





# Informe de la actividad sísmica en Lizoáin (Navarra)

# (versión actualizada a 20/10/2020 a las 12:00h UTC)

### Este informe se actualiza diaria o semanalmente según la evolución de la serie y la información disponible

Desde finales de agosto de 2020 se están registrando una serie de terremotos superficiales al noreste de Pamplona, en las cercanías de los municipios navarros de Lizoáin-Arriasgoiti y el valle de Egüés/Eguesibar. Dicha actividad sísmica se inició el día 19 de agosto de 2020, y el día 30 de agosto la Red Sísmica Nacional registró un terremoto de magnitud Mw 4,1 ampliamente sentido pero sin causar ningún daño. La serie se ha reactivado posteriormente a finales de septiembre con un terremoto el día 25 de magnitud 3,3, también ampliamente sentido por la población en la zona epicentral. El día 30 de septiembre del 2020 se ha registrado un terremoto de magnitud Mw 4,5 al norte de Lizoáin, seguido el día 1 de octubre de otro terremoto de Mw 4,4. Ambos han sido ampliamente sentidos en las provincias de Navarra, Guipúzcoa, La Rioja, Zaragoza y Huesca, llegando incluso a sentirse en las provincias de Lleida, Barcelona y Tarragona el de mayor magnitud.

Desde el día 19 de agosto de 2020, en que se inició la serie, hasta la fecha de actualización de este informe, se han calculado un total de 641 terremotos en la zona, de los cuales 10 son de magnitud mayor o igual que 3,0 (ver Tabla 1) y 55 han sido sentidos por la población.

Magnitud	Fecha (Hora GMT)	Intensidad Máxima
4,5*	30/09/2020 22:02:31	V
4,4*	01/10/2020 00:21:38	IV-V
4,1*	30/08/2020 05:57:57	IV
4,0*	30/09/2020 23:37:31	IV
3,5*	30/09/2020 22:54:14	Ш
3,3	25/09/2020 02:00:23	Ш
3,1	09/10/2020 10:44:53	Ш
3,1	29/09/2020 09:24:00	Ш
3,1	30/08/2020 05:55:59	Ш
3,0	23/09/2020 21:21:25	111

Tabla 1. Terremotos de  $M \ge 3$  de la serie sísmica de Lizoáin (con \* los terremotos con magnitud Mw)







El mapa de la Figura 1 muestra la situación de todos los terremotos registrados en la zona epicentral desde el inicio de la serie sísmica hasta la fecha de realización de este informe.



Figura 1. Mapa de sismicidad de la zona epicentral desde el 19 de agosto de 2020 hasta la fecha de realización de este informe.

Para ver todos los terremotos de la zona (últimos 30 días) pinchar aquí.



En la Figura 2 se muestra el número de terremotos al día de magnitud mayor de 1,5 y la magnitud de cada uno de ellos.



Figura 2. Número de terremotos por día y su magnitud.

En las Tablas 2 y 3 se recogen los datos del número de terremotos y número de terremotos sentidos para distintos intervalos de magnitud e intensidad.

	Tabla 2. Terremotos por intervalo de magnitud							
				M<3	3≤M<4	4:	4≤M<5	
	Nº Terre	emoto	os	631	6		4	
Tabla 3. Terremotos sentidos por intervalo de intensida								idad
		II	-	111	III-IV	IV	IV-V	V
N⁰	Sentidos	36	6	10	0	2	1	1







Para la monitorización y cálculo de la actividad sísmica en tiempo real la Red Sísmica Nacional cuenta con más de 100 estaciones de velocidad y 130 estaciones de aceleración repartidas por todo el territorio español. En la provincia de Navarra, en torno a la zona donde se están produciendo los terremotos, el IGN tiene instaladas de forma permanente tres estaciones sísmicas de velocidad y dos de aceleración, y cuenta además con los datos de estaciones de otras instituciones (Figura 3).

Tras el inicio de la serie sísmica de Lizoáin, la Red Sísmica ha instalado, además, dos estaciones portátiles temporales de velocidad y una de aceleración en las proximidades de la zona epicentral, lo que permite registrar los terremotos con una buena cobertura azimutal y realizar la localización de los epicentros con mayor precisión y fiabilidad.



Figura 3. Estaciones sísmicas de velocidad y aceleración en el entorno de la zona epicentral.

## Información macrosísmica y daños

## INTENSIDADES

La Intensidad Macrosísmica es un parámetro que representa de forma global el movimiento del suelo debido a un terremoto en una localidad, a partir de los daños producidos y de los efectos en las personas y en los objetos. Para evaluar la Intensidad Macrosísmica se emplean fundamentalmente las siguientes fuentes de información: cuestionarios macrosísmicos a través de la página web y de la





aplicación informática para móviles inteligentes del IGN, trabajo de campo, información telefónica de Ayuntamientos y particulares, información de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias y del 112.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Los terremotos de mayor magnitud de esta serie (Mw 4,5 del 30/09/2020 y Mw 4,4 del 01/10/2020) han sido sentidos con unas intensidades máximas de V y IV-V respectivamente en las poblaciones de la zona epicentral, habiéndose recibido más de 9000 cuestionarios a través de la página web y aplicación móvil del IGN. Como resultado de la recopilación y estudio de toda esta información se han obtenido los valores de intensidad macrosísmica EMS que aparecen en los mapas de la Figura 4 (4a y 4b).

Hasta el momento se han registrado pequeños daños no estructurales, como grietas en el enlucido, además de numerosas caídas de objetos en varias construcciones dentro de la zona epicentral.



Figura 4a Distribución de la Intensidad macrosísmica para las localidades que percibieron el terremoto de Mw 4,5.



Escala de intensidades



## ACELERACIÓN

Los acelerómetros son instrumentos que registran la aceleración del suelo en el caso de movimiento fuerte, esto es, en los casos en los que la estación se sitúa próxima a la fuente sísmica y el terremoto tiene una magnitud moderada a grande. Los valores de aceleración máxima tienen interés, además de para la evaluación de los daños y del comportamiento de las estructuras, para la elaboración de mapas de peligrosidad sísmica que permitan tener una estimación de los parámetros de cálculo que han de considerarse en la normativa de construcción sismorresistente.

Según el nuevo Mapa de Peligrosidad Sísmica de España del IGN (2012), la aceleración sísmica máxima, para un periodo de 475 años y en suelo tipo roca, en la zona de Pamplona es de 0,10 g, tal como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Mapa de peligrosidad sísmica de España, de la región noreste peninsular, para periodo de retorno de 475 años, (IGN) correspondiente a la actualización de 2012.

Los dos terremotos de mayor magnitud de esta serie sísmica han sido registrados en los acelerógrafos de Pamplona e Itoiz, situados a unos 10-12 km de distancia de los epicentros, con una aceleración máxima de 0,052 g en la estación de Itoiz, correspondiente al sismo principal de magnitud 4,5, y una aceleración máxima de 0,026 g en la estación de Pamplona, correspondiente al sismo de magnitud 4,4.

#### SHAKEMAPS

Con los datos de intensidades macrosísmicas y los datos de aceleraciones y velocidades máximas del suelo pueden elaborarse mapas que representen el movimiento del suelo en la zona epicentral y alrededores, esto es, mapas que permitan visualizar la severidad y extensión de la sacudida originada por el terremoto. Estos mapas son denominados *shakemaps* o mapas de sacudida.

En las figuras siguientes se muestran los *shakemaps* elaborados para el terremoto principal de la serie, de magnitud Mw=4,5, ocurrido el día 30/09/2020 a las 22:02 (GMT). Estos han sido realizados a partir de los datos observados, completados con los datos teóricos estimados por los modelos de movimiento utilizados para la región. En la Figura 6 se muestra el mapa obtenido para la intensidad. En esta puede observarse la gran extensión geográfica en la que el terremoto ha sido sentido (I >= II). En la Figura 7 se muestran los mapas obtenidos para la aceleración máxima (PGA) y la velocidad máxima (PGV) del suelo. A partir de éstas puede verse que la PGA estimada en la zona del epicentro es



del orden de 5 % g (g aceleración de la gravedad) y la PGV es del orden de 2 cm/s.



Figura 6. Shakemap intensidad macrosísmica. La leyenda inferior muestra también la equivalencia aproximada entre los parámetros usados para representar el movimiento del suelo.



MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL





Scale based on Worden et al. (2012) Version 8: Processed 2020-10-02T11:02:40 △ Seismic Instrument ○ Reported Intensity ★ Epicenter



Figura 7. Arriba: Shakemap aceleración máxima (medida en %g). Abajo: Shakemap velocidad máxima (medida en cm/s).







## Sismicidad y sismotectónica de la zona

SISMICIDAD HISTÓRICA E INSTRUMENTAL

En la región pirenaica se han producido grandes terremotos a lo largo de la historia (Figura 8a) como el de intensidad IX-X ocurrido en 1428 en Queralbs (Girona) que produjo la destrucción de la ciudad y unas 800 víctimas, así como tres terremotos de intensidad VIII-IX: 1373 en Ribagorça (Lleida), 1427 en Olot (Girona) y 1660 en el departamento francés de Altos Pirineos. Más al oeste, algunos terremotos de menor entidad han tenido lugar en el departamento de los Pirineos Atlánticos (Francia), siendo el mayor de estos el de intensidad VII-VIII en 1814.



Figura 8a. Sismicidad histórica e instrumental más significativa (Mw >3) de la región de los Pirineos.

Sin embargo, la zona donde se ha producido esta serie sísmica presenta una sismicidad moderada. En las últimas décadas, los terremotos en el oeste de los Pirineos se concentran principalmente en el lado francés, con magnitudes de hasta 5,5.

Cerca de la zona epicentral destacan varios terremotos en los alrededores de la ciudad de Pamplona. A lo largo del siglo XIX hay catalogados 3 terremotos históricos con intensidades entre IV y IV-V y en el siglo XX destacan uno con intensidad VI en 1903 y otro con intensidad IV en 1990. Más al sur destacan dos terremotos con intensidad V ocurridos en Legarda (M 4,5) en 1982 y en Gazólaz (M 4,0) en 1996. Al norte cabe destacar un terremoto de magnitud 4,2 registrado en Olave en 2017 también con intensidad V y hacia el este se tiene constancia de un terremoto con intensidad IV en Aoiz ocurrido en 1887 (ver Figura 8b).



Figura 8b. Sismicidad histórica e instrumental más significativa (Mw >3) próxima a la zona epicentral de la actual serie sísmica.

En la zona epicentral la máxima magnitud registrada ha sido de 4,5 durante la crisis sísmica de 2004, serie que algunos estudios asocian al Embalse de Itoiz, y en septiembre de 2020, ambos con intensidad V. Aparte de estos dos periodos en los que se registran un gran número de eventos, cabe destacar dos eventos ocurridos en la zona de Lizoáin en 2007 con magnitud 2,8 e intensidad IV y en 2010 en Nagore con magnitud 3,5 e intensidad III.

En la Figura 9 se representa una distribución del número de terremotos en intervalos de 3 meses y magnitudes registradas desde el año 2000.





Figura 9. Número de terremotos y magnitud máxima por día.

## MARCO SISMOTECTÓNICO

La actual serie sísmica está localizada en el límite suroeste de la cordillera Pirenaica, dentro de la denominada Zona Surpirenaica, en la que se encuentran materiales sedimentarios de cobertera de edad mesozoica y terciaria depositados sobre el basamento varisco. La zona epicentral se encuentra al noreste de la cuenca de Pamplona y está compuesta por anticlinales y sinclinales con la tendencia de los ejes hacia el este, pero truncados en algunos sitios por sistemas de fallas con direcciones E-O y ESE-OSO. Al noroeste de esta zona destacan diversas estructuras tectónicas cuaternarias, siendo la principal de ellas la falla de Pamplona, con orientación NNE-SSO de unos 120 km de longitud que atraviesa la cordillera desde la cuenca de antepaís del Ebro hasta los Macizos Vascos paleozoicos y que se interpreta como una estructura transversa profunda. Otras fallas destacadas con sismicidad asociada son la falla de Leiza de unos 30 km de longitud, orientación E-O y tipo normal, y las fallas de Roncesvalles y Aralar.

Los Pirineos son el resultado de la convergencia entre las placas de Iberia y Eurasia que comenzó hace unos 80 millones de años durante la orogenia alpina del Mesozoico-Cenozoico y cuya expresión superficial se ha interpretado la falla Norpirenaica, una gran estructura tectónica que atraviesa la cordillera de los Pirineos de este a oeste. Su actual régimen tectónico es complejo, con numerosas estructuras activas y gran diversidad de mecanismos, por lo que no se puede hablar de un régimen de







esfuerzos o modelo sismotectónico homogéneo y único a nivel regional. No obstante, el mecanismo focal de los terremotos es predominantemente normal con el eje de tensión perpendicular a la alineación de la cordillera, lo que sugiere que actualmente existe un régimen extensivo en dirección NNE-SSO, lo que concuerda con los datos de desplazamientos observados por GNSS en el oeste de los Pirineos. Según estos datos la tasa actual de deformación de los Pirineos es muy baja, < 1 mm/año. A pesar de ello, los Pirineos presentan una actividad sísmica constante y constituyen la segunda región sísmicamente más activa de la Península Ibérica.

## **Mecanismos focales**

El cálculo del denominado Tensor Momento Sísmico nos proporciona un conocimiento del tipo de mecanismo que ha producido el terremoto en la falla responsable, además de dar un valor a la magnitud, denominada magnitud momento (Mw) que nos proporciona una medida más coincidente con otros calculados por otras agencias.

Hasta el momento el IGN ha calculado el mecanismo focal de 5 terremotos pertenecientes a la serie con magnitudes comprendidas entre Mw=3,5 y Mw=4,5 (ver Figura 10), cuyos parámetros se recogen en la Tabla 4. Estos mecanismos son fundamentalmente transcurrentes con planos nodales aproximadamente SW-NE y NW-SE y con componente oblicua. El terremoto con magnitud 3,5 muestra una solución de falla normal con componente de desgarre.

Fecha	Pano nodal 1 (strike, dip, slip)	Plano nodal 2 (strike, dip, slip)	Mo (dyn∙cm)	Mw	Prof. centroide (km)	Porcentaje Doble Par	Ajuste
30/08/2020 05:57:56	(35, 69, 145)	(139, 57, 25)	1,60E+22	4,1	3	71 %	0,22
30/09/2020 22:02:30	(149, 84, -60)	(249, 30, -168)	6,96E+22	4,5	3	90 %	0,17
30/09/2020 22:54:13	(128, 66, -58)	(251, 39, -140)	2,14E+21	3,5	3	47%	0,28
30/09/2020 23:37:30	(47, 90, -141)	(317, 51, 0)	1,22E+22	4,0	4	65 %	0,20
01/10/2020 00:21:38	(232, 85, -149)	(139, 59, -6)	4,85E+22	4,4	3	67 %	0,23

#### Tabla 4. Mecanismos focales de la serie de Lizoáin



Figura 10. Mecanismos focales calculados de los principales terremotos de la zona epicentral desde 1985 (se representa la sismicidad de M>1,5 de la zona epicentral).