

Proyecto	Fichero	Fecha	Nº
PC-Baix	An04 - Efectos Sísmicos.docx	14/01/2009	0

ANEJO Nº 4.- EFECTOS SÍSMICOS

ÍNDICE

ANEJO Nº 4.- EFECTOS SÍSMICOS

1. OBJETO..... 5

2. DATOS PREVIOS Y BIBLIOGRAFÍA..... 5

3. APLICACIÓN DE LA NORMA NCSP-07..... 5

3.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS Y NECESIDAD DE
CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA..... 5

3.2. ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO..... 5

3.3. ESPECTRO ELÁSTICO DE RESPUESTA..... 6

4. SISMICIDAD HISTÓRICA E INSTRUMENTAL..... 7

1. OBJETO

El objeto de este anejo es el dar cumplimiento a la nueva norma NCSP-07, *Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes*, aprobada por real decreto 637/2007.

Con su aplicación se determinan los valores adoptados para los cálculos de las estructuras del presente proyecto en lo referente a las acciones sísmicas.

2. DATOS PREVIOS Y BIBLIOGRAFÍA

Desde un primer momento se intentó recopilar cuanta información bibliográfica estaba disponible respecto a la sismicidad del área de estudio.

Como es lógico se ha consultado la citada Norma Sismorresistente NCSP-07.

Por otra parte, los registros instrumentales se han consultado mediante los Boletines de Sismos Próximos publicados por el Instituto Geográfico Nacional desde 1.993 hasta la actualidad.

También se ha consultado, el apartado de sismología del Instituto Geológico de Cataluña.

3. APLICACIÓN DE LA NORMA NCSP-07

3.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS Y NECESIDAD DE CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA

De acuerdo con la norma NCSP-07 es necesario considerar efectos sísmicos cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea igual o superior a 0,04 g en todas las estructuras no definidas como de moderada importancia. En el Anejo nº 1 de la norma se incluye la relación de municipios españoles con valores de $a_b \geq 0,04g$.

Según la NCSP-07, todos los municipios de la zona de estudio (Baix de Llobregat), presenta una aceleración sísmica básica (a_b) igual a 0.04 g para un período de retorno de 500 años.



Mapa de peligrosidad sísmica de la Península Ibérica. (NCSE-02)

Teniendo en cuenta la red de comunicaciones existente y su situación en la zona metropolitana de Barcelona se deben considerar las construcciones a efectuar como de “especial importancia”.

De acuerdo con el punto 2.8 de la citada norma es necesario considerar efectos sísmicos cuando la aceleración sísmica básica sea igual o superior a 0.04g. En caso contrario las solicitaciones peores de cálculo se derivan de otra combinación de acciones.

3.2. ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO

Se define la aceleración sísmica de cálculo (a_c) como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

siendo:

- a_b = aceleración sísmica básica de valor 0,04g en la zona de proyecto.
- ρ = coeficiente de riesgo = $\gamma_I \cdot \gamma_{II}$. Para las estructuras de especial importancia se ha de tomar $\gamma_I=1,30$. En este caso $\gamma_{II}=(P_R/500)^{0,4}=1$, porque se considera un periodo de retorno $P_R=500$ años; con lo que $\rho=1,30$.
- S = Coeficiente de amplificación del terreno que para $\rho \cdot a_b \leq 0,1$ g como es nuestro caso corresponde con la expresión:

$$S = \frac{C}{1,25}$$

Donde C es un coeficiente del terreno que para el caso de suelos granulares de compacidad media-baja, suelos cohesivos de consistencia baja y roca meteorizada se le puede asociar un valor de 1,80. Por lo que el coeficiente de amplificación del terreno vale 1,44.

De esta forma:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1,44 \times 1,30 \times 0,04g = 0,075g$$

3.3. ESPECTRO ELÁSTICO DE RESPUESTA

El espectro elástico de respuesta de una estructura $\alpha(T)$, normalizado a una aceleración de cálculo de 1g, es función del período propio de la estructura (T), del coeficiente del suelo (C), del coeficiente de contribución de la Falla Azores - Gibraltar (K), del coeficiente de amortiguamiento (n) y del factor de comportamiento (q).

El coeficiente K tiene un valor 1,00 en la zona de proyecto, de acuerdo con el listado por municipios del Anejo nº 1 de la NCSP-07.

De acuerdo con los puentes planteados se considera un amortiguamiento del 5% con lo que el factor de corrección ν es 1.

Para conocer el espectro elástico de respuesta se deben calcular en primer lugar los parámetros T_A , T_B y T_C en función de los coeficientes K y C.

Para el terreno de cimentación citado:

$$T_A = K \cdot C/20 = 1 \cdot 1,8/20 = 0,09$$

$$T_B = K \cdot C/5 = 1 \cdot 1,8/5 = 0,36$$

$$T_C = K \cdot (1+0,5 \cdot C) = 1 \cdot (1+0,5 \cdot C) = 1,90$$

De esta forma el espectro elástico de respuesta para componentes horizontales se obtiene en función de las siguientes expresiones (considerando T como el período de la estructura a analizar):

$$S_a(T) = \left[1 + \frac{T}{T_A} (2,5\nu - 1) \right] a_c \dots \dots \Leftrightarrow \dots \dots 0 \leq T \leq T_A$$

$$S_a(T) = 2,5\nu a_c \dots \dots \Leftrightarrow \dots \dots T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a(T) = 2,5\nu \frac{T_B}{T} a_c \dots \dots \Leftrightarrow \dots \dots T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_a(T) = 2,5\nu \frac{T_B T_C}{T^2} a_c \dots \dots \Leftrightarrow \dots \dots T_C \leq T$$

Cargas Horizontales	$F_H = M \cdot S_a(T)$
Cargas Verticales	$F_V = M \cdot S_a(T) \cdot 0,70$

donde:

F_H y F_V	= Cargas estáticas equivalentes (horizontal y vertical) (N).
M	= Masa total efectiva. Igual a la del tablero más la de la sobrecarga concomitante con el sismo.
$\alpha(T)$	= Componente horizontal para el espectro de respuesta elástica de aceleraciones.

Para el estudio de la estabilidad de los taludes, se ha de considerar una aceleración sísmica horizontal igual a la aceleración de cálculo:

$a_c = 0,075 \text{ g} = 74 \text{ cm/s}^2$ y una aceleración vertical equivalente al 70% de la horizontal, es decir $0,053 \text{ g} (52 \text{ cm/s}^2)$.

En función de la aceleración de cálculo (a_c) en el capítulo IV de la Norma NCSP-07 se establecen los criterios de diseño y las prescripciones constructivas a seguir en los diferentes proyectos de estructuras. A modo de resumen se pueden citar las reglas más importantes:

- Debe procurarse una disposición en planta lo más simétrica posible, así como lo más regular en alzado.
- Debe evitarse la coexistencia de sistemas de cimentación mixtos.
- Los elementos de la cimentación situados en el perímetro de la estructura deberán estar enlazados entre sí mediante vigas de atado capaces de soportar un esfuerzo axial de valor a_c veces la carga vertical de cada punto.
- En las estructuras de hormigón armado se deberá comprobar de la acción horizontal del sismo al menos en dos direcciones ortogonales.
- Las edificaciones de fábricas de ladrillos o bloques de mortero poseerán un máximo de dos alturas.

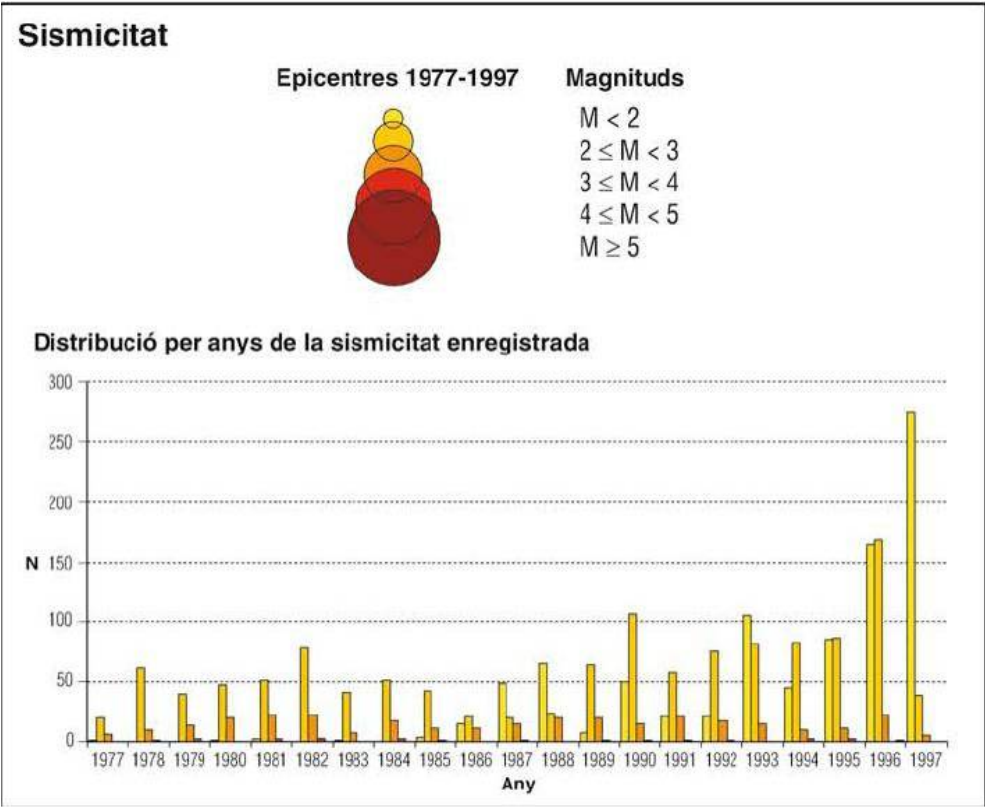
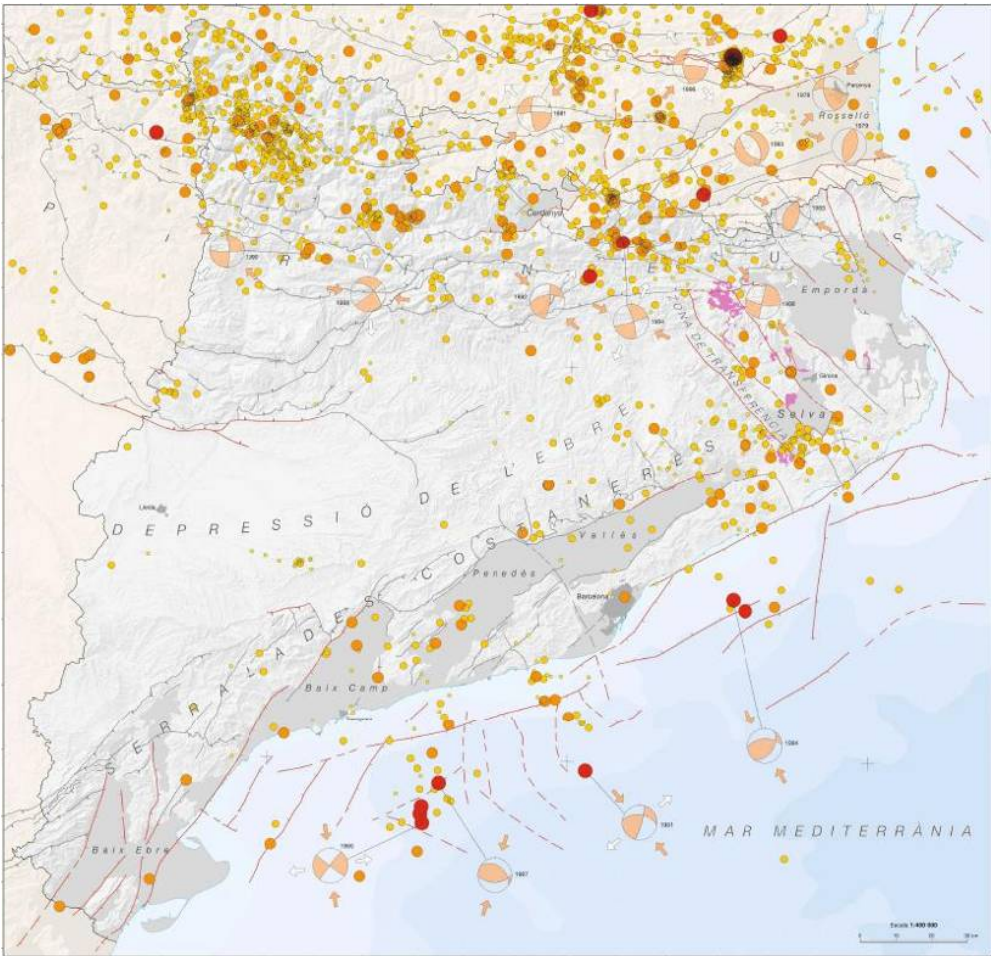
4. SISMICIDAD HISTÓRICA E INSTRUMENTAL

Cualquier área sísmica debe separar sus registros en dos zonas muy concretas. Por un lado, hay que hablar de una *sismicidad histórica* que serán aquellos datos de sismicidad tomados sin ningún equipo instrumental o de escasa entidad.

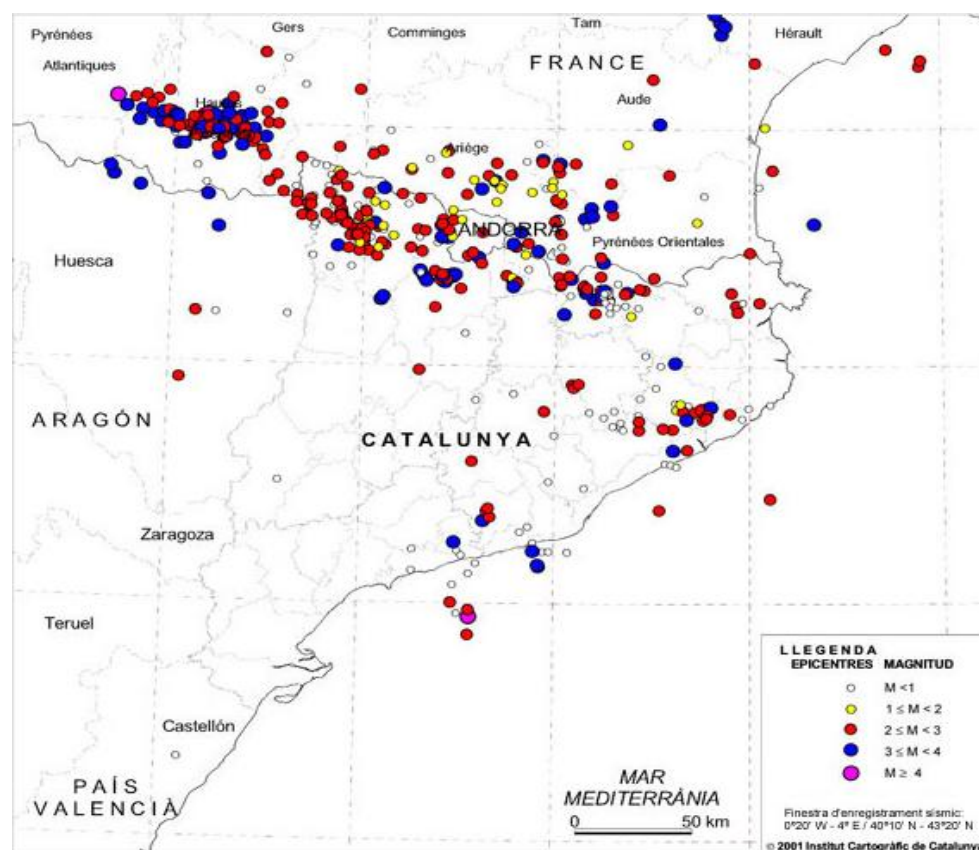
Por el otro lado estará la *sismicidad instrumental* en donde a los sismos acaecidos se les puede asociar una serie de parámetros bastante más objetivos. En concreto para este estudio se han consultado las bases de datos disponibles en el Instituto Geográfico Nacional e Instituto Cartográfico de Cataluña correspondientes tanto al periodo histórico como al instrumental.

Respecto a la sismicidad histórica se han conseguido los registros de los sismos producidos en la Comunidad de Cataluña que quedan reflejados en las figuras adjuntas.

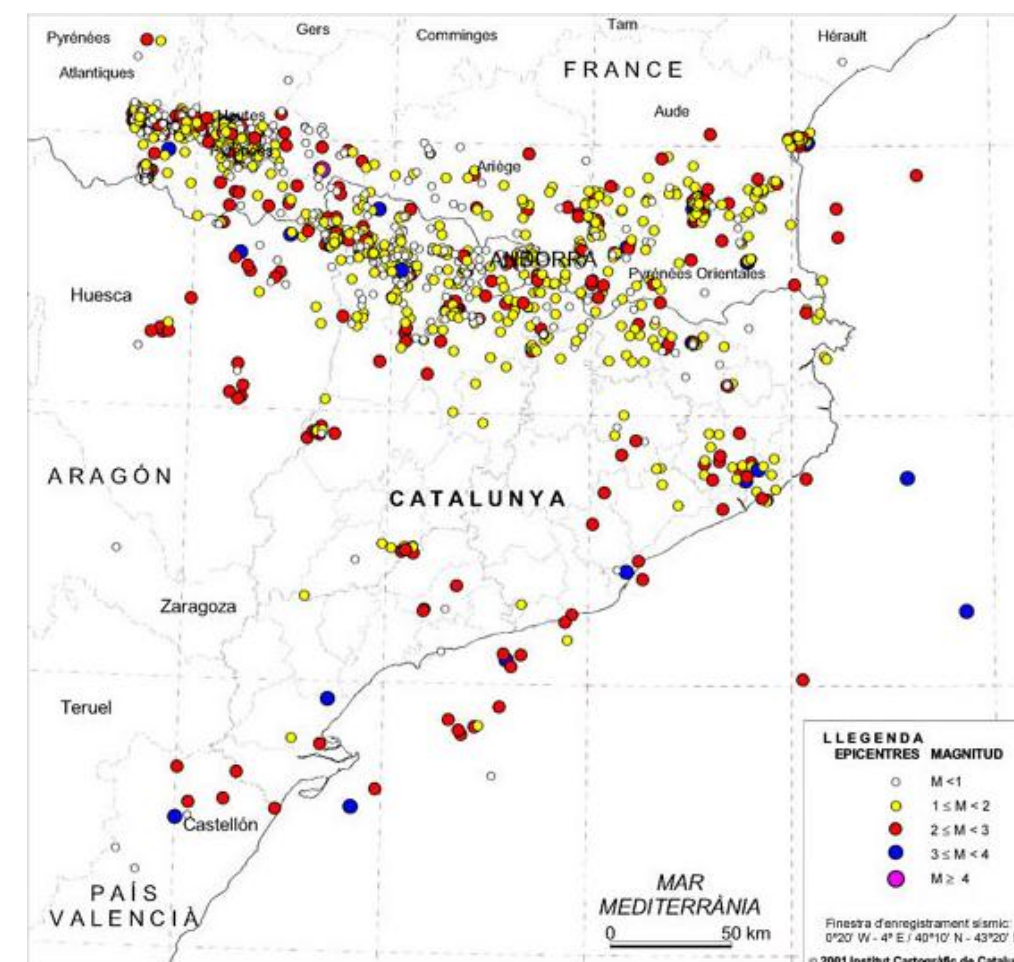
SISMICIDAD HISTÓRICA



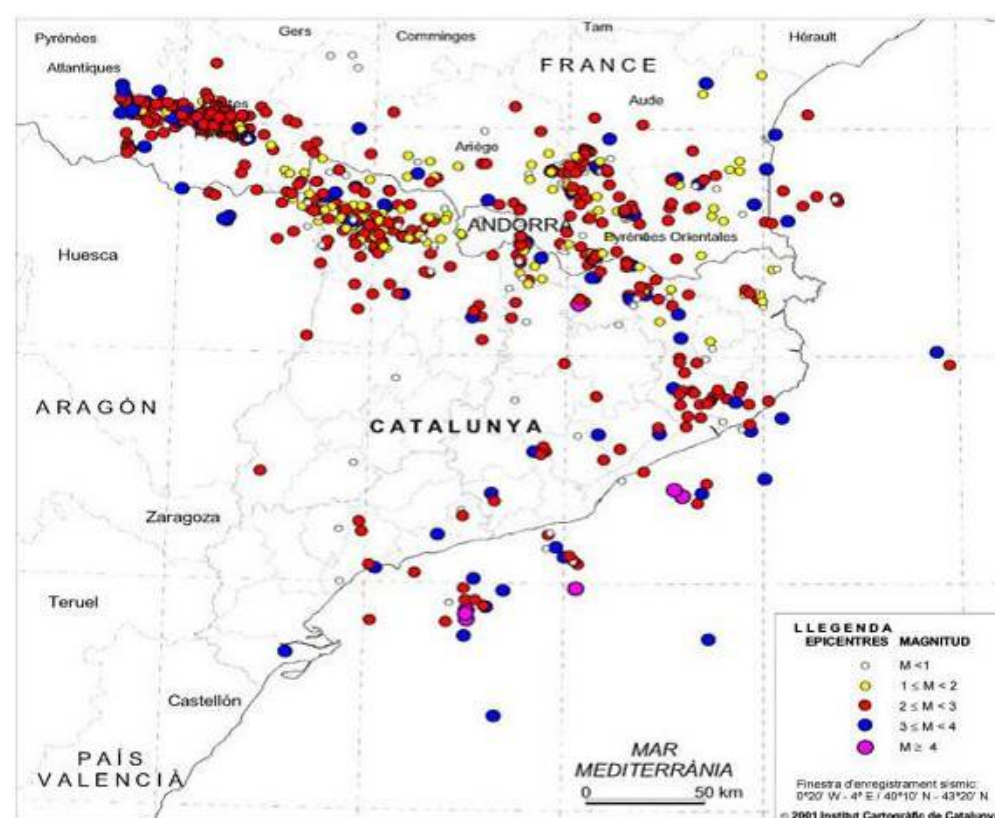
Como se puede observar, los terremotos de mayor intensidad, se localizan en la zona del Pirineo y en zonas marinas, bastante alejados de nuestra zona de estudio.



Registros de sismos ocurridos en Cataluña de 1986 -1990.



Registros de sismos ocurridos en Cataluña 1996-2000



Registros de sismos ocurridos en Cataluña de 1991-1995

Con respecto a la sismicidad instrumental, en la siguiente tabla se exponen todos los terremotos más relevantes registrados en el entorno de la zona de estudio desde 1.995 hasta la actualidad.

En general, se puede considerar a esta zona como de riesgo medio en la que se han producido pocos sismos relativamente importantes a distancias cercanas. Hay que destacar el caso del terremoto de Calafell fechado en diciembre de 1.996, con una magnitud 3,3.

SISMICIDAD INSTRUMENTAL

Localización	Fecha	Magnitud	Profundidad Km.	Intensidad
Castelldefels	5/1/1996	2.5	3	III
Calafell	25/12/1996	3.3	3	
Les	04/04/2000	2.3	10	
Cabanyes				
Sitges	18/10/2002	1.5		
Sitges	18/11/2002	1.1		
Las Bisbal	07/04/2003	1.6		
del Penedes				
Sitges	27/08/2004	1.7	11	
Sitges	08/09/2004	1.5		
Costero	23/09/2004	1.9		
Catalana				
Prat de	19/11/2004	1.7		
Llobregat				
Costero	11/12/2005	1.7		
Catalana				
Sitges	25/09/2007	1.3		
Costero	23/11/2007	1.4		
Catalana				
Costero	10/02/2008	1.4		
Catalana				
Creixell	07/08/2008	1.8		
Llorenç del	15/01/2009	2.7		
Penedés				
Sant Jaume	16/01/2009	1.6		
dels				
Domenys				
Sant Jaume	20/01/2009	1.4		
dels				
Domenys				
Sant Jaume	21/01/2009	1.0		
dels				
Domenys				
Sant Jaume	21/01/2009	1.5		
dels				
Domenys				
Llorenç del	22/01/2009	1.5		
Penedés				
Cunit	08/02/2009	2.0		