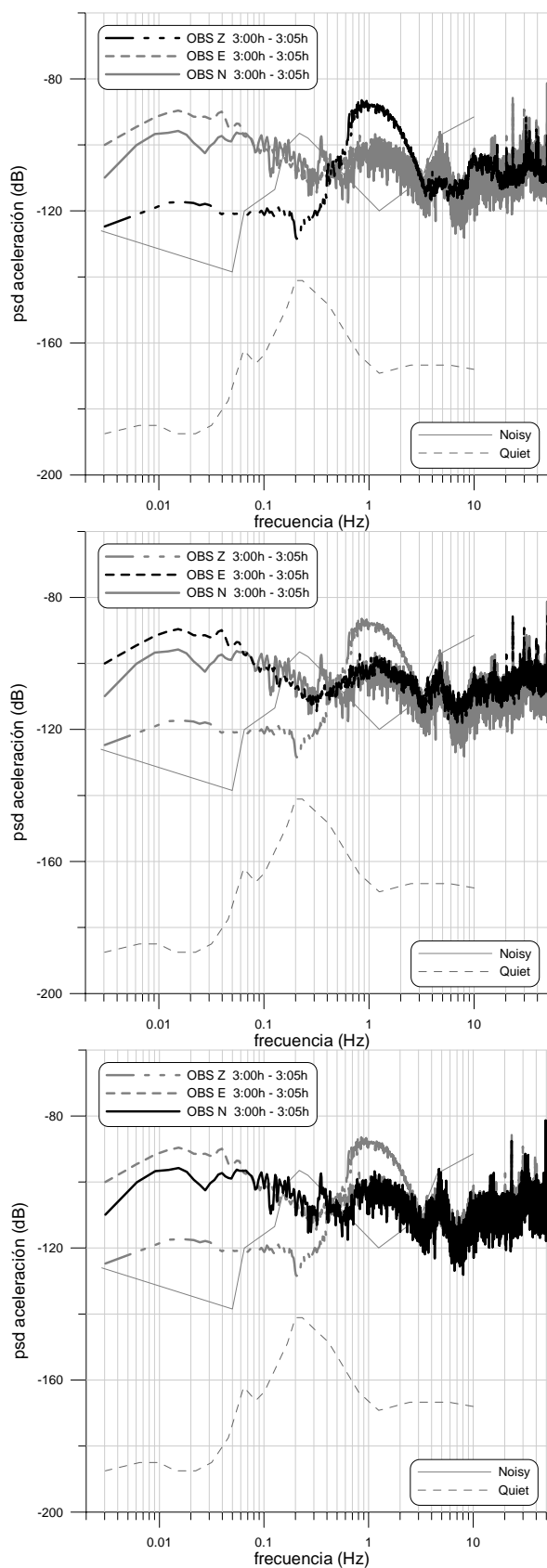
#### 5. ANÁLISIS PRELIMINAR DEL RUIDO

El estudio del ruido se hace a partir del cálculo de la densidad de potencia espectral de la señal, para 4 tramos diarios de 5 minutos, a las 3:00h, a las 9:00h, a las 15:00h y a las 21:00h, entre el 14 de agosto de 2005 y el 22 de octubre de 2005. No se observa una diferencia significativa entre los diferentes momentos del día para ninguna de las componentes.

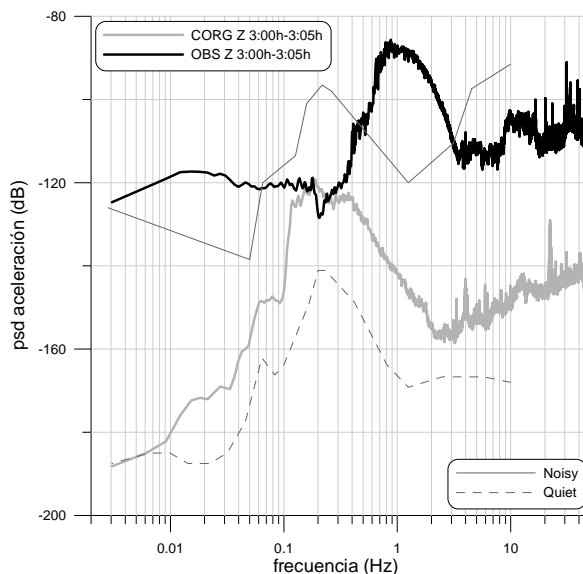
Durante el periodo analizado, las masas de las componentes horizontales se han descentrado con frecuencia. Por este motivo, el estudio de ruido de las componentes horizontales se ha hecho con menos datos que el de la componente vertical. Se observa un pico muy marcado a 1Hz en la componente vertical (Figura 6).

La señal registrada en el OBS presenta un alto nivel de ruido, en comparación con las estaciones de tierra de la red sísmica de Cataluña (Figura 7).

La corrección del ruido a bajas frecuencias a partir del registro del DPG está en curso.

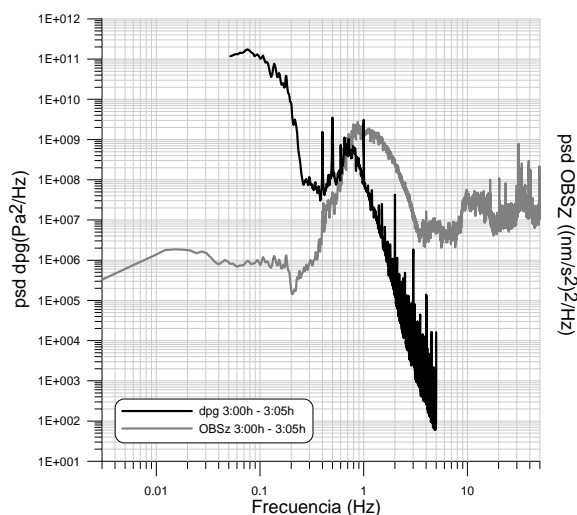


**Figura 6** – Medias de la densidad de potencia espectral en aceleración de las tres componentes del OBS, correspondientes a los datos tomados de 3:00h a 3:05h, entre el 14 de agosto de 2005 y el 22 de octubre de 2005. Se representan junto a las curvas de densidad de potencia espectral según Peterson (1993) (*Mean of the acceleration power spectral density (psd) for all three OBS components, from 3:00h to 3:05h, using data between August 14th, 2005 and October 22nd, 2005. The Peterson psd curves (1993) are also shown.*)



**Figura 7** – Media de la densidad de potencia espectral en aceleración de la componente vertical del OBS y de la estación terrestre CORG, correspondientes a los datos tomados de 3:00h a 3:05h, entre el 14 de agosto de 2005 y el 22 de octubre de 2005. Se representan junto a las curvas de densidad de potencia espectral según Peterson (1993) (*Mean of the acceleration power spectral density (psd) for the OBS and CORG terrestrial station vertical components, from 3:00h to 3:05h, using data between August 14th, 2005 and October 22nd, 2005. The Peterson psd curves (1993) are also shown.*)

Para el estudio de la señal del sensor diferencial de presión se han utilizado datos también comprendidos entre los días 14 de agosto y 22 de octubre de 2005, tomando tramos de 5 minutos a las 3:00h, a las 9:00h, a las 15:00h y a las 21:00h. Como en el caso del sensor sísmico, tampoco se observan diferencias significativas entre los diferentes momentos del día (Figura 8).



**Figura 8** – Media de la densidad de potencia espectral (psd) del DPG correspondiente a los datos tomados de 3:00h a 3:05h, entre el 14 de agosto de 2005 y el 22 de octubre de 2005. Se representa junto a la media de psd en aceleración de la componente vertical del OBS para los mismos tramos de señal (*Mean of the power spectral density (psd) for the DPG, from 3:00h to 3:05h, using data between August 14th, 2005 and October 22nd, 2005. The mean acceleration psd curve for the OBS vertical component at the same signal period is also shown.*)

## 6. REFERENCIAS

- ICC (1999): "Mapa de sismicitat de Catalunya 1977-1997". Institut Cartogràfic de Catalunya, Barcelona.
- Peterson, J. (1993): "Observations and modelling of seismic background noise". USGS open-file report 93-322, New Mexico, 90p.