



## SEMINARIO DE CONFERENCIAS Y JORNADA DE TRABAJO SOBRE FALLAS ACTIVAS Y NCSR-23

MADRID, 18 Y 19 DE SEPTIEMBRE DE 2023

**Antecedentes:** El lunes 18 de septiembre de 16:00 a 20:00 horas tuvo lugar un ciclo de conferencias sobre *“Peligrosidad de desplazamiento en superficie por terremotos. Aplicación en las normas de construcción sismorresistentes”* en la Facultad de Ciencias Geológicas (UCM). Al día siguiente, en el IGME, CSIC (Madrid) de 9:00 a 19:00 horas, se celebró la *“Jornada de Trabajo sobre la consideración de fallas activas en el proyecto de nueva norma sismorresistente española (NCSR-23)”*.

El presente documento, a fecha de 18 de Octubre de 2023, muestra las conclusiones más importantes que se alcanzaron en ambas actividades por el grupo de trabajo formado *ad hoc* en el proceso de inscripción a la Jornada de Trabajo en el IGME, y una serie de acciones propuestas para seguir trabajando en el tema en el corto y medio plazo.

### CONCLUSIONES (Resumen)

1. La Jornada ha cumplido las expectativas en el sentido de haber sido capaz de abordar los temas más importantes y alcanzar un consenso general en las cuestiones más críticas. Si bien es evidente que es necesario seguir trabajando sobre diferentes aspectos concretos, para lo cual se han creado Grupos de Trabajo (ver punto 2 del documento).
2. La base de datos QAFI es un excelente punto de partida para crear un catálogo de fallas activas según NCSR-23. Sin embargo, necesita un trabajo de corrección, actualización y transcripción.
3. Sería muy recomendable editar una Guía Técnica o unas Recomendaciones para el uso del mencionado catálogo de fallas activas, así como para la aplicación de determinados preceptos de la norma (ej, medida de distancias, ...).
4. En particular, se considera a priori buena práctica considerar hasta una distancia horizontal de 400 m a la traza de la falla en superficie (o su proyección) como definición de “cercanía” a la falla para el propósito de evitar deformaciones permanentes del terreno (rotura en superficie).
5. Se considera a priori que la escala de trabajo de la QAFI (aprox 1:100.000) es suficiente para medir distancias de precisión de kilómetro (5, 10 y 15 km) para la consideración de efectos de cercanía de fuente (ej, anejo 2 puentes). Se propone que esta distancia se mida a la proyección en superficie del plano de falla.
6. No se concluye por el momento cuando puede considerarse que la recurrencia del terremoto mayor o igual de 6,5 es coherente con el periodo de retorno de diseño. Tema que queda para posterior estudio por grupo de trabajo específico.



## 1. CONCLUSIONES DE LA JORNADA

### ***Sobre la creación de un catálogo de fallas activas en España***

- Existe consenso en que la base de datos QAFI es la plataforma principal para identificar las fallas definidas como activas en la NCSR23 (fallas con actividad en Pleistoceno Superior-actualidad o fallas con tasas de deslizamiento superiores a 1mm/a o fallas con actividad sísmica comprobada) pero que necesita ser revisada y completada, así como adaptada para el propósito.
- Se hace necesario entonces crear una nueva base de datos o catálogo de fallas activas según NCSR23, con un aviso legal de descargo de responsabilidad (*disclaimer*), que podría estar gestionada por el IGME de modo parecido a la QAFI; o podría ser una capa creada ad hoc en el visor web de la QAFI.
- Por tanto, no sería la QAFI en su versión actual. El documento de referencia podría ser una capa que forme parte de la QAFI o un documento diferente (base de datos que se nutra de la QAFI con las revisiones pertinentes). Se contempla un trabajo a corto plazo y otro a largo plazo (que incluya estudios nuevos e implique financiación y una entidad que lo coordine como podría ser el IGME).
- La estructura de esta nueva base de datos deberá contener al menos campos como “magnitud máxima capaz”, relativos a su geometría simplificada, tasa de desplazamiento, recurrencia estimada, ... También será muy importante definir cómo será la cartografía y la escala de precisión mínima. (Ver conclusiones al respecto más adelante)
- Existe una propuesta de que en vez de producir ese mapa/catálogo, se den simplemente las bases para que la persona encargada del estudio geológico lo haga por su cuenta. Se debate que, en ese caso, estaríamos dejando esta labor en manos de técnicos no especializados, a riesgo de que no se desempeñe adecuadamente.
- Fallas activas según NCSR23 en la QAFI hay: 84 (si bien la mitad más o menos están en el mar, 5 en Portugal y otras tantas en Marruecos y Argelia). Sin embargo, existen registradas 117 fallas con actividad en el Cuaternario en sentido amplio y 108 fallas en debate.
- Se piensa que estas fallas, junto con las cartografiadas como cuaternarias en el Mapa Neotectónico de España (IGME-ENRESA, 1998), y una vez sometidas estas últimas a revisión a la luz de los datos actuales, debieran también ser identificadas, aunque con otra denominación (“sospechosas”, “potenciales”), y se debería recomendar también su consideración en la aplicación de la NCSR23; si bien estrictamente su actividad entre el Pleistoceno Superior y la actualidad aún no se haya evidenciado mediante estudios científicos.
- Se advierte que la QAFI presenta algunas erratas (ej, falla de El Camp, Palomares, ...) y también que podría actualizarse un poco más. En particular es importante la revisión pormenorizada de aquellas fallas que puedan presentar actividad sísmica instrumental/histórica evidente, aunque geológicamente no se observe su actividad en superficie (por ejemplo, las fallas de La Loma, en Morón de la Frontera).



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

IGME  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID

Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

fault  
sha<sup>2</sup>



- Surge el tema de qué hacer con fallas que parece que funcionan fundamentalmente por deslizamiento asísmico (*creep*). Estas últimas, en cualquier caso, pueden romper los edificios o infraestructuras que se construyan sobre su traza en superficie.

### ***Sobre los aspectos relacionados con la medida de la distancia a la falla***

En la NCSR23 es necesario medir la distancia de la falla en relación con a) la consideración de efectos de campo cercano y b) prevención de desplazamientos permanentes del terreno.

En relación con los efectos de campo cercano: en diferentes anejos se hace referencia a la distancia horizontal de 5, 10 y 15 km de la infraestructura a fallas capaces de producir terremotos de Mw mayor o igual a 6,5 (y cuya recurrencia sea “coherente” con el periodo de retorno de la acción sísmica).

- Para la medida de la distancia del emplazamiento a la falla activa se propone medir la distancia horizontal más corta a la proyección en superficie del plano de falla. Si el plano de falla no alcanza la superficie (falla ciega) se propone que se proyecte éste a la superficie en la dirección del buzamiento. Esto último se hace para tener en cuenta la posible directividad de las ondas sísmicas por propagación de la rotura de la falla hacia la superficie del terreno (*updip directivity*).
- El plano de falla proyectado en superficie debiera dimensionarse adecuadamente para incorporar la complejidad de la “zona de falla”, con su correspondiente margen de incertidumbre. Este puede ser de 300 o 400 metros. (figura más abajo)
- Para la medida de la distancia a la falla (esto es, a la proyección en superficie del plano de falla) es necesario tener una precisión mínima de kilómetro, con lo que podría ser suficiente contar con una cartografía a escala 1:100.000 de las fallas.
- La precisión estándar de la base de datos QAFI se estima que es 1:100.000.
- La cartografía de las fallas en QAFI deberá entonces transcribirse al catálogo de fallas activas teniendo en cuenta las premisas anteriores, y por tanto será necesario ir falla por falla decidiendo parámetros geométricos a adoptar (por ej., buzamiento, profundidad), ajustando a la zona de falla, para finalmente obtener la proyección en superficie (que tendrá una forma de rectángulo, aproximadamente.).
- Será necesario hacer un filtrado en QAFI de aquellas fallas que sean capaces de producir un terremoto de Mw igual o superior a 6.5. A este respecto se debe tener muy en cuenta la incertidumbre en las relaciones empíricas, entre otras cosas. También deberían resaltarse/marcarse aquéllas cuya recurrencia sea coherente con el periodo de retorno de la acción sísmica considerado. Ver apartados más abajo.
- Se comenta la posibilidad de tener en cuenta el error de localización que podría derivarse de la falta de estudio detallado. Esto podría hacerse tomando un caso ejemplo, como es la variación de la traza de la falla de Alhama de Murcia con el paso de las dos décadas en las que se ha ido estudiando

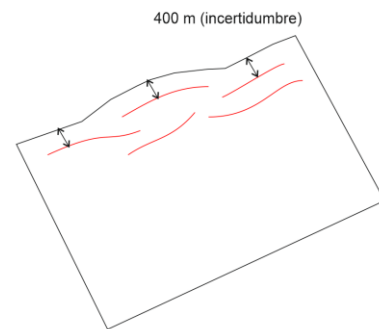
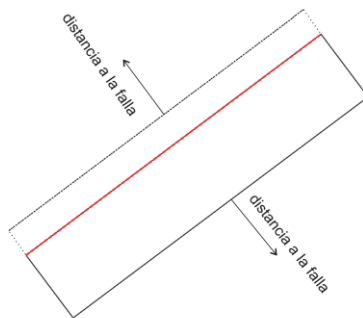
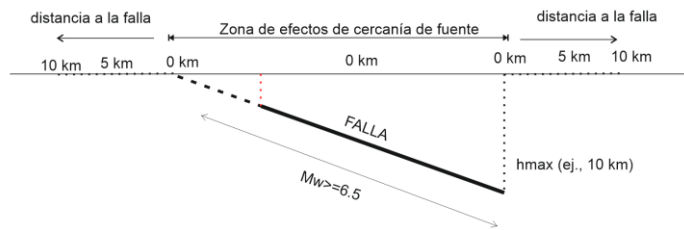


Ilustración sobre el procedimiento de la medida “distancia a la falla” para considerar efectos de campo cercano (ej. anejo 2 puentes). Arriba, sección vertical. Abajo, proyección en planta. Derecha, proyección en planta incorporando la complejidad de la traza y su incertidumbre (aumentando la distancia 400 metros más).

En relación con la prevención de deformaciones permanentes del terreno, y también para evitar construir edificación en las “proximidades” de fallas activas (planes de ordenación):

- De modo preliminar se concluye que una distancia menor de 400 metros es adecuada para considerar que se está en las “proximidades” de una falla activa, y, por tanto, la necesidad de establecer estudios específicos o especiales, como dice la NCSR23. El valor de 400 metros está inspirado en la normativa italiana, y es la primera distancia que se mide, mientras que estudios posteriores y de detalle de la falla pueden llegar a disminuir esta distancia hasta los “30” metros.
- La cartografía donde se pudiera medir la distancia de 400 metros podría ser con la misma escala/precisión con la que está hecha QAFI. Habría que trazar un margen (*buffer*) alrededor de todas las trazas de fallas activas de 400 metros de radio.
- Sería muy recomendable y útil **elaborar una guía técnica/recomendaciones/buenas prácticas** sobre los estudios específicos que determina la aplicación de la norma cuando se está en las proximidades de una falla activa. Esta guía debería establecer los objetivos principales perseguidos, la metodología básica a seguir para su consecución, y la forma de expresar los resultados y sus incertidumbres. Debe estar pensada para ser usada por geólogos de empresas. Se puede tomar como modelo la de Nueva Zelanda, o la de Costa Rica. Esta guía la podría editar el IGME.
- En los estudios especiales habría que hacer una cartografía de la falla a escala 1:5000 (detalle). Habría que concretar lo máximo posible el grado de actividad de la falla (edad

de las últimas deformaciones, tasa de desplazamiento). ¿Lo puede hacer esto un geólogo de empresa? Habría que estimar la recurrencia de terremotos con rotura del terreno (podría ser en términos probabilistas). Habría que estimar la dimensión de la rotura del terreno (podría ser en términos probabilistas). Ver siguiente apartado. Estos estudios especiales y en general la elaboración del catálogo de fallas oficial (producto a largo plazo) en Italia por ejemplo lo asume protección civil. Aquí se podría plantear, de modo que protección civil lo encargara al IGME/ICGC por ejemplo, y estos a su vez colaboren con institutos y universidades.

### ***Sobre los aspectos relacionados con la estimación de la deformación permanente del terreno***

- Para infraestructuras que cruzan fallas activas (puentes, tuberías), estimar la dimensión de la deformación permanente del terreno puede ser crucial para el diseño. Este tipo de situaciones requerirá de un estudio específico que será bastante similar al que se recomienda para el planeamiento urbano en las proximidades de fallas activas, pero incluyendo la estimación probabilista/determinista de la ocurrencia de la rotura en superficie y de su dimensión. Se entiende que, dada la gran especialización de estos estudios, así como que se trata de cuestiones de borde conocimiento, no cabe emitir más que unas recomendaciones generales antes que especificar una metodología concreta.

### ***Sobre los aspectos relacionados con la valoración de la coherencia entre la recurrencia de los terremotos capaces ( $M_w$ mayor o igual que 6.5, o aquellos con potencial rotura en superficie) y el periodo de retorno de la acción sísmica de diseño.***

- Se discute que una adecuada valoración de esta coherencia podría hacerse en términos de impacto de fallas con diferentes *slip rates* en la peligrosidad sísmica en términos de PGA (por ejemplo) para emplazamientos localizados a 0, 2, 5, 10 y 15 km (por ejemplo) para periodos de retorno de 500, 1000 y 3000 años (por ejemplo) empleando un modelo de atenuación NGA de fallas.
- Una aproximación simple, pero efectiva, a este problema sería considerar sólo las fallas con actividad holocena, puesto que entre ellas estarán las que tienen impacto en la peligrosidad para tales PRs. O sólo aquellas con SR superiores a 1 mm/a.

### ***Sobre las limitaciones de la NCSR-23 en cuanto a la consideración de las fallas que formarán parte del catálogo referido en la Guía Técnica.***

- Algunos participantes consideran grave que la norma solo se refiera a fallas activas en zonas con una aceleración mayor o igual que 0,04g. Desde el grupo se discute la pertinencia o no de esta limitación y se acuerda trabajar hacia la caracterización de todas las fallas activas y potencialmente activas, independientemente de las aceleraciones de cálculo estimadas, y que se recomiende su estudio siempre para estructuras de especial importancia.



UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID



## **2. ACCIONES A TOMAR EN EL CORTO PLAZO**

Se decide crear varios grupos de trabajo en relación con los siguientes temas y con las siguientes personas involucradas (se listan por orden aleatorio). Se decide volver a reunirse nuevamente, aunque quedaría establecer lugar y fecha. Sería necesario nombrar un coordinador en cada grupo de trabajo.

### **1 Grupo de creación del catálogo de fallas activas**

María Ortuño, José J. Martínez Díaz, Iván Martín Rojas, Jesús Galindo Zaldívar, Julián García Mayordomo, Raquel Martín Banda, Fidel Martín, Octavi Gómez Novel, Júlia Molins, Anna Echeverría, Álvaro González.

### **2 Grupo de creación de la cartografía de fallas activas (rectángulos y buffers) y su parametrización**

Raquel Martín Banda , Octavi Gómez Novel, Julián García Mayordomo, Álvaro González, Jorge Gaspar Escribano, José A. Álvarez Gómez, Giorgi Khazaradze, Paula Herrero Barbero, Héctor Perea

### **3 Grupo de elaboración de la guía técnica/recomendaciones**

Juan M. Insua Arévalo, Jesús Galindo Zaldívar, Iván Martín Rojas, Eulalia Masana, Carol Canora Catalán, Julián García Mayordomo, Raquel Martín Banda, Hector Perea, Álvaro González

### **4 Grupo de estudio sobre la "coherencia" entre recurrencia y periodo de retorno de diseño.**

Julián García Mayordomo, Octavi Gómez Novel, Jorge Gaspar Escribano