



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE LA PRESIDENCIA
Y PARA LAS ADMINISTRACIONES TERRITORIALES

SECRETARÍA DE ESTADO
PARA LAS ADMINISTRACIONES TERRITORIALES



GOBIERNO
DE ARAGON



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA.
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL EBRO

Peligrosidad Sísmica Comarca de Valdejalón y la Presa de Mularroya.

Zaragoza, 14 de febrero de 2018

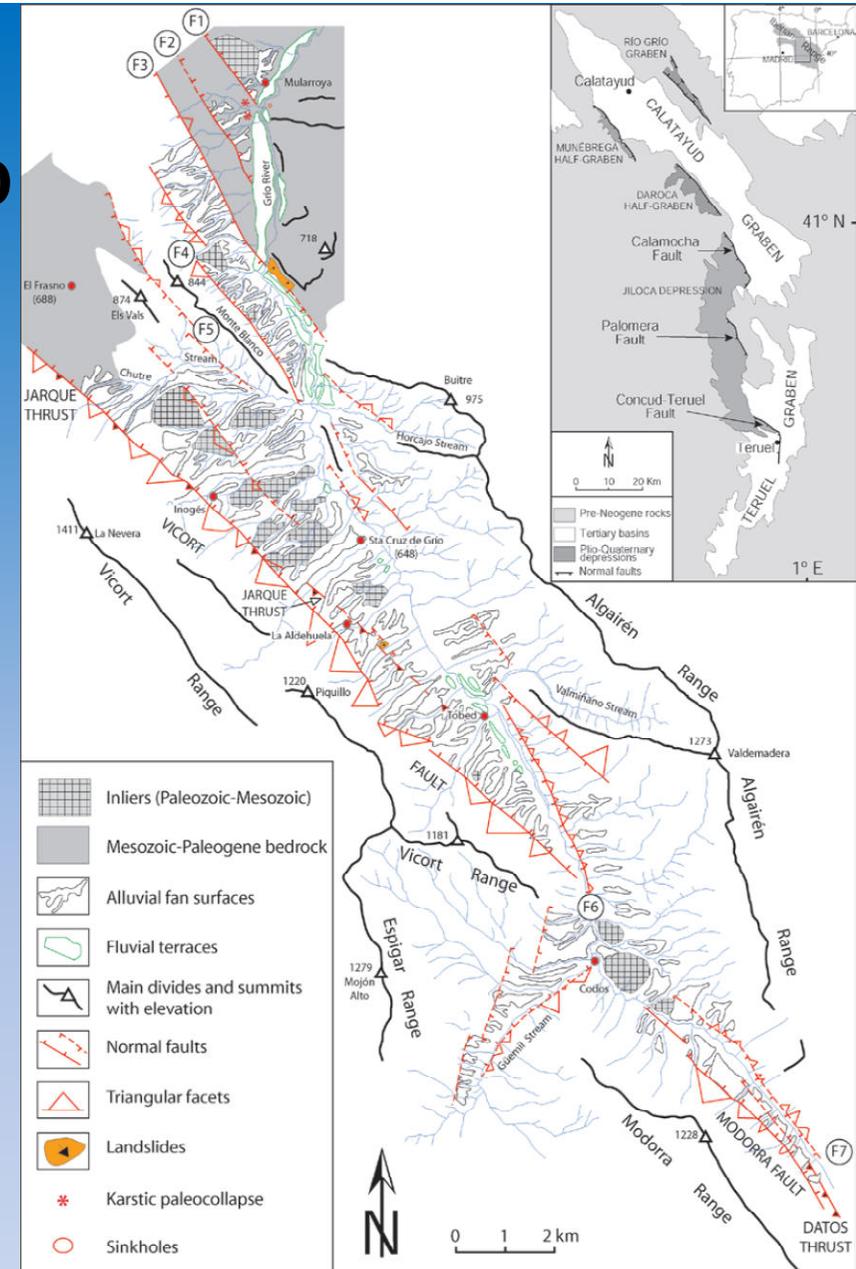
INDICE

- **1.- NUEVAS COMUNICACIONES DE SISMOTECTÓNICA**
- **2.- NORMATIVA SOBRE LA VALORACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA.**
- **3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA**
- **4.- MÉTODOS EMPÍRICOS INDIRECTOS. CORRELACIONES**
- **5.- AFECCIÓN DE GRANDES SISMOS A LAS PRESAS**
- **6.- SISMICIDAD INDUCIDA**
- **7.- PERMEABILIDAD DEL VASO DEL EMBALSE**
- **8.- RESUMEN**
- **9.- CONCLUSIONES**

1.- NUEVAS PUBLICACIONES DE SISMICIDAD

Gutiérrez F. et al. (2013). "La depresión del Río Grío (Cordillera Ibérica, NE España). Graben neotectónico vs. valle fluvial".
 Revista Cuaternario y Geomorfología.

Fault	St	L	Lith	H	S	Mw W-C	Mw S
Vicort	135	15.5	Q	230	27	6.2	6.8
Modorra	136	5.9	Q	140	23	5.9	6.5
F1	148	1.7	L				
F2	147	2.8	L			5.4	6.2
F3	147	6.5	C, L	60	21	5.9	6.5
F4	146	5.8	Q	60	19	5.9	6.5
F5	148	5	Q	50	26	5.8	6.4
F6	155	4.5	A, Q	60	13	5.7	6.4
F7	137	4.1	Q	90	30	5.7	6.4



1.- NUEVAS PUBLICACIONES DE SISMICIDAD

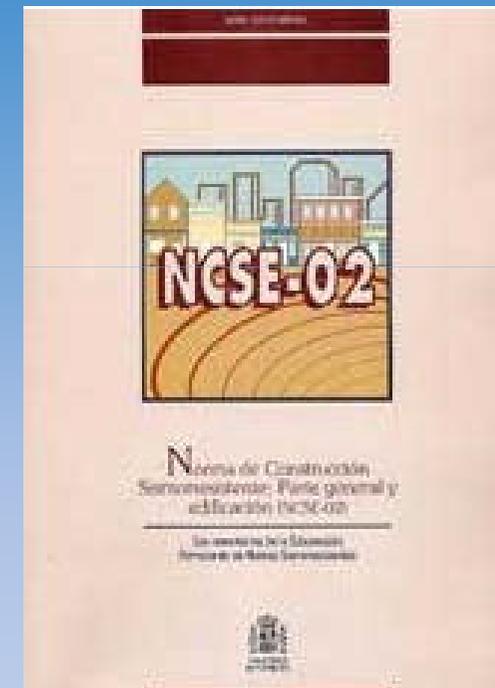
Casas Antonio, Aurell Marcos, Revuelto Carlos , Calvin Pablo, Simón José Luís , Pueyo Óscar, Pocoví Andrés y Marcén Marcos . (Diciembre de 2017). “*El embalse de Mularroya (Zaragoza). Problemas geológicos en una obra en avanzado estado de construcción*”. Revista de la Sociedad Geológica de España

En la citada publicación se describe “*la falla del río Grío como una de las fallas más importantes del sector central de la Cordillera Ibérica con actividad intermitente a lo largo de los últimos 300 millones de años*”, con “**capacidad de generar terremotos de magnitud entre 6,2 y 6,8**”, y que “**tendría capacidad de generar aceleraciones en el entorno de la presa de prácticamente 1g** (es decir la aceleración de la gravedad)”.

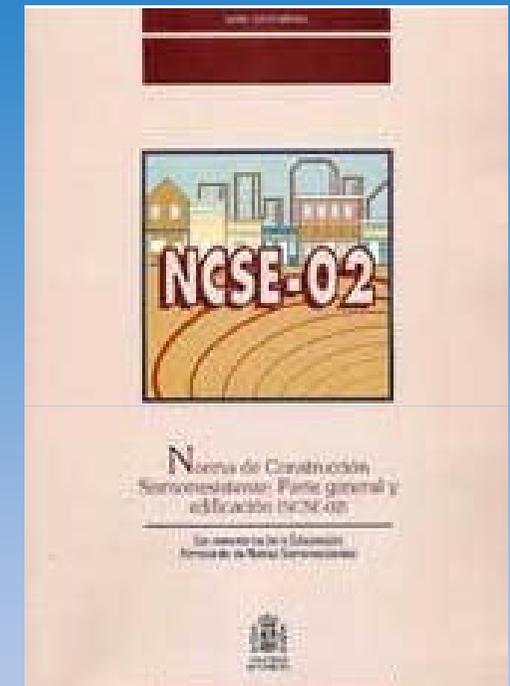
Se concluye finalmente que estas fallas podrían “*producir condiciones para la generación de vibraciones de alta amplitud y longitud de onda, fuerte intensidad y **afecciones a las poblaciones situadas en los ejes del río Grío y del río Isuela, y probablemente a otros núcleos localizados ya en la depresión del Ebro (La Almunia, Calatorao...)***”. Por otro lado, **la propia presa** podría sufrir condiciones dinámicas para las cuales no está diseñada, por lo que **podría producirse su vaciado catastrófico**, con consecuencias importantes para algunas poblaciones situadas en el valle del río Jalón”.

2.- NORMATIVA VALORACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA.

- En España la valoración del Riesgo Sísmico de una zona y de las acciones a emprender para su atenuación están reguladas en la **Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)**, probada por Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- Esta Norma es propuesta al Consejo de Ministros por la **Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes**, órgano colegiado de carácter interministerial, creada por el Decreto 3209/1974, de 30 de agosto, adscrita al Ministerio de Fomento y radicada en la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- La Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes está constituida por 24 especialistas en sismología de todas las instituciones con responsabilidad y competencias en riesgo sísmico:
 - Instituto Geográfico Nacional,
 - Ministerio de Fomento (Dirección General de Carreteras, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, y Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo)
 - Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio de Interior
 - Dirección General de Infraestructuras del Ministerio de Defensa
 - Consejo Superior de Investigaciones Científicas del Ministerio de Economía y Competitividad,
 - Ministerio de Industria, Energía y Turismo
 - Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña perteneciente a la Comisión Española de Geodesia y Geofísica
 - Consejo de Seguridad Nuclear
 - Asociación Española de Ingeniería Sísmica.



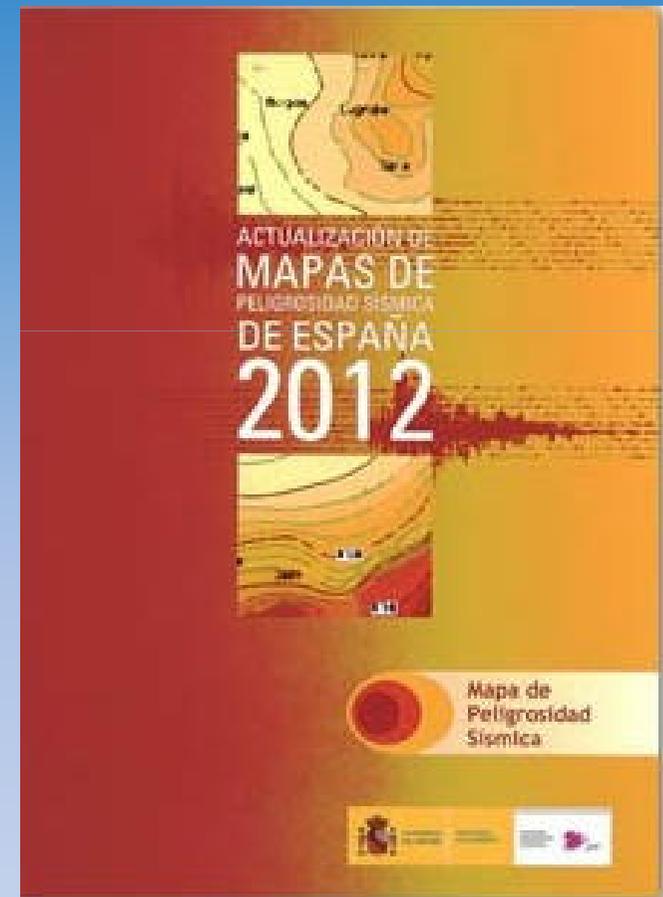
2.- NORMATIVA VALORACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA.



Actual norma vigente:
**Umbral más bajo de
Peligrosidad Sísmica de la
Península Ibérica**

2.- NORMATIVA VALORACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA.

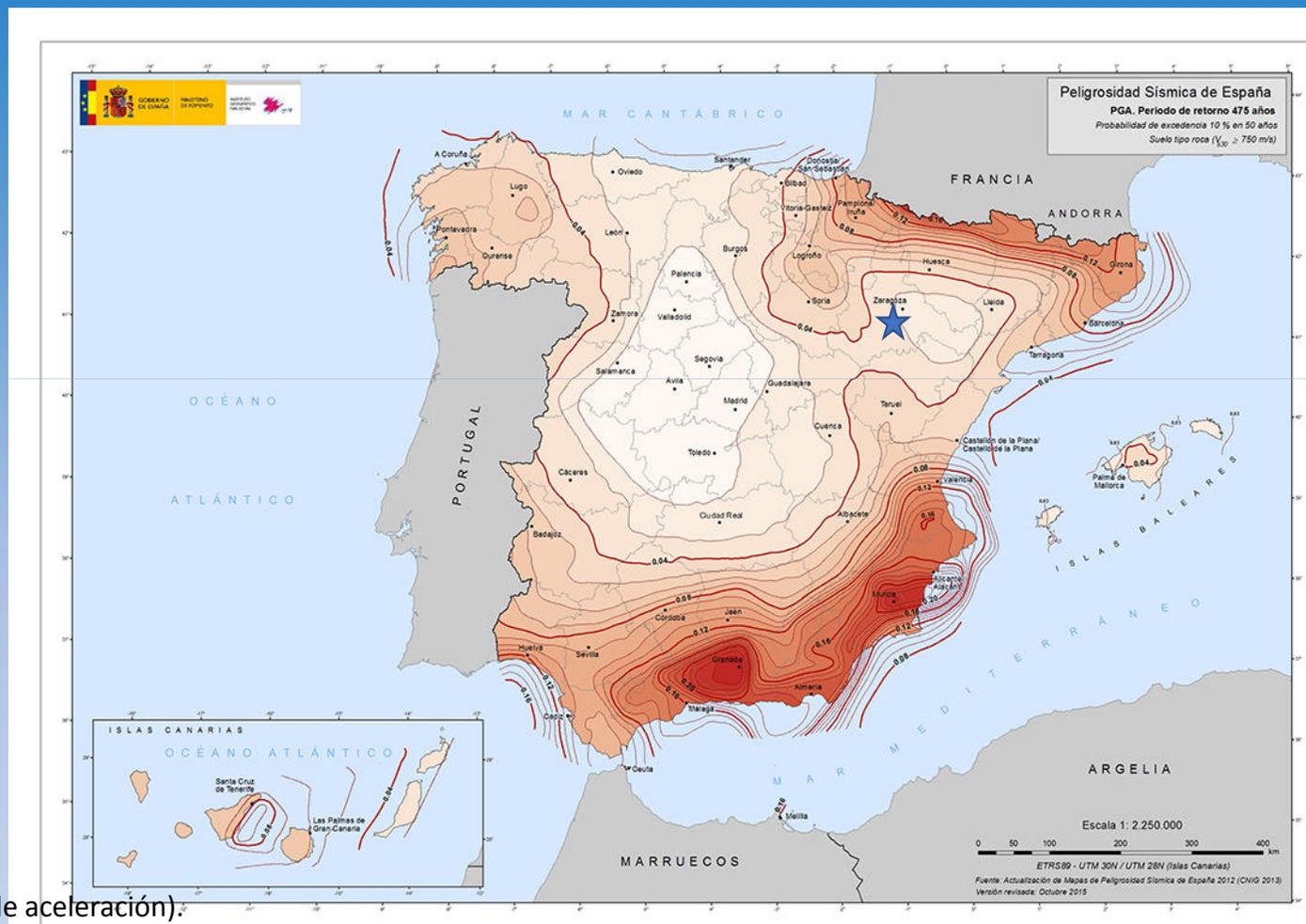
- **2012 Actualización de Mapas de Peligrosidad Sísmica de España.** Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- **Comisión de seguimiento (28 especialistas):** UPMadrid, UCMadrid, UPBarcelona, Universidad de Alicante, DG Protección Civil y Emergencias, Consejo Superior Investigaciones Científicas, IGME, Instituto Geológico de Cataluña, Consejo de Seguridad Nacional, Instituto superior Técnico de Lisboa
- $a=0,04g$. Comarca de Valdejalón (Calatorao, Ricla, La Almunia de Doña Godina, Morata de Jalón, El Frasno, Santa Cruz de Grío).
- **Sigue teniendo uno de los umbrales más bajos de Peligrosidad de España.**



2.- NORMATIVA VALORACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA.

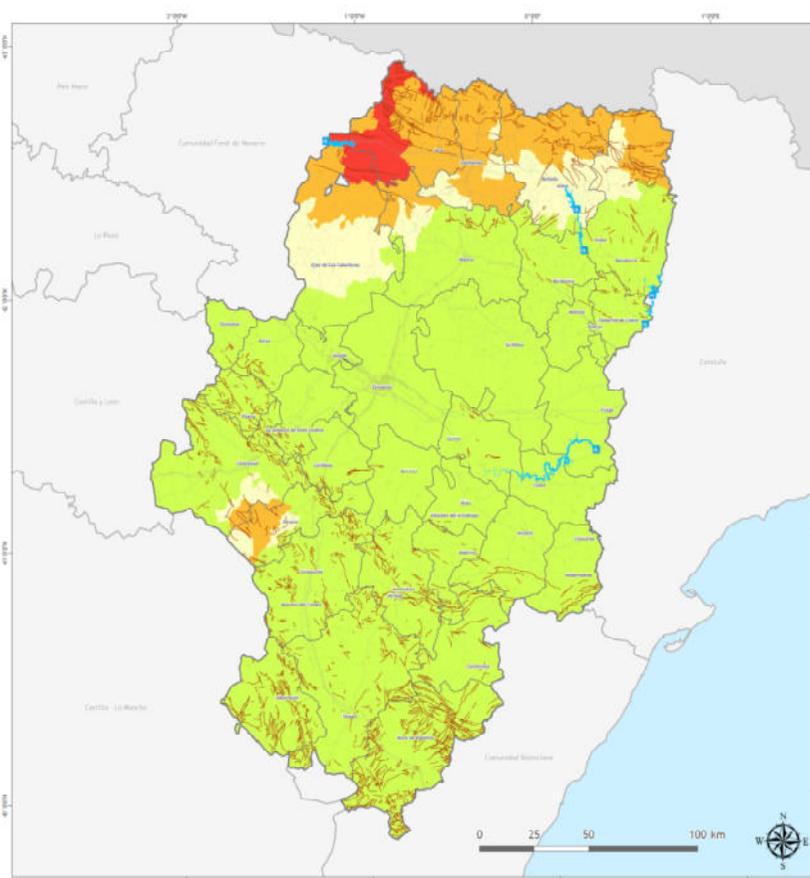
**Aceleración: 0,24g (Granada):
Máximo valor de la Península Ibérica.**

**Aceleración: 1,00g (C. Valdejalón)
según los autores de la "revista SGE"**



Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración).

Fuente: <http://www.ign.es/web/ign/portal/mapas-sismicidad>



Leyenda

SUSCEPTIBILIDAD POR PELIGROSIDAD REFERIDA A LA ESCALA MACROSEISMICA EUROPEA (EMS)

- Muy Baja - Intensidad V
- Baja - Intensidad VI
- Modorada - Intensidad VII
- Alta - Intensidad VIII

SIMBOLOGIA INDICACION

- Presas
- Embalses
- Red de Fracturación - Fallas

Observaciones:

Proyección cartográfica: ETRS89 30N

Fuentes de información: Plan Especial Protección Civil ante Sismos Base Espacial: CITA, 2006

Fecha de creación: Marzo 2014

Elaboración: Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (PLATEAR)

© Gobierno de Aragón. Todos los derechos reservados.

Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (PLATEAR)

aprobado por decreto 220/2014 de 16 de diciembre

Platear #emerjerga

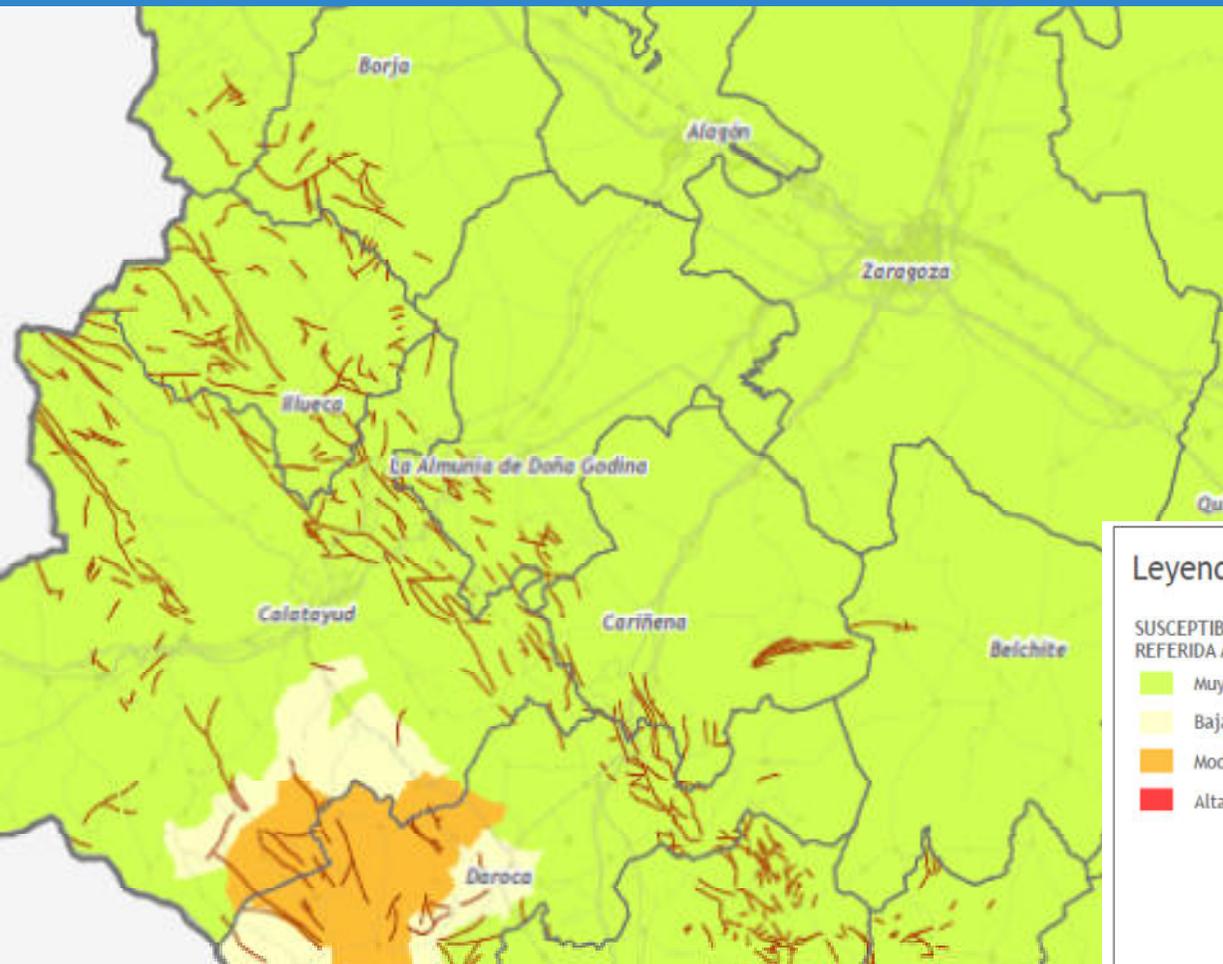
PLAN TERRITORIAL DE PROTECCIÓN CIVIL DE ARAGÓN

El Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (PLATEAR) es el instrumento organizativo general de respuesta a situaciones de emergencias, catástrofe o calamidades en el ámbito territorial de la comunidad autónoma de Aragón.

GOBIERNO DE ARAGON

112 S.O.S. ARAGON

Peligrosidad Sísmica Muy Baja



Leyenda

SUSCEPTIBILIDAD POR PELIGROSIDAD REFERIDA A LA ESCALA MACROSÍSMICA EUROPEA (EMS)

- Muy Baja - Intensidad < VI
- Baja - Intensidad VI
- Moderada - Intensidad VII
- Alta - Intensidad VIII

SISMICIDAD INDUCIDA

- Presas
- Embalsos
- Red de Fracturación - Fallas

3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

- La metodología empleada por los autores en la “revista SGE” para determinar la peligrosidad sísmica de la zona, no queda aclarada.
- Unas veces proponen Métodos Deterministas con aceleraciones sísmicas de valor **1,00 g**, y otras veces Métodos Probabilísticos con valor de aceleración **0,10 g**, extrapolándolos de otras fallas y zonas situadas en Teruel (a 130 km) y sin tener en cuenta las leyes de atenuación y la distribución de los sismos con respecto al emplazamiento.

3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

- El **método determinista** no considera el periodo de retorno de los terremotos que generan las fallas, muy elevado en zonas como la Cadena Ibérica. Además, en este caso no se han aplicado leyes de atenuación que tengan en cuenta la distancia, por lo que se trata de un método **excesivamente conservador**.
- No se hace una aproximación a la edad de los eventos
 - *“la falla del río Grío es una de las fallas más importantes del sector central de la Cordillera Ibérica..., con actividad intermitente a lo largo de los últimos 300 millones de años”* (página 58).
 - *“...cobran especial importancia los sedimentos recientes (entendiendo como tales los que abarcan el Plioceno y el Cuaternario), aunque las posibilidades de datación precisa de los mismos no sean las óptimas”* (página 52). Es decir, menos 5 millones de años y la actualidad.
 - *“sistema de fallas de río Grío, que incluye varios segmentos activos durante el Cuaternario”* (página 51). Es decir, menos de 2,5 millones
- Importancia del periodo de recurrencia. Ej: los terremotos se producen con una recurrencia media de 20.000 años. Probabilidad de que se produzca un sismo en 50 años de existencia de la presa sería de 0,0024, es decir despreciable.

3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

- ***“el área de estudio se sitúa en una zona intraplaca que presenta un registro instrumental de la sismicidad escaso”***
- **No es cierto. El área presenta el mismo registro de sismicidad que el resto de España**
- Periodo instrumental (desde el año 1920) el registro completo para magnitudes superiores a 5,0.
- Periodo histórico (no instrumental) registro completo desde el año 1800 para magnitud 5 y desde el año 1152 para magnitudes superiores a 6,0.



3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

- **Los datos que aportan un mayor rigor científico** son los calculados por **Métodos Probabilísticos** y publicados en la Actualización de **Mapas de Peligrosidad Sísmica de España del año 2012** por la **Dirección General del Instituto Geográfico Nacional**.
- Estos datos asignan a este emplazamiento un valor de aceleración **$a=0,04$ g** para el periodo de retorno de **475 años**.

4.- MÉTODOS EMPÍRICOS INDIRECTOS. CORRELACIONES

- **Los métodos empíricos indirectos utilizados introducen mucha incertidumbre.**
- Existen varias relaciones empíricas entre la magnitud y la aceleración (Milen y Davenport, 1969), (Bath, 1973), (Donovan 1973), (Helle, 1983), (Akkar y Bummer, 2010), donde el valor máximo de aceleración obtenido en ellas para M6,8, sería como máximo de 0,30 g, muy lejos del 1,00 g estimado.
- Las correlaciones de intensidad utilizadas por los autores en la “revista SGE” no son válidas en territorio peninsular: las de Trifunac y Brady, (1975) han sido propuestas para el oeste de los EEUU y las de Linkimer (2008) para Costa Rica.

5.- AFECCIÓN DE GRANDES SISMOS A LAS PRESAS

- **No existen referencias de roturas catastróficas de grandes presas modernas motivadas por sismos.**

Martin Wieland (2010), presidente del Comité de Aspectos Sísmicos del Comité Internacional de Grandes Presas.



5.- AFECCIÓN DE GRANDES SISMOS A LAS PRESAS

- **Terremotos extremos recientes, sin afección a presas:**
 - Sismo de magnitud 8 en Wenchuan (China, 2008), 1803 presas de hormigón y materiales sueltos y 403 centrales hidroeléctricas tuvieron daños y fueron reparadas, pero ninguna colapsó.
 - Sismo de magnitud 8,8 en Maule (Chile, 2010), muchas presas tuvieron daños, pero ninguna colapsó.
 - Sismo de Tohok (Japón, 2011), país con 2.675 presas, más del doble que España, padeció un terremoto de magnitud 9, cuarto mayor de la historia, sin colapso de ninguna presa, salvo una pequeña balsa agrícola, no considerada presa y fuera de la regulación sísmica.
 - Sismo de Pedernales (Ecuador, 2016) de magnitud 7,8 sin afección a las presas.
 - Sismo de Puebla (Méjico, 2017) de magnitud 8,2, en el que no hubo afección grave a ninguna presa a pesar de que este país cuenta con 4.462 grandes presas.
- Los autores citan el **terremoto de Lorca (Murcia) de 2011 de magnitud 5,2. Existen dos presas, a tan sólo 10 km de la población de Lorca, que no sufrieron el más mínimo incidente.**

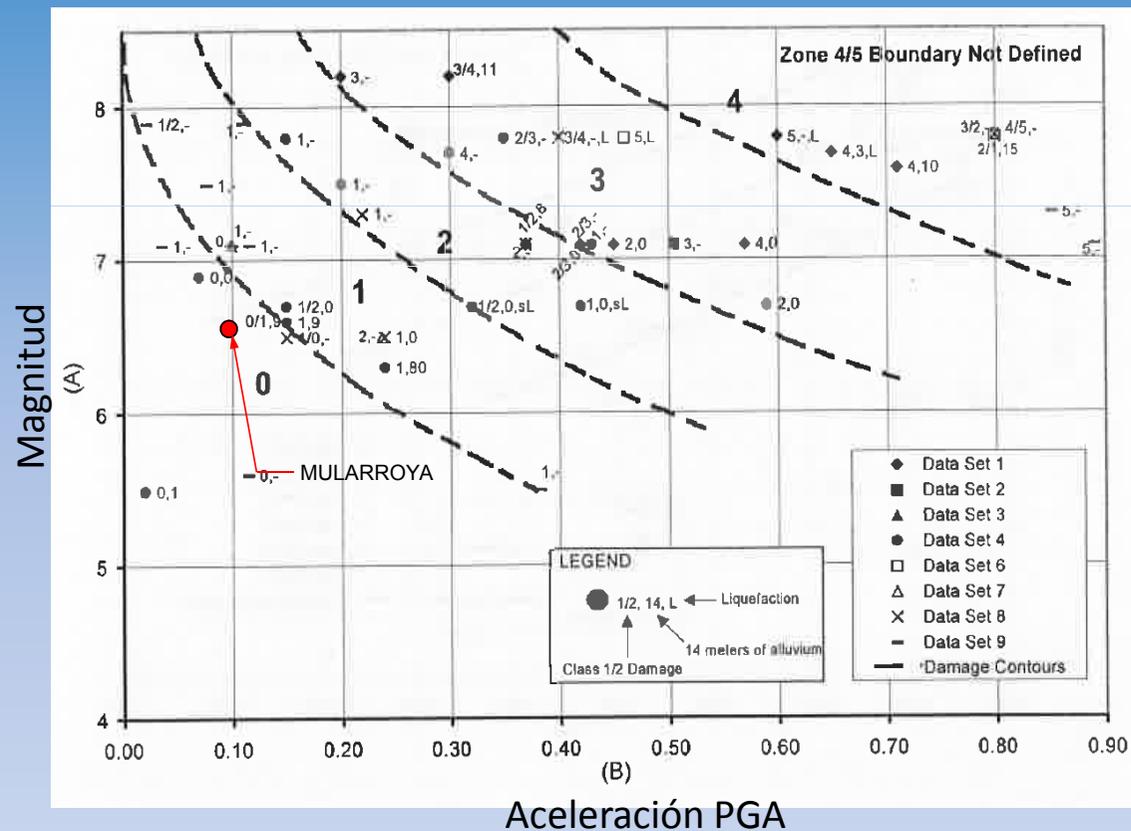
5.- AFECCIÓN DE GRANDES SISMOS A LAS PRESAS

- **Presas Romanas: Muel (24 km de la Almunia de Doña Godina), y Almonacid de la Cuba (50 km).**



5.- AFECCIÓN DE GRANDES SISMOS A LAS PRESAS

- Pells Steven y Fell Robin (2003). Damage and cracking of embankment dams by earthquake. C



Magnitudes: 6,8
Aceleración: 0,10g

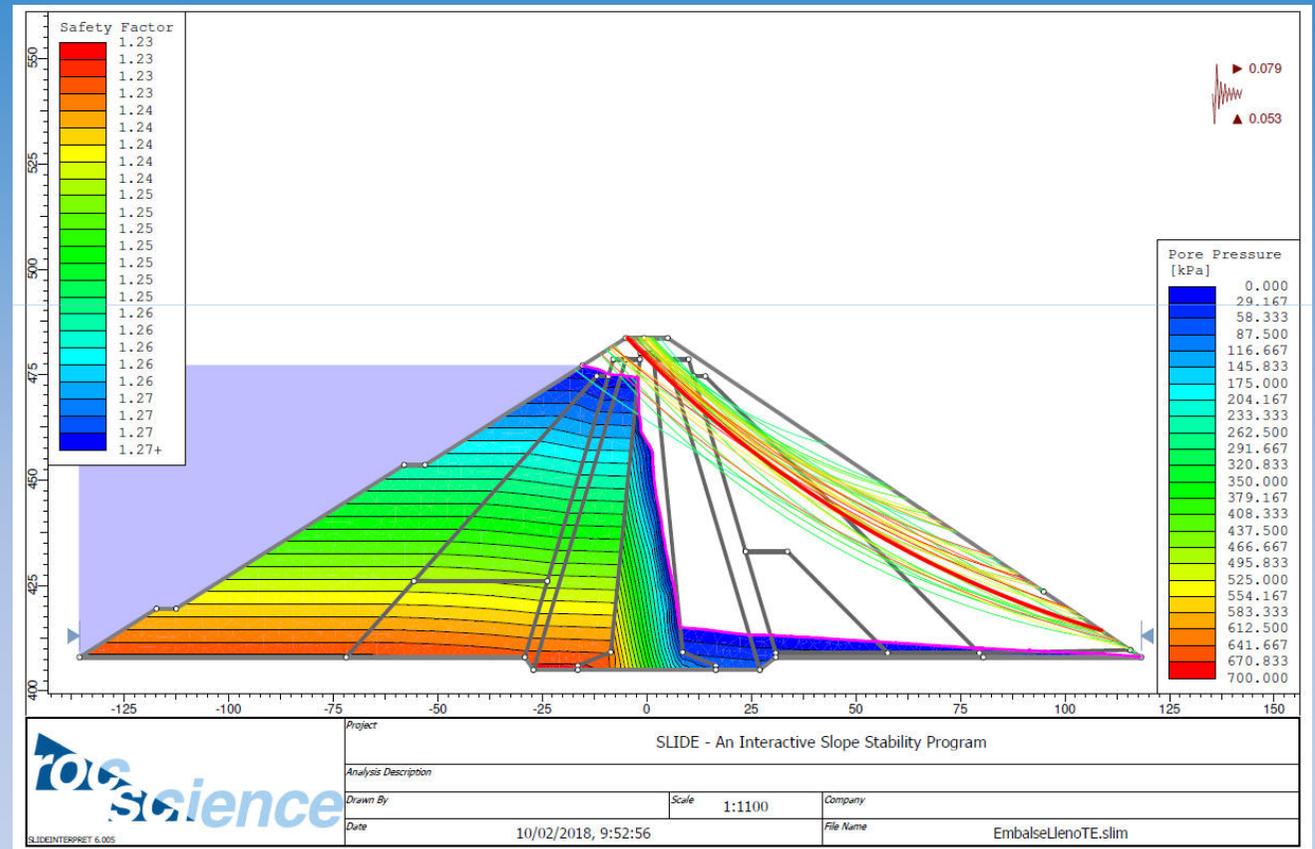
Daños insignificantes

5.- AFECCIÓN DE GRANDES SISMOS A LAS PRESAS

Cálculo de estabilidad de la presa

Acciones consideradas	Periodo de Retorno (años)	Aceleración
Situación Normal	500	0,04 g
Sismo de Proyecto	1.000	0,06 g
Sismo Extremo	5.000	0,160 g

ACCIONES CONSIDERADAS		FS OBTENIDO	FS EXIGIDO
Normal	Final de Construcción	1,45	1,40
	Embalse lleno a NMN	1,45	
Accidental	Final de construcción + TP	1,36	1,30
	Embalse lleno a NMN + TP	1,36	
	Desembalse rápido	1,37	
Extrema	Embalse lleno a NMN + TE	1,23	1,00
	Desembalse rápido + TP	1,20	



6.- SISMICIDAD INDUCIDA



- Término obsoleto: “sismicidad inducida por embalses” (reservoir-induced seismicity).
- Comité Internacional de Grandes Presas en su Boletín 137 (2011), considera más adecuado **Sismicidad Anticipada por Embalses** (reservoir-triggered seismicity).
- Según el Comité Internacional de Grandes Presas, la Sismicidad Anticipada no puede superar a la Natural, por lo tanto dimensionando la presa para soportar la Natural soportará siempre la Anticipada. No constituye un problema adicional.
- Sólo se ha producido en el 0,3 % de las presas mundiales.
- De estos casos, sólo 4 casos (es decir el 0,01%) han registrado magnitudes superiores a 6, (nunca superiores a 6,3) que pueden causar algún efecto en la presa.
- Ninguna presa del mundo ha colapsado, o se ha abandonado su explotación, por esta causa.
- **Mularroya no cumple ninguna condición** para que se produzca:
 - Presa debe tener más de 100 m de altura. **Altura: 82,58 m**
 - Embalse debe superar más de 1.000 hm³. **Volumen= 103 hm³.**
- La presa de La Tranquera, de altura y volumen similares, lleva 60 años sin presentar problemas.
- Durante el proceso de puesta en carga de un embalse y en su fase de explotación, se pueden establecer los controles de auscultación.

7.- PERMEABILIDAD DEL VASO DEL EMBALSE.

- La permeabilidad del vaso se ha evaluado mediante cartografía geológica de detalle, caracterización de los parámetros hidrogeológicos, ensayos de bombeo, modelos matemáticos y de elementos finitos, verificándose la viabilidad del embalse.
- **Los autores en la "revista SGE", no han presentado ningún dato científico que apoye sus argumentos.**

8.- RESUMEN (I)

- **La normativa sísmica en vigor indica que la zona presenta una actividad sísmica baja** con aceleración de 0,04 g para el periodo de retorno de 475 años
 - Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
 - 2012 Actualización de Mapas de Peligrosidad Sísmica de España
 - 2014. Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (PLATEAR)
- **La metodología empleada por los autores para determinar la peligrosidad sísmica no es la adecuada.**
- **No es cierto que sea escaso el registro instrumental de sismicidad en la zona, es similar al resto de España.**
- **Los métodos empíricos indirectos utilizados, introducen mucha incertidumbre.**
- **Prescindir del periodo de recurrencia invalida el cálculo fiable de la peligrosidad.**
- **Por estas razones, no es prudente afirmar que la aceleración puede alcanzar el valor de 1,00 g.**

8.- RESUMEN (II)

- **No se presenta ninguna evidencia científica de la existencia de una falla con actividad sísmica durante al menos, los últimos 10.000 años.**
- **Podemos afirmar que las fallas citadas han permanecido inactivas en los últimos 2.000 años, o al menos, no han causado daños a las presas romanas**
- **No existen referencias de roturas catastróficas de grandes presas modernas motivadas por sismos.**
- **Los casos mundiales de presas con Sismicidad Anticipada por Embalse son muy raros (0,3 %) y ninguna presa ha colapsado, o se ha abandonado su explotación, por esta causa.**
- **La presa de La Tranquera, de altura y volumen similares a Mularroya, lleva 60 años sin presentar problemas de sismicidad y hay que recordar que todos los años la Confederación Hidrográfica del Ebro, llena y vacía 55 presas sin incidentes.**
- **No se cumplen las condiciones para presumir Sismicidad Anticipada por Embalse.**
- **No se justifica la inviabilidad del embalse por permeabilidad.**
- **Ninguno de los autores tiene experiencia en presas.**

8.- RESUMEN (III)

- **El avance de una sociedad viene de la mano de su desarrollo científico. Este requiere de un análisis juicioso y sosegado en un ámbito científico-técnico.**
- **Divulgar hipótesis sin confirmar, sin pruebas, sin pedir opinión a las instituciones especializada con competencia en la materia, induce una innecesaria Alarma Social.**
- **Me pregunto porqué se pone el foco de atención exclusivamente sobre las presas.**
- **¿Edificaciones, infraestructuras lineales de la zona (autovía A-2, ferrocarril convencional, Alta velocidad)?.**
- **¿Por qué no es crítico en las presas construidas (La Tranquera, Maidevera, etc)?.**
- **Instrumento de oposición a todas las presas en construcción: Yesa (1993), Santa Liestra (1997), Itoiz (1999), Biscarrués (2000), Rialb (2001), Enciso (2005), Montearagón (2006), Loteta (2015), Soto-Terroba (2016), Mularroya (2016).**

9.- CONCLUSIONES

- **No existen evidencias científicas que justifiquen cambiar el Mapa de Peligrosidad Sísmica vigente en la Comarca de Valdejalón y que la clasifica como zona de baja sismicidad.**
- **No existe ninguna justificación técnica para dudar de la seguridad de la presa de Mularroya, incluso frente a un sismo como el anunciado (natural o inducido).**