

## Sismicidad inducida

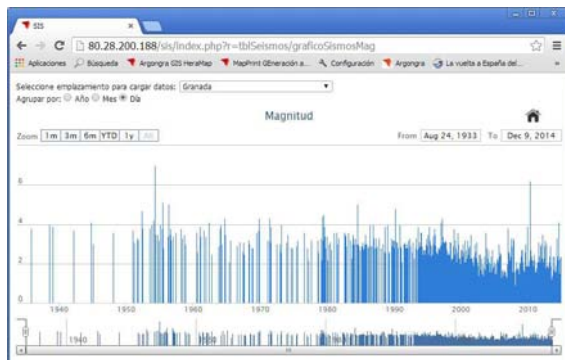
La sismicidad inducida por la explotación del suelo y del subsuelo es algo habitual y conocido desde hace varias décadas. Pero en los últimos años acontecimientos como los ocurridos en el almacenamiento de gas natural de Castor, o en la presa de Itoiz han llevado el tema a las primeras páginas de los periódicos.

¿Qué es la sismicidad inducida?, ¿Genera daños?, ¿Se puede controlar?.

### Introducción.

Dos realidades han llevado a la sismicidad inducida a la posición que tiene hoy: la primera es que las actuaciones del hombre en el subsuelo o en el suelo han ido aumentando en tamaño e importancia, la segunda, la capacidad de los sistemas de captura de información y de distribución de la misma han aumentado todavía más deprisa.

Esto quiere decir que posiblemente el hombre está generando más sismos que nunca lo hizo antes pero que además somos capaces de detectar sismos cada vez más pequeños y comunicarlo en tiempo real a cualquier interesado en el tema. El resultado es la sensación que la sismicidad aumenta.



Magnitud y número de sismos en las proximidades de Granada 1933 -2014 (Fuente IGN).

### ¿Qué es la sismicidad inducida?.

Los sismos ocurren porque sobre la corteza terrestre se generan fuerzas que someten a las rocas a esfuerzos. Si este esfuerzo alcanza un determinado valor se produce la "rotura" de la roca y esta rotura es lo que genera el sismo. La "rotura" se suele producir en las zonas más débiles de las rocas las cuales suelen ser las fallas o fracturas ya existentes.

Hoy en día el hombre puede modificar los esfuerzos a los que se somete la roca, por ejemplo llenando un embalse con millones de metros cúbicos de agua, o

inyectando un fluido en el subsuelo, o extrayendo agua de un acuífero, o etc.

Esta modificación de esfuerzos puede dar lugar a adelantar sismos que iban a ocurrir antes o después, a sismos nuevos o por el contrario a retrasar o anular sismos que iban a ocurrir.

Se llama sismicidad inducida de una forma general a cualquier sismicidad que es adelantada o generada por la actuación del hombre.



Densidad de sismos (número de sismos/km2) en el año 2011 (Rojo.-zonas de mayor densidad) (Fuente IGN)

### La magnitud de un sismo.

La importancia de sismo se mide habitualmente en una escala relativa que la estableció en 1935 Richter que se denomina magnitud. Esta escala se estableció en California a partir de los desplazamientos máximos detectados por un sísmógrafo concreto y es una escala logarítmica.

Otro parámetro importante cuando se trata de caracterizar un sismo es la energía que entra en juego en el mismo. Es importante saber que un sismo de magnitud  $n+1$  (por ejemplo magnitud 3) tiene 30 veces más energía que un sismo  $n$  (magnitud 2). Esto quiere decir que un sismo de magnitud 4 tiene casi 1000 veces más energía que un sismo magnitud 2.

La magnitud de un sismo, debido a la escala utilizada, también puede ser negativa y así se tienen, por ejemplo, sismos de magnitud - 2.

El sismo **medido** de mayor magnitud fue el de Valparaíso (Chile) en 1960 (22 de mayo) que alcanzó una magnitud de 9.5.

Hoy en algunos lugares muy concretos y con sistemas muy sofisticados se pueden llegar a medir sismos de magnitud - 4.

Para que sea más fácil tener una idea de lo que supone la variación de energía involucrada en el rango de sismos posibles se pondrá un ejemplo. Un sismo de magnitud 10 es equivalente a una explosión de  $10^{12}$  toneladas de explosivos, mientras que uno de magnitud -4 lo es tan solo un miligramo.

Quiere esto decir que la magnitud 10 tiene  $10^{21}$  (un 1 seguido de 21 ceros) veces más energía que un sismo de magnitud -4.

Está claro que cuando hablamos de sismos podemos estar hablando de cosas muy distintas. Es fundamental ser consciente de esto.

Aunque no es un umbral cuantitativamente establecido se suele aceptar que los sismos de magnitud 2 o inferior no suelen ser sentidos por la población. A estos sismos no sentidos se les denominan microsismos.

## El daño que generan los sismos.

De forma general el daño que genera un sismo depende de 4 factores:

1. Magnitud del sismo
2. Distancia al sismo
3. Materiales que atraviesa la onda
4. Forma de construcción

Los tres primeros factores los impone la naturaleza, y el resultado es lo que se conoce como Intensidad.

La Intensidad es una medida cualitativa de los efectos que en un lugar determinado genera un sismo. En España se utiliza la escala EMS98 (<http://www.ign.es/ign/resources/actividades/sismologia/escalaMacro.pdf>) La escala tiene 12 grados, desde grado I, cuando el sismo no se siente de ninguna manera hasta grado XII, el sismo es completamente devastador.

El daño que se genera en un edificio o en una estructura va a depender de la Intensidad, pero también de qué y cómo está construido. Los edificios se clasifican según su vulnerabilidad en seis clases (de A a F, siendo esta última la menos vulnerable).

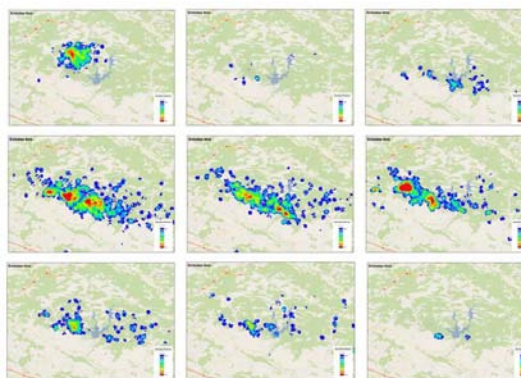
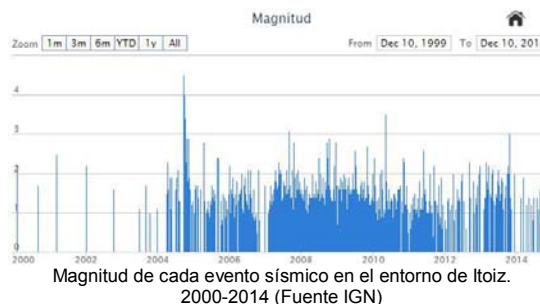
Según la información del IGN <http://www.ign.es/ign/resources/actividades/sismologia/escalaMacro.pdf> una intensidad grado V es la mínima que se requiere para que un edificio vulnerable (grado A) puedan sufrir algún daño aunque tan solo sea de grado 1 (*Daños de despreciables a ligeros (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)*).

## Un caso. El Embalse de Itoiz...

La sismicidad inducida por el llenado del Embalse de Itoiz es un caso paradigmático. En las estadísticas mundiales de sismicidad inducida los embalses de agua ocupan una posición "destacada".

Existe información pública muy detallada sobre Itoiz <http://www.icog.es/portal/uploads/serviciosdoc/itoiz.pdf>, como un informe del Colegio de Geólogos.

Itoiz es un ejemplo de cómo el conocimiento científico y técnico contribuye a realizar una gestión adecuada y positiva de un problema sobrevenido. La gestión adecuada no solo permite no tirar a la basura una inversión que puede ser necesaria sino que contribuye a un aumento en el conocimiento científico y técnico que hará que en el futuro se pueda diseñar las obras aún con una mayor seguridad y un menor impacto.



## Conclusiones

La sismicidad inducida es una realidad con la que hay que convivir. Hoy, muchas de las actuaciones del hombre pueden generarla, pero ello no es sinónimo de catástrofe.

Es fundamental aumentar el conocimiento técnico y científico que se tiene de estos fenómenos y por tanto no se debe desaprovechar ninguna ocasión, siempre que se haga con la adecuada precaución. La sismicidad inducida puede ser gestionada adecuadamente.

La sismicidad inducida no está ligada a actividades del pasado sino del futuro, como son el aprovechamiento de las energías renovables, por ejemplo la hidráulica y la geotérmica, el almacenamiento de energía renovable, la gestión de residuos, la protección de las aguas o la lucha contra el cambio climático.

**Nota.- Fuente de datos IGN, procesados por Argongra en su sistema de monitorización de sismos inducidos .**