

3. Análisis del riesgo sísmico

3.1. Riesgo Sísmico

La frecuente confusión entre los conceptos de riesgo, vulnerabilidad y peligrosidad sísmica recomienda distinguir con precisión estos conceptos, a los efectos de protección civil.

El riesgo sísmico, según la definición propuesta en 1980 por la U.N.E.S.C.O. en la publicación "Terremotos", se expresa según la siguiente expresión:

$$[\text{Riesgo Sísmico}] = [\text{Peligrosidad Sísmica}] \times [\text{Vulnerabilidad Sísmica}] \times [\text{Pérdidas Económicas}]$$

[Riesgo Sísmico]: probabilidad de que las consecuencias sociales o económicas producidas por un terremoto igualen o excedan valores predeterminados, para una localización o área geográfica dada.

[Peligrosidad Sísmica]: probabilidad de que el valor de un cierto parámetro que mide el movimiento del suelo (intensidad; aceleración...) sea superado en un determinado periodo de tiempo (periodo de exposición).

Ejemplo un periodo de retorno de 500 años para un grado de intensidad VII MSK equivale a decir que:

- Hay una probabilidad del 10% de que no se produzca un terremoto de intensidad igual o superior a grado VIII en un periodo de exposición de 50 años

o bien que

- La probabilidad anual de que ocurra un terremoto de grado VII o inferior es del 0.2% anual durante el periodo de años definido, es decir que el suelo no sufra una sacudida superior a una intensidad fijada

[Vulnerabilidad Sísmica]: cuantificación del daño o grado de daño que se espera sufra una determinada estructura o grupo de estructuras, sometidas a la acción dinámica de una sacudida del suelo de una determinada intensidad.

[Pérdidas Económicas]: valoración (euros del momento) de los costes materiales y pérdidas humanas producidas por la ocurrencia de un terremoto, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de las edificaciones e infraestructuras.

La peligrosidad sísmica solo depende de la localización geográfica del emplazamiento mientras que la vulnerabilidad sísmica y las pérdidas dependen de las características constructivas de la zona y de sus características socioeconómicas.

3.2. Análisis de la peligrosidad sísmica

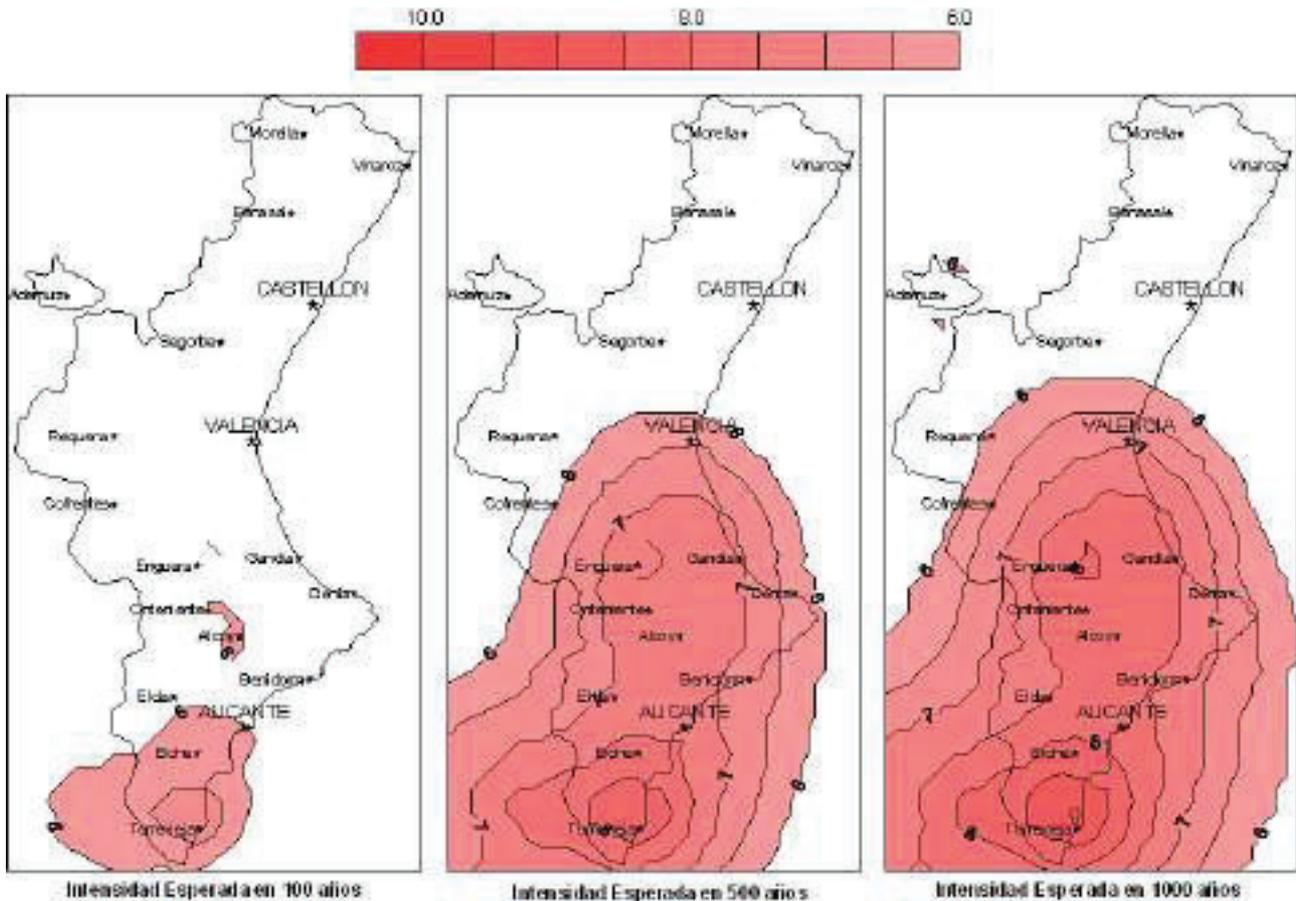
La peligrosidad sísmica solo depende de la localización geográfica del emplazamiento mientras que la vulnerabilidad sísmica y las pérdidas dependen de las características constructivas de la zona y de sus características socio-económicas.

Los terremotos son unos de los fenómenos naturales con mayor capacidad para producir consecuencias catastróficas sobre extensas áreas del territorio sometidas a este riesgo, pudiendo dar lugar a cuantiosos daños en edificaciones, infraestructuras y otros bienes materiales, interrumpir gravemente el funcionamiento de servicios esenciales y ocasionar numerosas víctimas entre la población afectada.

La Comunitat Valenciana está situada en un área de actividad sísmica de relativa importancia y, en el pasado, determinadas zonas de la misma se han visto afectadas por terremotos de considerable magnitud, como el terremoto de Torrevieja (Vega Baja del Segura) que, el 21 de marzo de 1829, causó 389 muertos, 375 heridos y destruyó más de 5.000 viviendas.

A continuación, se presenta la peligrosidad sísmica, obtenida mediante dos métodos probabilísticos aplicados (no zonificado y zonificado), en el que se representa la intensidad promedio esperada para los periodos de retorno de 100, 500 y 1000. Si nos fijamos en el mapa central, Benaguasil se encontraría dentro de la intensidad esperada de 6 grados para un periodo de retorno de 1000 años y considerando el efecto suelo, que es el dato considerado para la valoración de riesgo sísmico.

El nivel de riesgo sísmico según el Plan Especial frente a dicho riesgo es alto, siendo la intensidad sísmica (EMS) de grado VII para un periodo de retorno de 500 años, es por ello que se requiere de una planificación a nivel local de manera prioritaria.



Mapa del riesgo sísmico de la Comunidad Valenciana.

Con el fin de realizar el estudio técnico-científico necesario para elaborar el Plan Especial frente al Riesgo Sísmico en la Comunitat Valenciana (Publicado en el DOGV de 3 de mayo de 2011), la Universidad de Alicante realizó el estudio de “Peligrosidad Sísmica en la Comunitat Valenciana” donde se detalla la intensidad sísmica esperada en cada punto del territorio valenciano, según los periodos de retorno de 100, 500 y 1000 años, y el Instituto Valenciano de la Edificación elaboró el “Estudio de Vulnerabilidad Sísmica en la Comunitat Valenciana”, donde se recogen los daños que el máximo terremoto esperado en cada zona puede causar sobre las edificaciones, infraestructuras y la población.

Del estudio de “Peligrosidad Sísmica en la Comunitat Valenciana” se pueden extraer los datos referentes a Benaguasil, (intensidad referida a la escala EMS-98, Escala Macrosísmica Europea):

Aviso E:



Código INE	Entidad Poblacional	Municipio	Provincia	Roca			Roca + Efecto Local		
				Intensidad Esperada 100	Intensidad Esperada 500	Intensidad Esperada 1000	Intensidad Esperada 100	Intensidad Esperada 500	Intensidad Esperada 1000
4604000200	BELLREGUARD PLATJA	Bellreguard	Valencia	6.0	7.0	8.0	6.0	8.0	8.5
4604000100	Bellús	Bellús	Valencia	6.0	7.5	8.0	6.0	8.5	9.0
4605000100	Benagéber	Benagéber	Valencia	4.0	5.5	6.0	4.0	6.0	6.0
4605000102	Pantano de Benagéber	Benagéber	Valencia	4.0	5.5	6.0	4.0	6.0	6.5
46051000100	Benaguasil	Benaguasil	Valencia	5.0	6.0	6.5	5.0	6.5	7.0
46051000200	VILANOVA	Benaguasil	Valencia	5.0	6.0	6.5	5.0	6.0	6.5
46051000300	VALLE DEL TURIA	Benaguasil	Valencia	5.0	6.0	6.5	5.0	7.0	7.5

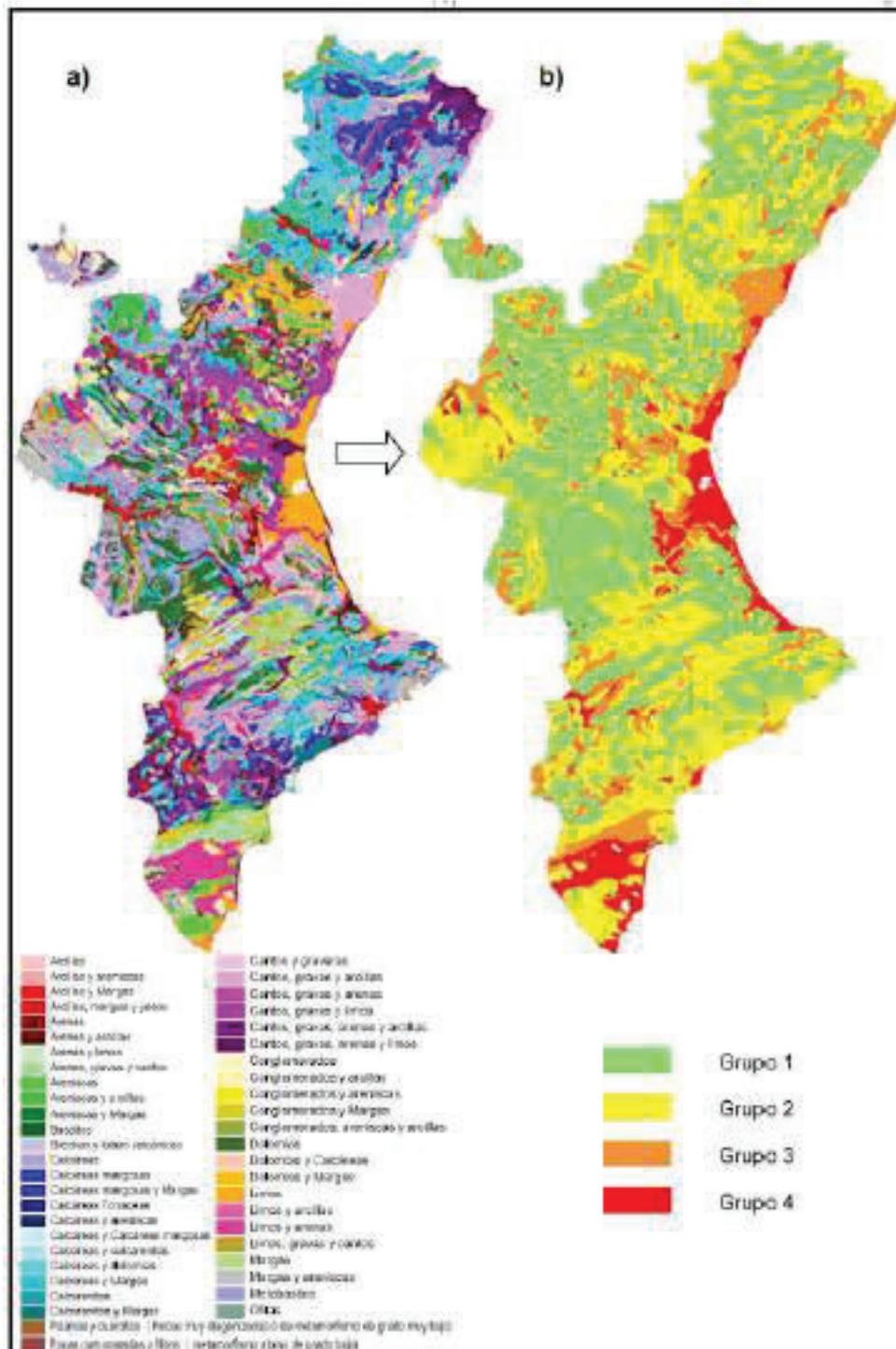
3.2.1. Marco geológico y sismo tectónico

El ámbito territorial incluido en los límites del término municipal de Benaguasil atesora unas características geológicas que se diferencian con facilidad a partir de la misma morfología del terreno, ya que está condicionada por la naturaleza de las litologías dominantes en la zona. Así, y de manera general, se puede indicar que los escasos relieves del municipio, todos elementos residuales de las estribaciones surorientales del Sistema Ibérico incluyen materiales mesozoicos, rocas del tipo calizo y dolomías, principalmente. Estos pequeños relieves se incluyen en la matriz principal del término, zonas bajas rellenas de materiales detríticos y calizos postmesozoicos que son drenadas, de oeste a este, por el discurrir del río Turia, eje fluvial que determina, en buena parte, el límite meridional del término. Finalmente hay que señalar que, hacia el este municipal, el dominio de los materiales geológicos recientes, cuaternarios, es mayoritario.

Las fallas más cercanas al municipio son la de Peñascabia, que se encuentra a 40 km en dirección noroeste y, las del Cabo de Cullera, que se encuentran a 30 km en dirección sureste.

En trabajos de zonación sísmica, cuando se analizan los efectos de sitio con vistas a su aplicación al cálculo de la peligrosidad sísmica, se suelen realizar varias simplificaciones. Por una parte se considera que la variación debida a los efectos de sitio es producida únicamente por la variación en la litología del suelo y que estos son constantes, es decir, el comportamiento no lineal del suelo no incide en la magnitud del efecto sitio. Por otra parte, se utiliza un valor promedio, no necesariamente específico de la zona de estudio, determinado a partir de una amplia base de datos. Ello es debido a que las propiedades mecánicas de una litología determinada, que controlan la respuesta de dicho material, van a tener un margen de variación limitado.

En España nos encontramos ante el problema de que dada la ausencia de estudios específicos sobre el tema, las leyes de atenuación que diversos autores han calculado y nosotros utilizamos en este trabajo, no tienen en consideración el efecto del suelo, por lo que se recurre a valores promedios. Hemos tenido en cuenta la base de datos acumulada por Medvedev (1965) y Borcherdt (1970,1992,1994), así como otras fuentes documentales, acerca de la respuesta de diferentes litologías y su efecto sobre la intensidad, que es el parámetro para el cual se ha efectuado inicialmente el cálculo de la peligrosidad sísmica. A partir de dichas bases de datos se han establecido los valores propios de cada una de las litologías presentes en la base cartográfica temática nº 5 editada en 1998 por la Conselleria de Obras Públicas, Transporte y Urbanismo que presentamos en el mapa de la siguiente figura:



a) Mapa litológico C.V. y b) Mapa CV agrupado en función de la amplificación del suelo ante la sacudida sísmica.

Desde un punto de vista geodinámico, la Comunitat Valenciana se localiza en la parte occidental del límite entre las placas Africana y Euroasiática. En la actualidad ambas placas convergen en la dirección NW-SE con una velocidad de aproximadamente 5 mm/año. Debido a esta convergencia entre ambas placas tectónicas, la Cordillera Bética está actualmente sometida a un campo de esfuerzos regional compresivo en la dirección NW-SE. Asociada a esta compresión también se está produciendo una extensión aproximadamente perpendicular en la dirección NE-SW a ENE-WSW, pero especialmente en el sector central de la Cordillera (provincias de Granada, Málaga y Almería),

que apenas es patente en la provincia de Alicante. Esta convergencia entre las placas Africana y Euroasiática se ha acomodado principalmente en la Cordillera Bética (provincia de Alicante). Sin embargo, la Cordillera Ibérica no se ve afectada por esos esfuerzos compresivos ya que desde el Mioceno Superior hasta la actualidad ha predominado una extensión con una dirección principal NW-SE. Esta extensión es responsable, entre otros elementos, de la formación del Golfo de Valencia.

La situación geodinámica actual de la Comunitat Valenciana está estrechamente ligada a la evolución geológica reciente tanto de la Cordillera Bética como de la Ibérica.

Dado que son numerosos los tipos litológicos presentes en dicha cartografía, se han aplicado también los criterios de Lajoie y Helley (1975) y por Tinsley y Fumal (1986), para poder caracterizar y clasificar cada litología.

Dada la similitud en las propiedades de muchas litologías presentes, se ha procedido a agruparlas en función de sus características mecánicas. En concreto se han definido cuatro grupos litológicos:

Grupo I: Rocas cementadas y consolidadas. Duras a muy duras. Poco alteradas y/o fracturadas. Velocidad de cizalla promedio superior a 1500 m/s.

Grupo II: Rocas cementadas y consolidadas. Alterables o muy fracturadas. Velocidad de cizalla promedio comprendida entre 700 y 1500 m/s.

Grupo III: Sedimentos detríticos de grano grueso y rocas débilmente cementadas. Velocidad de cizalla comprendida entre 375 y 700 m/s.

Grupo IV: Sedimentos detríticos de granulometrías finas y medias: arenas, limos y arcillas. Sedimentos poco compactados y/o consolidados. Velocidad de cizalla baja, en promedio inferior a 350 m/s.

Las leyes de atenuación utilizadas en este trabajo son típicas de un suelo con características intermedias entre todos los presentes en la zona donde se obtuvieron. En consecuencia hemos considerado que dicha ley es válida para suelos del Grupo II, que son intermedios en sus propiedades y, por otra parte, son muy frecuentes en la Comunidad Valenciana. El incremento promedio de la intensidad causado por cada grupo litológico es el presentado en la tabla siguiente, la cual, como se ha señalado, está referida al Grupo II (incremento 0).

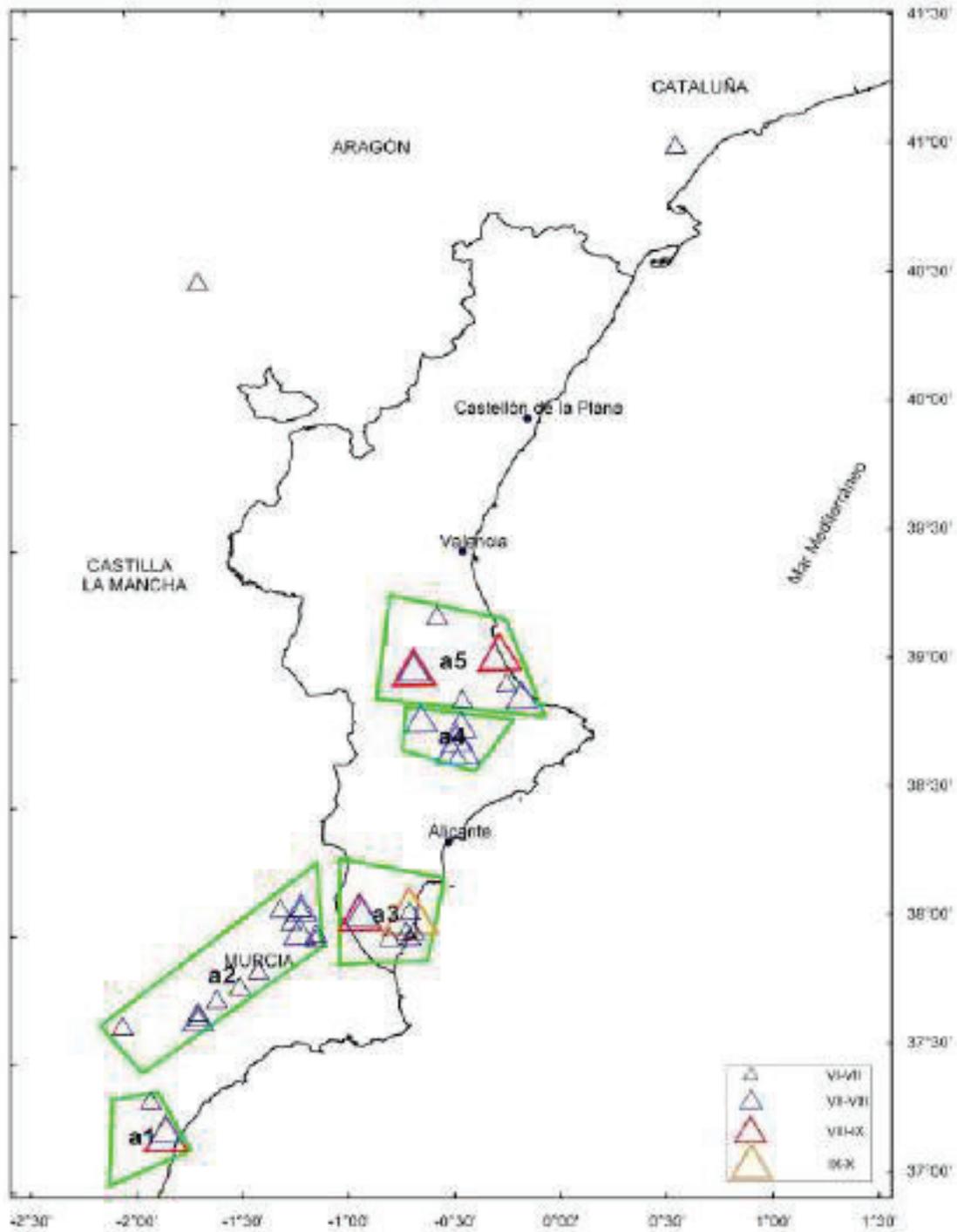
La distribución geográfica de estos cuatro grupos litológicos presentados en el mapa anterior. integrándose junto con los mapas de peligrosidad sísmica. Mediante su tratamiento en un sistema de información geográfica obtenemos, de un modo continuo, el resultado final de los mapas de intensidad esperada corregida por efecto de sitio para 100, 500 y 1000 años que presentamos en las figuras siguientes.

CLASIFICACIÓN EN GRUPOS DE LITOLOGÍA

Grupo	Tipo de Suelo	Incremento I (MSK)
I	Calcáreas; Calcáreas y Dolomías; Dolomías; Dolomías y Calcáreas; Metabasitos; Basaltos y Ofitas.	-0.25
II	Conglomerados; Conglomerados y Areniscas; Conglomerados, Areniscas y Arcillas; Conglomerados y Margas; Areniscas, Areniscas y Margas, Calcáreas y Areniscas; Calcáreas y Calcarenitas; Calcáreas y Calcáreas margosas; Calcáreas y Margas, Calcarenitas; Calcarenitas y margas; Calcáreas margosas y margas; calcáreas továceas, dolomías y margas; margas y areniscas; margas, arcillas, yesos y margas; pizarras y cuarcitas; rocas carbonatadas y filitos; brechas y tobas volcánicas.	0
III	Conglomerados y arcillas; areniscas y arcillas; arcillas y areniscas; arcillas y margas; cantos y graveras; cantos, graveras y arenas; cantos, graveras, arenas y limos; cantos, gravas, arcillas y arenas; cantos, gravas y limos; cantos, gravas y arcillas; arenas, gravas y cantos.	0.3
IV	Arcillas; arenas; arenas y limos; arenas y arcillas; limos; limos, gravas y cantos; limos y arenas; limos y arcillas; arcillas.	0.65

3.2.2. Sismicidad Histórica de la zona

Como podemos observar en la siguiente figura, no existen terremotos época histórica intensidad mayor de VI (MSK) en la zona, e hipótesis de agrupamientos sísmicos.



Los datos sísmicos mas relevantes en la zona serian los siguientes:

- Golfo de Valencia: se trata de una nueva agrupación que surge a partir de la época instrumental ya que, al ser todos los eventos marítimos, no podía estar documentado en la época anterior. El primer terremoto del que se tiene registro es el terremoto de 1968 de magnitud 4.5. Fue la serie sísmica del año 2003 cuyo terremoto principal del 21 de septiembre y con una intensidad de 4.5 grados que se sintió en Valencia, toda su área metropolitana, y otras poblaciones adyacentes, el que más alarma social ha provocado en las últimas décadas.

Serie Sísmica Golfo de Valencia 2003 el 15 de septiembre pasado se registraron al menos seis seísmos en el Golfo de Valencia. El primero de ellos tuvo lugar a las 10 horas y seis minutos a 36 kilómetros de la costa con una intensidad de 2,6 grados en la escala de Richter. En este caso, el terremoto pasó desapercibido para las personas, pero dos horas más tarde, a las 13:02, volvía a temblar la tierra con una intensidad de 4,3 grados en la escala de Richter. En este caso, el epicentro se situaba a 34 kilómetros de la costa y se dejaba sentir con fuerza en toda el área de Valencia, sobre todo en la capital y en las localidades de Torrent, Burjassot, Aldaia, Quart de Poblet, Xirivella, Alzira, Sagunto o Tavernes Blanques. Un terremoto de estas características se percibe en 50 kilómetros alrededor de su epicentro. Esta serie se prolongó hasta el mes de noviembre con más de 100 eventos aunque la gran mayoría pasaron desapercibidos para la población.

3.2.3. Peligrosidad Sísmica de la Zona. Intensidades esperadas en Benaguasil.

Cuadro intensidades esperadas en las entidades poblacionales de Benaguasil para los periodos de retorno de 100 / 500 / 1000 años. Fuente: Anexo E del Estudio de Peligrosidad Sísmica de la Comunitat Valenciana. Universidad de Alicante. 2010.

Anexo E



Código INE	Entidad Poblacional	Municipio	Provincia	Roca			Roca + Efecto Local		
				Intensidad Esperada			Intensidad Esperada		
				100	500	1000	100	500	1000
46051000100	Benaguasil	Benaguasil	Valencia	5.0	6.0	6.5	5.0	6.5	7.0
46051000200	VILANOVA	Benaguasil	Valencia	5.0	6.0	6.5	5.0	6.0	6.5
46051000300	VALLE DEL TURIA	Benaguasil	Valencia	5.0	6.0	6.5	5.0	7.0	7.5

El anexo F del PELSISCAV, nos indica los municipios de la Comunidad Valenciana con peligrosidad sísmica igual o mayor que VII (EMS-98).

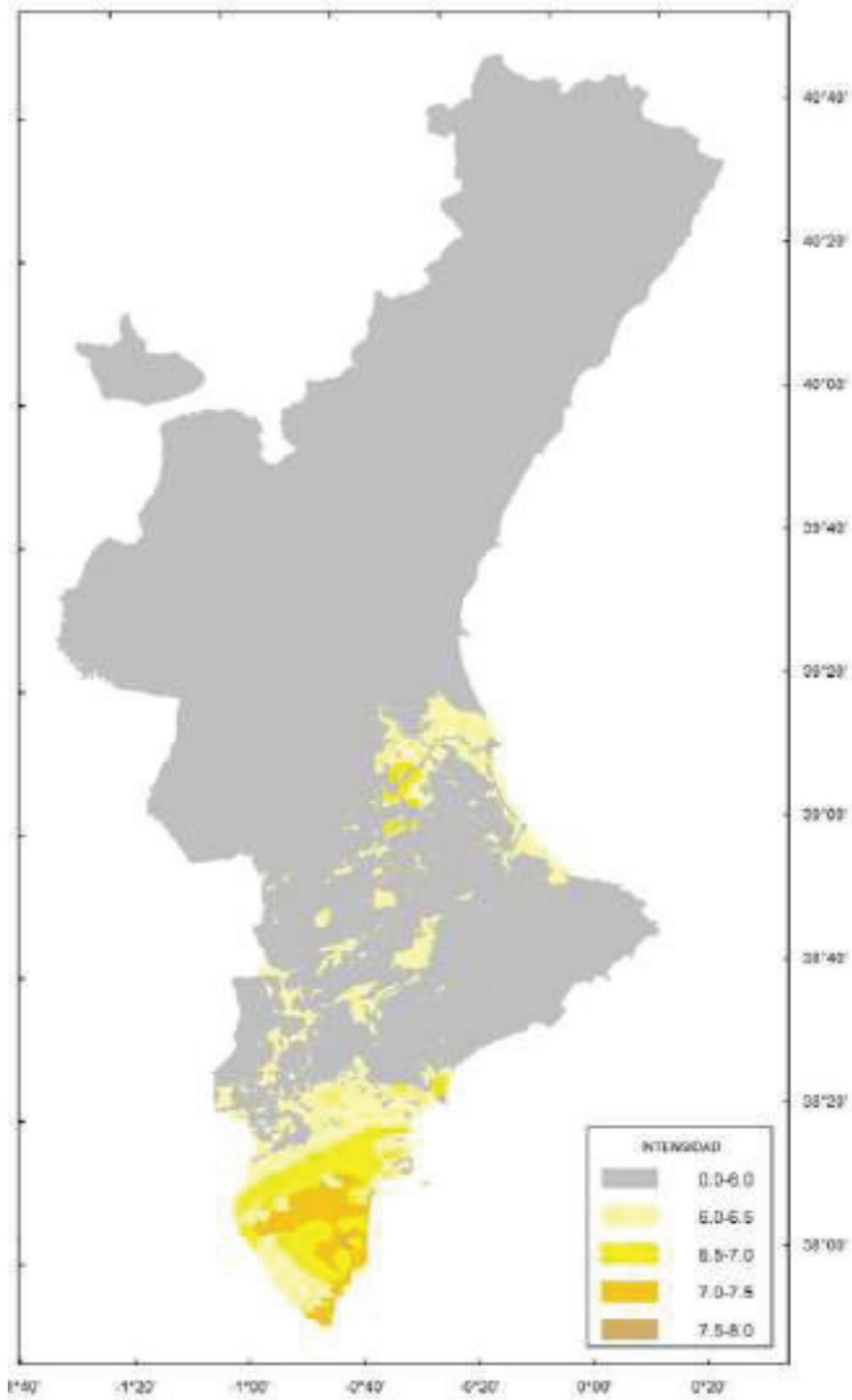
Anexo F

PELSISCAV

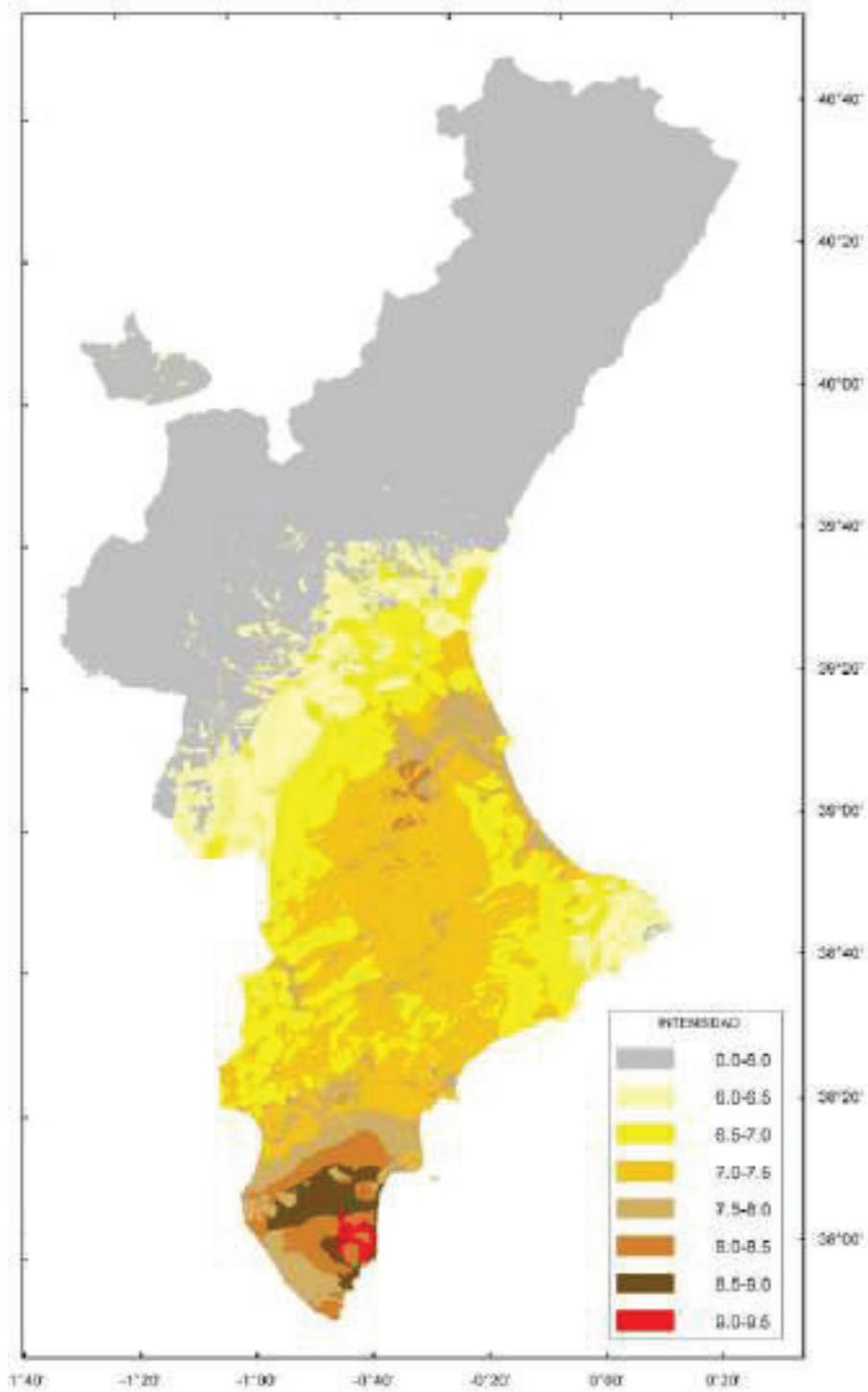


MUNICIPIO	PROVINCIA	Roca + Efecto Local
		Intensidad Esperada 500 Años
Alcúdia de Crespins. I'	Valencia	8.0
Alcúdia. I'	Valencia	8.0
Aldaia	Valencia	7.5
Alfafar	Valencia	7.5
Alfarp	Valencia	8.0
Alfarrasí	Valencia	7.5
Alfauir	Valencia	7.5
Algemesí	Valencia	8.0
Alginet	Valencia	7.5
Almàssera	Valencia	7.0
Almiserà	Valencia	8.0
Almoines	Valencia	8.0
Almussafes	Valencia	8.0
Alqueria de la Comtessa. I'	Valencia	8.0
Alzira	Valencia	8.0
Anna	Valencia	7.5
Antella	Valencia	8.5
Atzeneta d'Albaida	Valencia	7.5
Ayora	Valencia	7.0
Barx	Valencia	7.5
Barx	Valencia	7.0
Barxeta	Valencia	7.5
Bèlgida	Valencia	7.5
Bellreguard	Valencia	8.0
Bellús	Valencia	8.5
Benaguasil	Valencia	7.0

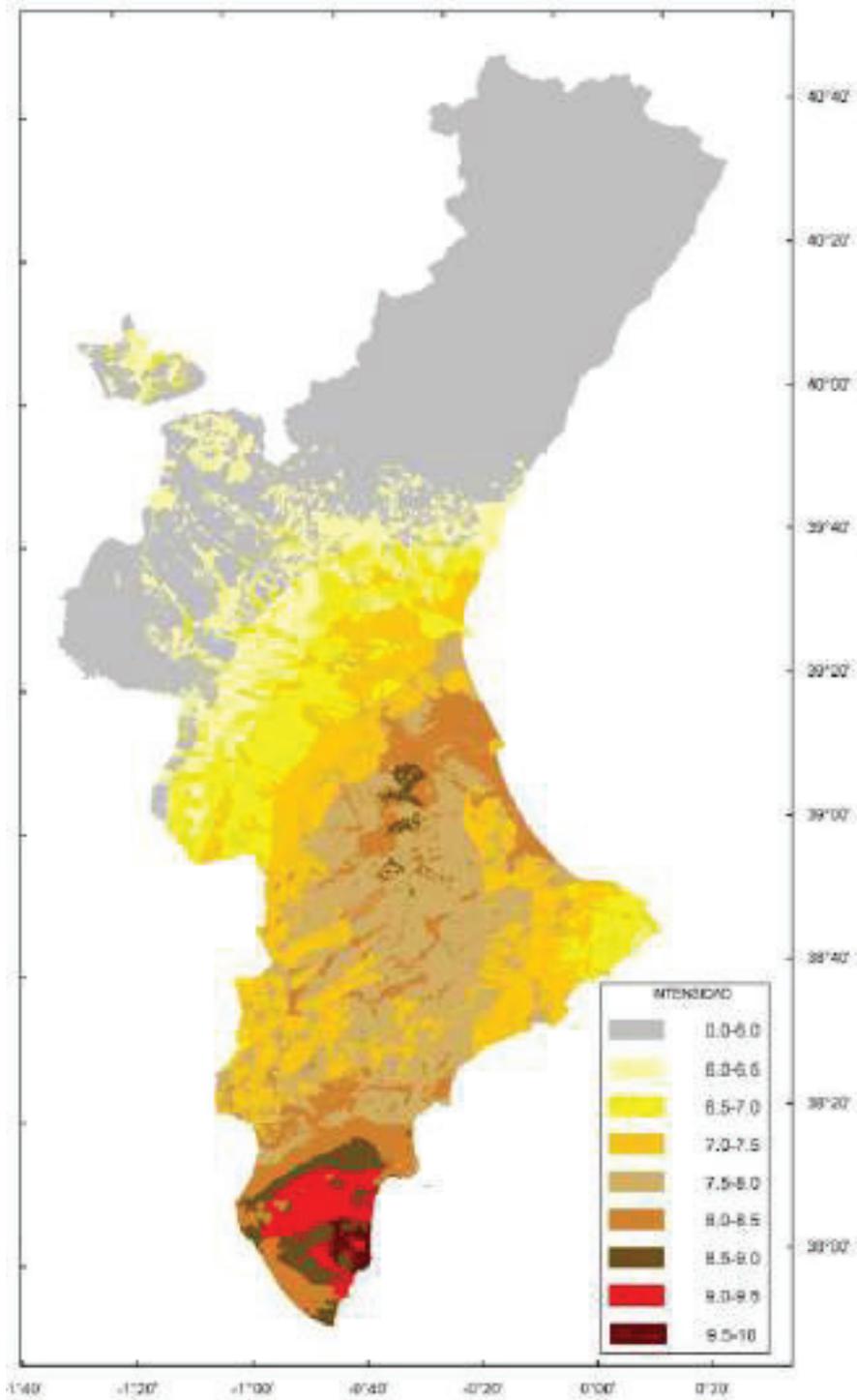
A continuación, se muestran los mapas de intensidad sísmica.



Mapa de intensidad sísmica esperada para 100 años, incluyendo el efecto de sitio.



Mapa de intensidad sísmica esperada para 500 años, incluyendo el efecto de sitio.



Mapa de intensidad sísmica esperada para 1000 años, incluyendo el efecto de sitio.

3.3. Análisis de la vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica se define como la predisposición intrínseca de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa de sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico de una severidad determinada. La vulnerabilidad está directamente relacionada con las características de diseño de la estructura.

Para la estimación de la vulnerabilidad se deben realizar estudios que comprendan las construcciones cuya destrucción, con probabilidad razonable, pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio imprescindible para la comunidad o aumentar los daños por efectos catastróficos asociados. Una elevada vulnerabilidad puede ocasionar importantes daños en las edificaciones, a pesar de producirse en un área con una peligrosidad sísmica moderada.

El documento de referencia para el análisis de la vulnerabilidad sísmica de Benaguasil es el Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Comunitat Valenciana – VUSICOVA- elaborado en 2010 por del Instituto Valenciano de la Edificación. Los datos de población, edificios y viviendas extraídos del Instituto Nacional de Estadística corresponden al año 2001.

3.3.1. Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de Benaguasil

Tipologías constructivas más representativas en Benaguasil.

El 35,60% (datos obtenidos de Catastro) de edificios construidos en el municipio de Benaguasil son anteriores a la primera Norma Sismorresistente (1974), siendo construidos en ladrillo en general.

Los datos más relevantes que se han obtenido tras análisis de fuentes catastrales en relación a las edificaciones son:

- El 64,40% se construyeron con posterioridad a 1974.
- Antes del 1950 se construyó el 13% de los edificios.
- En el desarrollo franquista (entre 1950 – 1975) un 24%.
- Entre los años 1980 y 1990 un 22%.
- Entre el año 2000 y 2021, un 30% de edificios.

Por tanto, el parque edificatorio del municipio es antiguo y presenta un tipo de vulnerabilidad acorde.

A partir de 2002, entra en vigor la actual Norma Sismorresistente, cuyos criterios deben cumplir los edificios construidos en estos últimos periodos. En la mayoría de núcleos el crecimiento se detuvo en la segunda década del siglo XXI, aunque en Benaguasil han continuado las construcciones hasta ahora, significando las viviendas construidas desde 2002 hasta ahora un 29,10%.



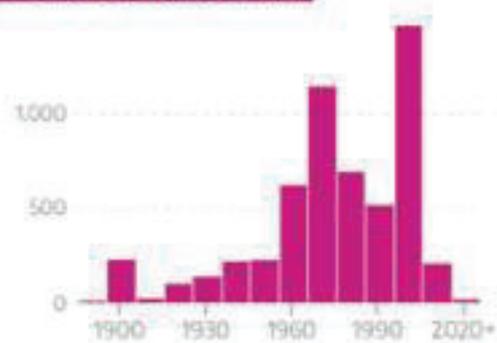
Municipio de Benaguasil
(Valencia/València)



El **64,4%** de las viviendas se construyeron a partir de 1974

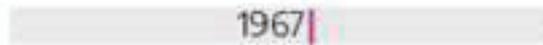
POR DÉCADAS

Viviendas construidas



CUÁNDO SE DESARROLLÓ

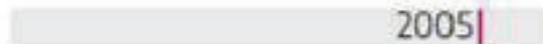
El 25% se construyó antes de...



El 50% se construyó después de...



El 25% se construyó después de...



PRINCIPALES DESARROLLOS

% de viviendas construidas

Antes de 1950: **13%**

Desarr. franquista (1950-75): **24%**

Años 1980 y 1990: **22%**

Burbuja y crisis (2000-21): **30%**

Fuente: Catastro

Clases de vulnerabilidad en el Municipio

Para catalogar la vulnerabilidad de los edificios del municipio, se ha utilizado la vulnerabilidad EMS- 98, que cataloga en 4 categorías el parque edificatorio según dicha vulnerabilidad. Los criterios son, principalmente, los materiales empleados para la construcción de la estructura de los edificios, siendo los más representativos los siguientes:

Clase de vulnerabilidad tipo A:

- Estructura de muros de carga de piedra en seco, tapial, mampostería o de fábrica de ladrillo en edificios de menos de 5 plantas
- Estructura mixta de mampostería o de fábrica de ladrillo y pórticos de fábrica de ladrillo anterior a 1950.

Clase de vulnerabilidad tipo B:

- Estructura de muros de carga de mampostería o de fábrica de ladrillo en edificios de menos de 5 plantas.
- Estructura mixta de mampostería o de fábrica de ladrillo y pórticos de fábrica de ladrillo anterior a 1950.
- Estructura mixta de mampostería o de fábrica de ladrillo y pórticos de hormigón armado construida entre 1950 y 1970.
- Estructura de porticada de hormigón armado construida entre 1930 y 1969.
- Estructura porticada de hormigón armado construida entre 1970 y 1995.

Clase de vulnerabilidad tipo C:

- Estructura porticada de hormigón armado construida entre 1970 y 1995.

Clase de vulnerabilidad tipo C, D y E:

- Estructura porticada de hormigón armado construida desde 1995.

El 59% de los edificios del municipio poseen una vulnerabilidad EMS-98 de A (23%) y B (36%), si bien los más abundantes son los catalogados con vulnerabilidad C, que suponen el 39%. Tan solo el 2% de los edificios poseen una vulnerabilidad de tipo D.

Periodos constructivos.									Vulnerabilidad de edificios EMS-98			
TOTAL	<1940	1941 1950	1951 1960	1961 1970	1971 1980	1981 1990	1991 1995	1996 2001	A	B	C	D
2793	376	279	501	525	487	333	106	186	641	1013	1086	53

Numero de edificios construidos en Benaguasil, según inventario del año 2001. Fuente Vulnerabilidad Sísmica de la Comunidad Valenciana. Instituto Valenciano de Edificación y Catastro. Elaboración propia.

Estimación de daños en las edificaciones del Municipio

Los daños estimados en los edificios de Benaguasil ante el sismo de mayor intensidad esperada (VII EMS-98) se reflejan en la siguiente tabla.

El porcentaje de edificios que sufrirían daños leves (daños no estructurales ligeros o sin daños) es de 73,10%, frente al 26,90% restante que sufriría daños moderados, graves y muy graves. De estos últimos, el 1,70% del parque de edificios de Benaguasil sufriría daños muy graves y/o total destrucción, que supondrían el colapso total o casi total de los edificios de fábrica y el colapso de la planta baja o de partes del edificio en hormigón armado.

NUMERO DE EDIFICIOS CON DAÑO. TOTAL = 2793					
D0 SIN DAÑOS	D1 LIGEROS	D2 MODERADOS	D3 GRAVES	D4 MUY GRAVES	D5 DESTRUCCION
1064	979	518	186	42	4
DAÑOS LEVES = 2043		DAÑOS MODERADOS = 704		DAÑOS GRAVES = 46	
73,10%		25,20%		1,70%	

Daños estimados en los edificios ante el sismo de mayor intensidad esperada (VII EMS-98). Fuente: Vulnerabilidad Sísmica en la Comunidad Valenciana, Instituto Valenciano de Edificación. Elaboración propia.

Del total de edificios censados en 2001, a continuación, se expone la estimación de daño producido por terremoto según el tipo de vulnerabilidad de los mismos según sean de clase A, B, C o D. Los daños leves en las clases B, C y sobre todo D presentan un porcentaje considerablemente mayor que en la clase A, donde son los daños moderados los que cobran mayor importancia con un 47,9%. Con los daños graves ocurre al contrario: poseen mayor representación en la clase A, donde se alcanza un 5,2%, mientras que disminuyen su presencia hasta desaparecer en la clase D.

DAÑO EN EDIFICIOS CON VULNERABILIDAD CLASE A. TOTAL = 641					
D0 SIN DAÑOS	D1 LIGEROS	D2 MODERADOS	D3 GRAVES	D4 MUY GRAVES	D5 DESTRUCCION
93	208	201	106	30	3
DAÑOS LEVES = 300		DAÑOS MODERADOS = 307		DAÑOS GRAVES = 33	
46,90%		47,90%		5,20%	

Daño en edificios con vulnerabilidad de clase A (VII EMS-98). Fuente: Vulnerabilidad Sísmica en la Comunidad Valenciana, Instituto Valenciano de Edificación. Elaboración propia.

DAÑO EN EDIFICIOS CON VULNERABILIDAD CLASE B. TOTAL = 1013					
D0 SIN DAÑOS	D1 LIGEROS	D2 MODERADOS	D3 GRAVES	D4 MUY GRAVES	D5 DESTRUCCION
329	393	214	65	11	1
DAÑOS LEVES = 722		DAÑOS MODERADOS = 279		DAÑOS GRAVES = 12	
71,30%		27,50%		1,20%	

Daño en edificios con vulnerabilidad de clase B (VII EMS-98). Fuente: Vulnerabilidad Sísmica en la Comunidad Valenciana, Instituto Valenciano de Edificación. Elaboración propia.

DAÑO EN EDIFICIOS CON VULNERABILIDAD CLASE C. TOTAL = 1086					
D0 SIN DAÑOS	D1 LIGEROS	D2 MODERADOS	D3 GRAVES	D4 MUY GRAVES	D5 DESTRUCCION
604	365	101	15	1	0
DAÑOS LEVES = 969		DAÑOS MODERADOS = 116		DAÑOS GRAVES = 1	
89,20%		10,70%		0,10%	

Daño en edificios con vulnerabilidad de clase C (VII EMS-98). Fuente: Vulnerabilidad Sísmica en la Comunidad Valenciana, Instituto Valenciano de Edificación. Elaboración propia.

DAÑO EN EDIFICIOS CON VULNERABILIDAD CLASE D. TOTAL = 53					
D0 SIN DAÑOS	D1 LIGEROS	D2 MODERADOS	D3 GRAVES	D4 MUY GRAVES	D5 DESTRUCCION
38	13	2	0	0	0
DAÑOS LEVES = 51		DAÑOS MODERADOS = 0		DAÑOS GRAVES = 0	
96,10%		3,90%		0%	

Daño en edificios con vulnerabilidad de clase D (VII EMS-98). Fuente: Vulnerabilidad Sísmica en la Comunidad Valenciana, Instituto Valenciano de Edificación. Elaboración propia.

La Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), clasifica como edificios de importancia especial, aquellos cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen, entre otros, los hospitales y parques de bomberos. Por otro lado, los modelos de daño que puede experimentar un edificio por la acción del sismo se pueden clasificar en cuatro grupos en función de las condiciones de habitabilidad y operatividad post-sismo.

		Modelo de daño			
		M1	M2	M3	M4
Estado edificio post-sismo	Habitabilidad	Total	Total	Parcial	Nula
Estado instalaciones post-sismo	Operatividad	Total	Parcial	Nula	Nula

Modelo de daño. Fuente: Vulnerabilidad Sísmica en la Comunidad Valenciana, Instituto Valenciano de Edificación.

3.3.2. Estimación de daños a la población

En lo que respecta a la población, 140 edificios quedarían inhabitables y 455 personas no dispondrían de un hogar ante un terremoto de máxima intensidad esperada para un periodo de 500 años. Esto supone que el 4,99% de la población quedaría sin un hogar al que acudir, teniendo que hacer uso de albergues municipales y asistencia de apoyo a la población. En cuanto al número de heridos y muertos, sería en torno al 0,011% de la población total.

La estimación de daños a la población ante el sismo de mayor intensidad esperada es la siguiente.

ENTIDAD	Nº EDIFICIOS	Nº HABITANTES	HAB/EDIF	Nº EDIF. INHABITABLES	PERSONAS SIN HOGAR	HERIDOS LEVES	HERIDOS GRAVES	MUERTOS ATC-13	MUERTOS COBURN
BENAGUASIL	2793	9116	3	140	455	71	14	5	10

Estimación de daños a la población. Fuente: Estudio vulnerabilidad Sísmica en Comunidad Valenciana. Elaboración propia.

Para cuantificar el número de personas afectadas por la ocurrencia de un sismo, se ha estimado el número de edificios que pueden quedar inhabilitados, debido a que obligaría a sus ocupantes al realojo. Este dato se ha obtenido a partir de la distribución de grados de daño para los edificios de cada municipio, según la intensidad del movimiento sísmico, ya efectuada anteriormente, de manera que el número de edificios de viviendas inhabilitados correspondería al número de edificios que experimentan grados de daño 4 y 5, más el 50% de aquellos otros que han alcanzado grados de daño 3.

Esta suposición está fundamentada en el hecho de que, a partir de un determinado grado de daño, se considera que el edificio se encuentra en estado de ruina y, en consecuencia, ya no es apto para su uso como vivienda. No obstante, grados de daño inferiores como importantes fisuras y desplomes, aun no provocando el colapso del edificio, si pueden dejarlo en unas condiciones no aptas para vivienda.

Una de las metodologías que mejor se ajusta a las características de este trabajo es la ATC-13 (1985), pues permite calcular el número de personas afectadas, en diferentes grados, según el grado de daño alcanzado en los edificios. Otra metodología que puede utilizarse es la de Coburn et al. (1992), que tiene la ventaja de que considera la actuación de los servicios de emergencia, hecho que afecta al número de pérdidas humanas, pudiendo aumentar a casi el doble. Tiene la desventaja de que sólo considera el número de víctimas provocadas por el colapso de edificios. No

obstante, aunque esta cifra no representa el total si tiene un elevado peso en el cómputo final de personas afectadas por la acción sísmica.

Estas metodologías ya se han utilizado en el desarrollo de otros estudios sobre daños a la población en España, como es el caso de la elaboración del plan de emergencia de Cataluña, el SISMICAT. Los dos métodos utilizados son Metodología de Coburn y Metodología de Applied Technology Council ATC-13.

Los resultados obtenidos mediante estas metodologías para cada una de las entidades de la Comunitat Valenciana, están representados en la tabla siguiente conjuntamente con resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología Coburn et al (1992). Se observa que los resultados obtenidos con las dos metodológicas varían debido a las consideraciones antes mencionadas. Se prefiere presentar el detalle de los resultados obtenidos con la metodología ATC-13 (1985) debido a que tiene en cuenta las posibles víctimas provocadas por los valores más bajos de los grados de daños, que son los más esperados en lugares de sismicidad moderada.

3.4. Síntesis: Aspectos del análisis del riesgo sísmico de Benaguasil

1. El núcleo de población de Benaguasil se puede ver afectado por sismos de intensidad 6.0 (periodo de retorno de 500 años) intensidad 7.0 (periodo de retorno de 1.000 años).
2. Junto a los datos anteriores, se ha realizado trabajo de campo que determina que existen algunos edificios antiguos y aquellos con denominación BIC, los cuales podrían colapsar con sismo de menor intensidad.
3. La zona más vulnerable del municipio es aquella que se encuentra dentro del casco urbano antiguo, son calles estrechas y además en algunas de ellas tienen dificultad de accesibilidad para los vehículos de emergencias.
4. Las edificaciones se construyen en ladrillo y hormigón entre dos y tres alturas en el casco urbano de Benaguasil, llegando a encontrar pocos edificios de 7 o mas plantas. En la mayoría de las urbanizaciones predominan las construcciones de entre una y dos plantas, y algunas hasta de tres plantas.
5. El 59% de los edificios del municipio poseen una vulnerabilidad EMS-98 de A (23%) y B (36%), si bien los más abundantes son los catalogados con vulnerabilidad C, que suponen el 39%. Tan solo el 2% de los edificios poseen una vulnerabilidad de tipo D.
6. La localidad dispone de infraestructuras que por su uso y residentes son más vulnerables en caso de emergencia, como: residencia de ancianos, centro de día, centros educativos, centros sanitarios, etc.
7. La estimación de daños en Benaguasil pone de manifiesto que el 1,70% de edificios presentaría daños muy graves en caso del sismo con mayor intensidad esperada. La mayoría de edificaciones sufrirían daños Leves 73,10%.
8. En caso de tener lugar un terremoto de la mayor intensidad esperada, la previsión en daños a la población es de 15 muertos, 14 heridos graves, 71 heridos leves y 455 personas sin hogar (datos con el Censo de Población de 2001 medidos sobre una población total de 9116 habitantes).