Seguridad en los Hogares de Postguerra: Mitigación de la Vulnerabilidad Sísmica en Ayamonte

Beatriz Zapico-Blanco

Carlos Baena Arrabal

Dpto. de Estructuras de Edificación e Ingeniería del Terreno
Universidad de Sevilla

Francisco Manuel Alonso-Chaves

Dpto. de Ciencias de la Tierra - Universidad de Huelva

1. Introducción

En muchas ciudades españolas, los barrios construidos durante la posguerra constituyen una parte fundamental del paisaje urbano y de la memoria colectiva. Ayamonte no es una excepción. La posguerra española trajo consigo una fuerte presión demográfica sobre los núcleos urbanos, impulsada por la reindustrialización y el éxodo rural. Para responder a esta demanda, se construyeron miles de viviendas sociales a lo largo de las décadas de 1950, 1960 y 1970, muchas veces en las periferias de las ciudades (Figura 1). Estas promociones, levantadas con presupuestos muy ajustados y con soluciones repetitivas, no tuvieron en cuenta el riesgo sísmico al que estaban expuestas, en parte porque la normativa sismorresistente no existía aún en España hasta 1974. Así, se levantaron edificios funcionales, sí, pero carentes de protección ante uno de los peligros naturales más imprevisibles: el terremoto.

Figura 1. Evolución urbana mediante imágenes aéreas (1956-1998). *Elaboración propia a partir de imágenes de la Red de Información Ambiental de Andalucía* (REDIAM). Recuperado de https://is.gd/drjy6R

Estas viviendas no son solo bloques de hormigón y ladrillo: son el reflejo y la memoria de una época, de una necesidad urgente de alojar a una población creciente, y hoy, décadas después, muchas de estas edificaciones continúan habitadas, formando comunidades vivas con fuertes identidades. Sin embargo, con el paso del tiempo han surgido nuevas preguntas: ¿hasta qué punto son seguras estas viviendas? ¿Están preparadas para afrontar un posible terremoto? ¿Cómo podemos conservar su valor social y cultural sin ignorar su vulnerabilidad?

En el caso de Ayamonte, estas viviendas se asientan en zonas urbanas que, en muchos casos, presentan un tipo de suelo especialmente sensible: depósitos recientes (incluso de origen

antrópico) y marismas que pueden amplificar notablemente las ondas sísmicas. Esto, sumado a las condiciones constructivas de la época y al envejecimiento de los edificios, hace que la vulnerabilidad sísmica de estas barriadas sea hoy una preocupación real y urgente. Se trata de conjuntos con gran homogeneidad tipológica, que alojan a una parte importante de la población y que representan un legado social y arquitectónico del siglo XX.

Además de su valor urbano y social, estas barriadas se enfrentan a una amenaza sísmica real, derivado de la peligrosidad natural del entorno geológico de Ayamonte. El escenario sismo-tectónico en el Golfo de Cádiz está relacionado con una de las zonas de fractura más importantes de nuestro planeta. Se trata de la Zona de Fractura Azores–Gibraltar y su terminación oriental está a sólo 100 km al sur de Ayamonte. Tal fractura es el límite entre las placas tectónicas Euroasiática y Africana, (Figura 2). Se trata de una fractura activa desde hace millones de años y con una larga historia de terremotos documentados. El municipio ya sufrió las consecuencias del gran terremoto de Lisboa de 1755, cuyo impacto fue severo tanto por el temblor como por el posterior tsunami.

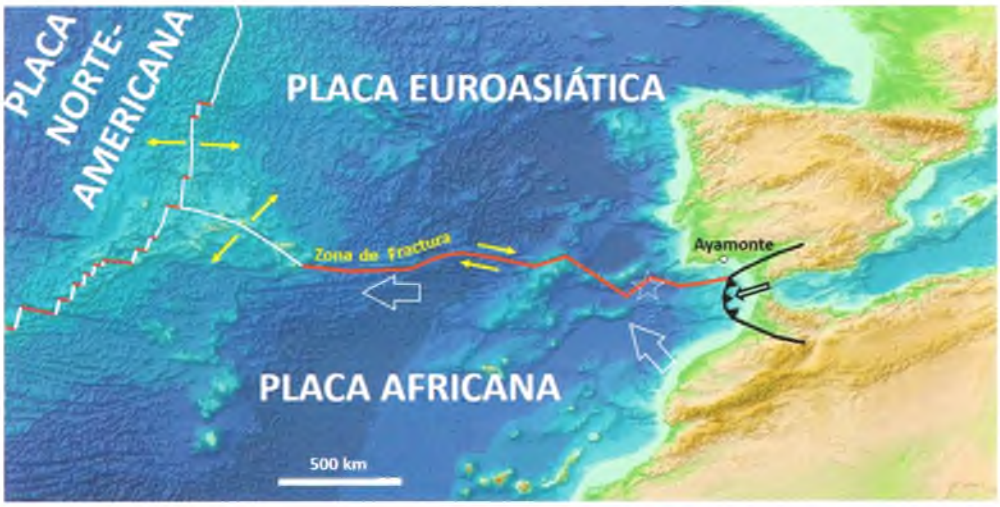

Figura 2. La Zona de Fractura Azores - Gibraltar se extiende de oeste a este atravesando el fondo del océano Atlántico. Las flechas amarillas indican el movimiento relativo entre las placas tectónicas. Las flechas blancas indican el movimiento relativo de África respecto Eurasia. La flecha negra muestra el avance hacia el oeste de la microplaca de Alborán. La estrella blanca permite situar el epicentro del terremoto del 28 de febrero de 1969, se sospecha que debió estar muy cerca de dicho epicentro el terremoto de Lisboa ocurrido el 1 de noviembre de 1755.

Desde entonces, se han registrado otros sismos relevantes, como el ocurrido el 20 de diciembre de 1989 con epicentro al este de Ayamonte (Figura 3), exactamente en la zona conocida como Casa de la Crista. Aquel terremoto tuvo una magnitud de 5.0, es decir, se liberó energía equivalente a 1800 toneladas de explosivos y ocurrió a 23 km de profundidad en la parte inferior de la corteza terrestre, justo debajo de Ayamonte. La intensidad máxima permite

identificar la zona más afectada por el terremoto (tanto por los daños como por la percepción que tienen las personas, entre otros argumentos) y aquel terremoto hizo vibrar de forma preferente el delta y el estuario de la desembocadura del Guadiana y su entorno. Hubo daños leves (caída de muros) en algunos edificios especialmente vulnerables por su construcción basada en una estructura de mampostería (Figura 4). La intensidad máxima que se alcanzó fue de VI.

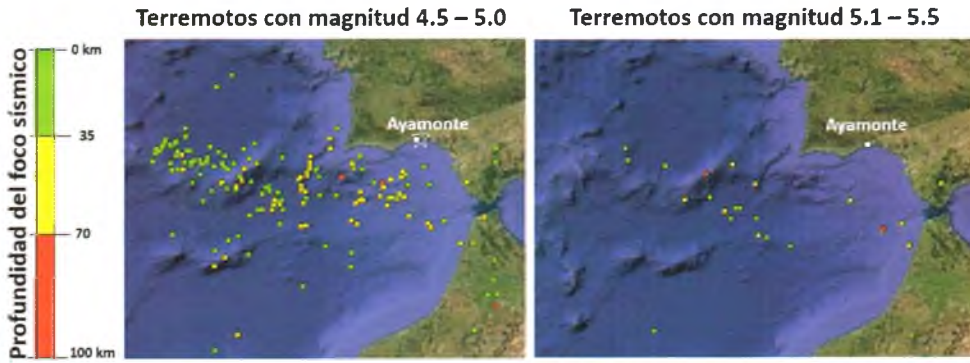

Figura 3. Terremotos recientes registrados cerca de Ayamonte, con magnitudes comprendidas entre 4.5 y 5.5. La estrella indica la situación del epicentro del 20 de diciembre de 1989, con magnitud 5.0 sobre la ciudad de Ayamonte. *Fuente: Instituto Geográfico Nacional.*

Figura 4. Daños estructurales causados por movimientos sísmicos en *La Redondela (Huelva) en relación con el terremoto de 20 de diciembre de 1989,*
Fuente: *Instituto Geográfico Nacional. Teoría general sobre sismos. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. https://is.gd/SJhPdR*

Estudios recientes siguen confirmando la relevancia de este peligro. Esta circunstancia, unida a la naturaleza blanda del suelo en muchas de sus zonas edificadas, refuerza la necesidad de

evaluar la vulnerabilidad de estas viviendas y de promover medidas de prevención y adaptación.

Pero estas viviendas también son hogares llenos de vida. En ellas han crecido generaciones de familias, se han tejido lazos vecinales y se ha construido una identidad barrial que merece ser protegida. Por eso, la pregunta no es si hay que intervenir, sino cómo hacerlo de forma respetuosa, sostenible y justa. Comprender su vulnerabilidad sísmica no significa señalar un problema sin solución, sino abrir la puerta a mejoras que protejan tanto a las personas como a la memoria urbana que estos espacios encarnan.

Este capítulo quiere ser una aportación en ese sentido: desde la historia, la ciencia y el compromiso, mostrar por qué es necesario mirar a estos barrios con otros ojos. Ojos que reconozcan su valor, que comprendan sus riesgos, y que propongan caminos posibles hacia un futuro más seguro para todas y todos.

2. ¿Qué es el riesgo sísmico?

Cuando escuchamos hablar de terremotos, a menudo pensamos en una sacudida repentina de la tierra, en imágenes impactantes de edificios colapsados o en alertas informativas tras un temblor. Sin embargo, detrás de todo ello hay una ciencia que nos permite no solo entender estos fenómenos naturales, sino también prepararnos ante ellos. Para ello, es fundamental comprender qué es realmente el riesgo sísmico.

Aunque pueda parecer un concepto técnico, el riesgo sísmico es algo que nos concierne a todas las personas, vivamos donde vivamos. Se trata, en pocas palabras, de la probabilidad de que un terremoto cause daños a personas, viviendas, infraestructuras o bienes materiales en un lugar determinado. Para entenderlo bien, debemos dividirlo en tres grandes componentes: peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. Es muy importante entender la relación que existe entre ellas para reducir el riesgo sísmico, porque actualmente tenemos el mejor conocimiento de nuestro entorno y contamos con la tecnología necesaria para reducir ese riesgo.

La peligrosidad sísmica: el lenguaje de la tierra

La peligrosidad se refiere a la probabilidad de que ocurra un terremoto en una región y con qué intensidad podría hacerlo (Figura 5). Es una característica natural del lugar donde vivimos, y se determina estudiando la geología, las fallas activas en el subsuelo y la historia sísmica del área. No podemos cambiarla, ni reducirla, pero sí podemos estudiarla y conocerla.

En Ayamonte, por ejemplo, estamos cerca de una zona de contacto entre placas tectónicas: la falla Azores-Gibraltar (Figura 2). La particularidad de las fallas activas en nuestro entorno es que son lentas. Es decir, los periodos que se requieren para acumular energía suficiente para producir la fracturación de las rocas en el Golfo de Cádiz, por ejemplo, son más largos que en otras partes del planeta, por ejemplo, en la Falla de San Andrés en California (Estados Unidos).

Esto hace que, aunque los grandes terremotos no sean frecuentes, sí haya una peligrosidad sísmica significativa. Es como vivir cerca de un volcán dormido: no sabemos cuándo despertará, pero sabemos que puede hacerlo. En sismología existe una máxima, -a modo de regla o principio-: "allí donde la Tierra ha temblado lo volverá a hacer de la misma manera...".

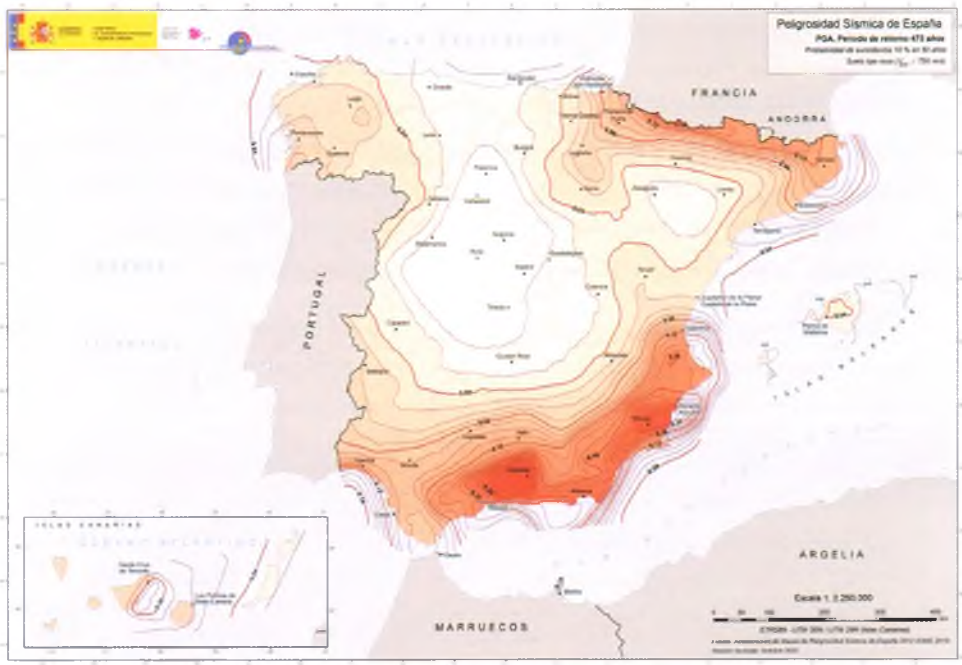

Figura 5. Mapa de peligrosidad sísmica de España para un periodo de retorno de 475 años (PGA, aceleración pico del suelo).
Adaptado de Mapa de peligrosidad sísmica de España: PGA. Periodo de retorno 475 años, por Instituto Geográfico Nacional, 2015, https://is.gd/Kx0DcB

La exposición: lo que hay en juego

El segundo elemento es la exposición, es decir, ¿qué personas, edificios, servicios esenciales o bienes culturales están en el área que podría verse afectada por un sismo? No es lo mismo un terremoto en una zona deshabitada que en un barrio densamente poblado.

En muchas barriadas de posguerra, por ejemplo, la exposición es alta: cientos de familias viven en bloques de viviendas similares, construidas en una época en la que no existían normativas sísmicas modernas. Escuelas, centros de salud o infraestructuras básicas pueden estar también en zonas de riesgo.

Merece la pena analizar la fluctuación en el número de personas que pueden estar expuestas a un riesgo como el que se describe aquí. Por ejemplo, en verano, se incrementa la ocupación hotelera y en general la población en Ayamonte aumenta significativamente, por tanto, crece

la exposición y el riesgo también aumenta. Seguramente, estarás pensando ¿debemos renunciar al turismo y al progreso económico del sector servicios? La respuesta está en nosotros mismos como sociedad, porque podemos diseñar estructuras e infraestructuras que sean capaces de aguantar fuertes sacudidas sísmicas, y ahí entra en juego el tercer componente: la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad: el punto donde sí podemos actuar

Y aquí llegamos al tercer y más importante concepto: la vulnerabilidad. A diferencia de la peligrosidad (que no podemos modificar) o de la exposición (que rara vez está en nuestras manos individualmente), la vulnerabilidad sí puede cambiarse. Es el grado en que algo —una casa, una escuela, una comunidad— puede verse afectado por un sismo.

Un edificio con estructura débil o mal mantenido será más vulnerable que otro reforzado. Una persona que sabe cómo actuar durante un terremoto es menos vulnerable que quien no ha recibido nunca esa información. Y una ciudad que asume, estudia y corrige sus debilidades está tomando el camino correcto hacia la prevención.

Reducir la vulnerabilidad es tarea de todas y todos. Quienes habitamos estas casas, quienes estudiamos su historia, quienes trabajamos en la ciencia, la arquitectura, la gestión municipal o la educación. Cada paso que damos para conocer mejor nuestras viviendas, mejorar sus condiciones o formar a la ciudadanía es una inversión en seguridad y sostenibilidad.

Riesgo: el resultado de todo lo anterior

Por tanto, el riesgo sísmico es la combinación de los tres elementos: peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. Y aunque no podemos evitar que la tierra tiemble, sí podemos trabajar para que sus consecuencias sean mínimas.

Así, construir una ciudad más segura frente a los terremotos no es solo tarea de expertos en geología, ingeniería, arquitectura y urbanismo, sino también de vecinas y vecinos que se informan, que exigen medidas preventivas y que participan activamente en el cuidado de su entorno.

Comprender el riesgo sísmico es el primer paso para poder actuar, y como dijo una vez Marie Curie: *"Es momento de entender más, para temer menos"*.

3. Entendiendo la peligrosidad sísmica en Ayamonte

Hablar de peligrosidad sísmica es hablar de cómo y con qué intensidad puede temblar la tierra en un lugar concreto. Es el componente más natural del riesgo sísmico, y no depende de nosotras o nosotros, viene dado por la geología y la evolución geodinámica de, en el caso que

nos ocupa, el suroeste de la península ibérica. A finales de los años sesenta del siglo pasado, los geólogos y geofísicos encontraron una teoría científica que permitía explicar, entre otros procesos y mejor que nunca, las deformaciones de la corteza terrestre y de forma particular la fracturación de las rocas. Se había descubierto el movimiento relativo entre diferentes placas tectónicas (como la envuelta más rígida de nuestro planeta) y la distribución de los terremotos concentrados en los límites entre esas placas. Esa teoría científica se conoce como *Tectónica de Placas* y es una herramienta muy potente porque permite reconstruir nuestra paleogeografía -por ejemplo- y sobre todo permite predecir los movimientos futuros entre las placas tectónicas. Es decir, podemos explicar con bastante detalle la historia geológica necesaria para entender el origen del océano Atlántico y para saber que algún día muy lejano en el tiempo geológico ese océano desaparecerá. En Ayamonte se han encontrado pruebas muy importantes de aquel embrión que fue el origen del océano Atlántico, durante el Triásico, hace 250-200 millones de años. Desde entonces, la historia de Ayamonte está unida a la actividad sísmica en nuestra región. En Ayamonte, esa peligrosidad no es imaginaria ni lejana. Es real, está documentada y forma parte de nuestra historia urbana.

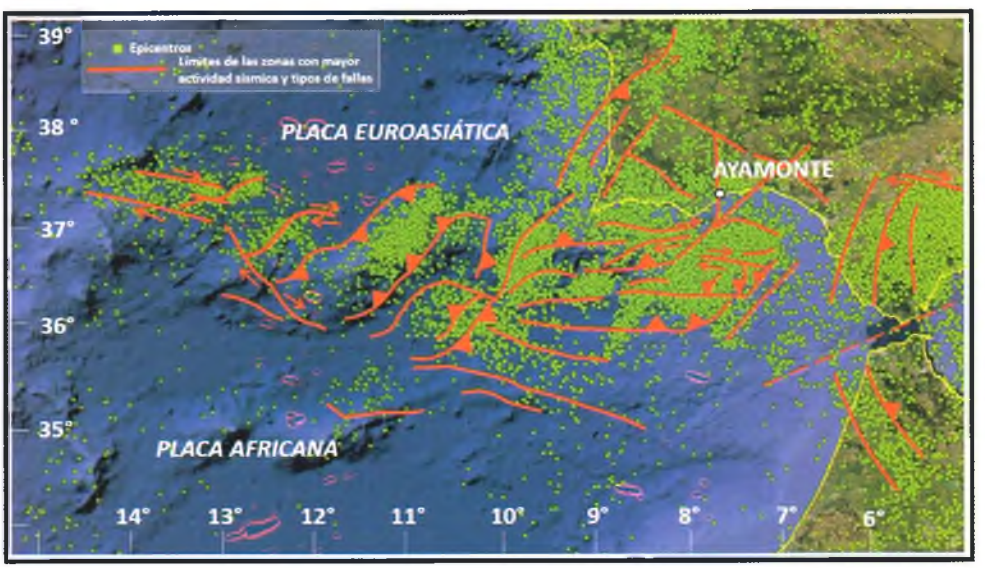

Figura 6. Mapa de epicentros sísmicos y fallas en la región de Ayamonte, entre las placas Euroasiática y Africana (*cf. Pérez Capote y Alonso-Chaves, 2019 basado en datos del Instituto Geográfico Nacional*).

Una región sísmicamente activa

Ayamonte se encuentra en el suroeste de la península ibérica, muy cerca del límite entre las placas tectónicas Euroasiática y Africana (Figura 6). La región se caracteriza por una sismicidad difusa relacionada con la Zona de Fractura Azores - Gibraltar, se trata de una banda activa desde hace millones de años, responsable de terremotos históricos de gran magnitud. Así, aunque

la ciudad no es un lugar con terremotos frecuentes, sí está expuesta a movimientos sísmicos severos de forma ocasional, como prueban los registros históricos.

El gran terremoto de 1755: una lección que no debemos olvidar

Uno de los eventos más devastadores que ha marcado la historia sísmica de Ayamonte fue el terremoto de Lisboa de 1755 (Figura 7). La ciudad fue duramente afectada tanto por el temblor como por el tsunami que lo siguió. Según las crónicas, una gran ola llegó a las costas de Ayamonte a las 10:46 de la mañana, tras un tiempo estimado de viaje de 30 minutos desde el origen del fenómeno. La ola alcanzó una altura máxima de 13 metros (Martínez Solares, 2001), medida por observación directa, y provocó estragos notables en la línea de costa. El mar subió de su cauce natural hasta cinco veces consecutivas. Las playas de la ciudad y sus alrededores quedaron completamente inundadas, y en la playa de la Estojarra, el mar arrasó más de 300 chozas. El número de personas fallecidas en la zona se estima en 400.

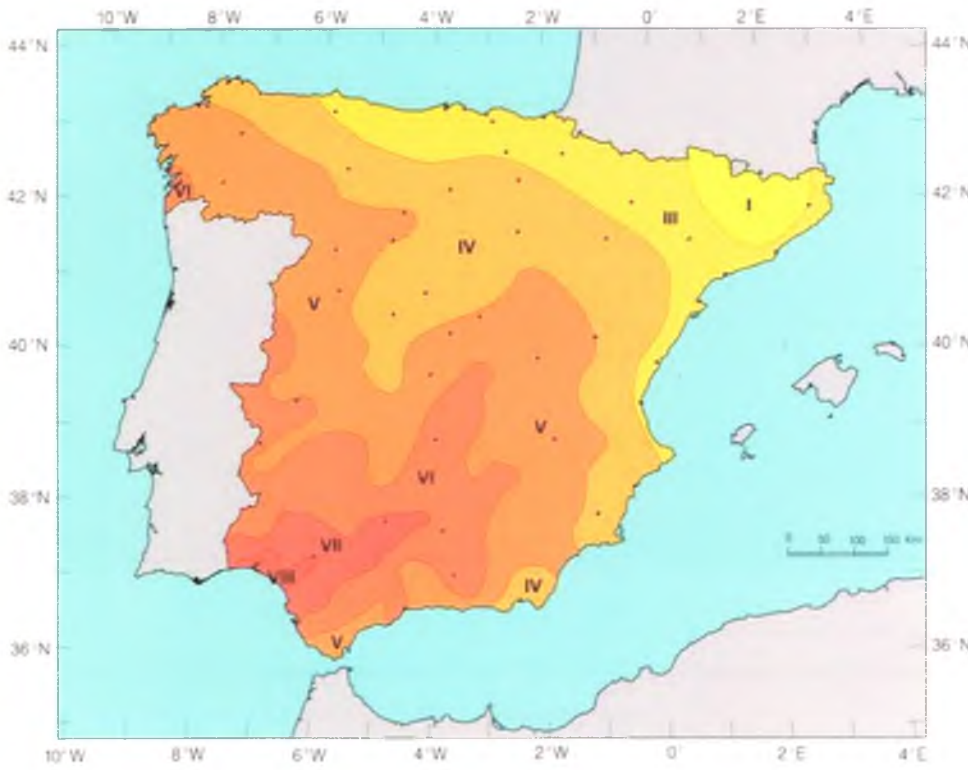

Figura 7. Mapa de isosistas de España en relación con el terremoto de Lisboa de 1755 *(Martínez Solares, 2001) https://is.gd/cLSdWV*

Los efectos del sismo no terminaron ese día. En las semanas siguientes, se registraron nuevas sacudidas los días 26 de noviembre, 9, 10 y 11 de diciembre, algunas de las cuales duraron hasta 30 segundos y comenzaron con un ruido característico, que quienes lo vivieron comparaban con el del terremoto del Día de Todos los Santos. Las réplicas sísmicas al terremoto de Lisboa terminaron por agravar los daños, provocando, por ejemplo, el derrumbe final de la torre de la Parroquia de Nuestra Señora de las Angustias y el desplazamiento de los cimientos de la Iglesia Parroquial del Divino Salvador (Figuras 7 y 8).

Figuras 7 y 8. Desplazamiento de los cimientos de la Iglesia Parroquial del Divino Salvador (Ayamonte), causado por el terremoto de Lisboa en 1755. *Fotografía propia.*

En la playa de Montegordo, el 25 de noviembre, se produjo una subida repentina del nivel del mar, que pasó de la bajamar a la pleamar de forma súbita. Además, se documentaron cambios en el calado de los canales navegables, el cierre de la barra del río de Terrón y modificaciones en su desembocadura, lo que alteró significativamente la dinámica del estuario. Algunas zonas, como la Mojarra, continuaban inundadas un mes después del evento. Para más información, consúltese la obra de Martínez Solares (2001), merece la pena dedicar un tiempo a leer la transcripción de documentos originales –contenidos en dicha obra-, porque describen de forma magistral los daños producidos en España y de manera particular en Ayamonte.

Un fenómeno especialmente relevante fue la licuefacción documentada en las marismas de Ayamonte: se abrieron bocas en el terreno por las que emanaron agua y arena, evidenciando la inestabilidad del subsuelo ante un movimiento sísmico de gran magnitud.

Más allá del gran terremoto de 1755, Ayamonte ha sido testigo de otros eventos sísmicos que refuerzan la percepción de que nos encontramos en una zona activa.

Parece oportuno citar algunos de los terremotos más relevantes registrados instrumentalmente, como el ya comentado a finales de 1989 y el más reciente ocurrido el 26 de agosto de 2024, con epicentro al sur de Lisboa (magnitud 5.3), a 300 km de Ayamonte y, sin embargo, sentido en la desembocadura del Guadiana, donde se produce el efecto sitio (amplificación de las ondas sísmicas al propagarse a través de sedimentos muy blandos).

Estos datos, tanto históricos como recientes, permiten comprender que la peligrosidad sísmica en Ayamonte no es solo un asunto del pasado, sino una realidad con la que convivimos y que debe ser tenida en cuenta al planificar el futuro de nuestras viviendas y comunidades.

Un suelo que amplifica el peligro

La peligrosidad sísmica no depende solo de los terremotos en sí, sino también del tipo de terreno donde se asientan nuestras casas. En Ayamonte, esto es especialmente importante. En la parte norte de la ciudad las construcciones se apoyan en materiales rocosos más duros, mientras que el sur de la ciudad, especialmente las zonas como el Salón de Santa Gadea, están construidas sobre marismas rellenadas, y el suelo es mucho más blando (Figuras 10 y 11). Este tipo de suelo amplifica las ondas sísmicas y hace que los temblores se sientan con más intensidad. Es decir, dos edificios iguales, en suelos distintos, no se comportan igual ante un terremoto. Por eso, conocer la geología local es clave para estimar bien la peligrosidad.

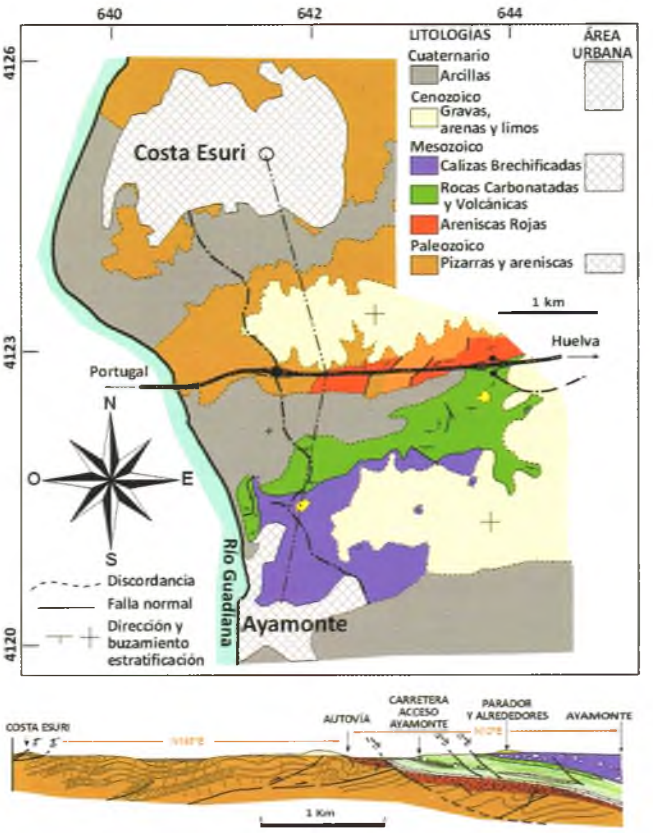

Figura 10: Mapa geológico de Ayamonte
Figura 11: Corte geológico desde Costa Esuri a Ayamonte
(modificados de Alonso-Chaves et al. 2016)
https://is.gd/mqytwl

Conocer la tierra para vivir mejor sobre ella

Estudiar la peligrosidad sísmica no es un ejercicio académico: es un compromiso con el presente y con el futuro. Gracias a los avances en geología, geofísica e ingeniería, hoy podemos cartografiar con detalle el tipo de suelo bajo nuestros pies, estimar qué zonas presentan una peligrosidad mayor, y proponer planes de urbanismos, normas de edificación y medidas de seguridad adaptadas al terreno.

Porque conocer la tierra no es temerla, sino respetarla, y prepararnos para convivir con sus ciclos y entender los geo-ritmos de nuestro planeta.

4. Disminución de la vulnerabilidad: ¿qué puedo hacer yo?

Frente a la amenaza de un terremoto, muchas veces nos sentimos pequeñas, pequeños, indefensas o sin recursos para hacer algo. Pero hay una gran noticia: podemos actuar y, de he-

cho, muchas de las medidas más eficaces para reducir los daños están en nuestras manos. Este capítulo está dedicado a eso: a las acciones cotidianas y accesibles que pueden marcar una gran diferencia en caso de sismo.

Conocer es protegerse

El primer paso para disminuir la vulnerabilidad es conocer el riesgo. Vivir en una zona con peligrosidad sísmica moderada o alta no significa vivir con miedo, sino con conciencia. Entender cómo responde nuestro barrio, nuestro edificio y nuestro entorno es la base para poder actuar. Preguntarnos: ¿cómo es el suelo donde vivimos?, ¿cuándo y cómo fue construida nuestra vivienda?, ¿ha sido modificada sin control técnico?, ¿está mantenida adecuadamente?

También es fundamental informarnos sobre los planes de respuesta y emergencia ya existentes en nuestro entorno: ¿qué protocolo sigue el colegio o el instituto al que van nuestras hijas e hijos?, ¿tiene el Ayuntamiento un plan municipal de emergencia sísmica?, ¿qué medidas ha adoptado nuestra comunidad de propietarios o el vecindario?, ¿dónde están las salidas seguras, los puntos de encuentro o los teléfonos de contacto de emergencia?

Hacernos estas preguntas (y buscar respuestas con ayuda profesional o vecinal) ya es un acto de prevención. Conocer el entorno es cuidarlo, y conocerse en comunidad es protegerse mejor.

Preparar nuestro hogar: pequeñas acciones, grandes cambios

Aunque no podamos cambiar la estructura de nuestro edificio sin obras importantes, sí podemos tomar medidas dentro de casa para reducir los riesgos. Algunas recomendaciones básicas, sencillas y muy efectivas (Figura 12):

Mover
- Alejar muebles altos de camas y zonas de paso.
- Reorganizar estanterías para que los objetos pesados queden en las baldas inferiores.
- Liberar salidas y pasillos.

Proteger
- Colocar alfombras antideslizantes bajo objetos pesados.
- Colocar cortinas o plásticos protectores en los cristales.

Fijar
- Anclar estanterías y armarios altos a la pared.
- Asegurar calentadores o termos.
- Usar cierres de seguridad en muebles que puedan abrirse durante un temblor.

Estos pequeños cambios pueden evitar que algo caiga sobre una persona o que se bloqueen las salidas en el momento más crítico. Para saber más, se puede descargar online gratuitamente la guía práctica de autoprotección.

Figura 12. Recomendaciones para mejorar la seguridad sísmica.
Adaptado de Seguridad sísmica en las escuelas, por KnowRISK Project, 2017, https://www.knowriskproject.com

Saber cómo actuar en caso de sismo

La forma en que reaccionamos en los primeros segundos de un terremoto puede salvar vidas. Por eso es importante entrenar mentalmente lo que haríamos en ese momento. Algunas pautas básicas (Figuras 13):

Durante el sismo

- Si estás dentro de un edificio, protégete bajo una mesa, lejos de ventanas y objetos que puedan caer. Sujétate, protege tu cabeza, y espera a que finalice el temblor.
- No uses el ascensor y no salgas corriendo escaleras abajo. Las escaleras son una de las zonas más peligrosas durante un sismo.
- Si estás en la calle, aléjate de fachadas, cornisas, cables y árboles.

Después del sismo

- Mantén la calma. Revisa si alguien necesita ayuda.
- Corta el gas, la luz y el agua si puedes hacerlo sin ponerte en peligro.
- Usa la radio o el teléfono móvil solo para emergencias. Sigue las instrucciones de Protección Civil o autoridades locales.

Organizar simulacros familiares o escolares es una excelente forma de aprender a actuar sin pánico.

Figuras 13. Recomendaciones de protección sísmica en interiores y exteriores.
Adaptado de ¡Agáchate, cúbrete y agárrate!, por Earthquake Country Alliance, s.f., https://is.gd/MIZkK8

Construir comunidad y exigir prevención

Reducir la vulnerabilidad no es solo una cuestión individual. La fuerza está en la comunidad. Hablar con nuestras vecinas y vecinos sobre estos temas, compartir información, descubrir los planes de emergencia del ayuntamiento, exigirlos a las comunidades de propietarios, y apoyar proyectos de investigación o intervención son formas muy valiosas de contribuir.

También podemos acudir a talleres, jornadas de divulgación o consultar con profesionales de la arquitectura, la ingeniería o la protección civil. Recordemos que los saberes técnicos deben ponerse al servicio de todas las personas, y eso empieza por preguntar.

El conocimiento, la prevención y la organización son nuestras mejores herramientas. Porque ante la naturaleza no somos impotentes: somos parte de la solución.

5. Disminución de la vulnerabilidad: ¿qué se está haciendo desde las universidades?

La reducción del riesgo sísmico no es solo una tarea individual o institucional: también es un campo de estudio, innovación y compromiso social. En este sentido, las universidades juegan un papel clave. Desde sus laboratorios, aulas y trabajos de campo, muchas investigadoras e investigadores están desarrollando herramientas, metodologías y propuestas para hacer nuestras ciudades más seguras y resilientes.

En este capítulo vamos a descubrir qué se está haciendo desde las Universidades de Sevilla y Huelva, con compromiso y rigor, para comprender mejor la vulnerabilidad sísmica de nuestros barrios, y cómo estos avances pueden traducirse en mejoras concretas para todas las personas. Porque la investigación académica, cuando se pone al servicio del bien común, se convierte en una herramienta de protección y de transformación.

En particular, el contenido de este capítulo se basa en proyectos de investigación en curso, desarrollados por equipos multidisciplinares de las Universidades de Sevilla y Huelva (entre otras). Efectivamente, en abril de 2025 dio comienzo de manera formal el proyecto "Regeneración holística de Viviendas Sociales: Obsolescencia, Eficiencia energética, Vulnerabilidad Sísmica y Riesgo de Inundación por Tsunami. Proyecto Piloto: Mejora Plan de Acción Isla Cristina" (Ref. FCT-24-21054). Dicho proyecto, liderado por el profesor Francisco Manuel Alonso Chaves, está financiado por Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología a través del programa I+P, que promueve la colaboración entre administraciones públicas y centros de investigación, como las universidades. Y por otro lado se tiene el proyecto "Mitigación de la vulnerabilidad sísmica de edificios residenciales en grandes barriadas andaluzas de antigua construcción", liderado por la profesora Beatriz Zapico Blanco y enmarcado en el programa EMERGIA de captación de talento (Ref. EMC21_00255), de la Junta de Andalucía. Este proyecto se centra en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de posguerra en Andalucía, teniendo Ayamonte como ciudad de principal interés, al ser un conjunto urbano con un importante valor histórico y social.

Evaluar para prevenir

Uno de los primeros pasos que se realiza desde las universidades es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del entorno construido. Se trata de analizar, de forma rigurosa y sistemática, qué tipo de edificios existen, cómo fueron construidos, qué materiales y sistemas estructurales tienen, y en qué condiciones se encuentran actualmente.

En barrios como los de posguerra en Ayamonte, por ejemplo, este análisis cobra especial importancia: son conjuntos edificados con criterios repetitivos, en muchos casos sin normativa sísmica, y con escaso mantenimiento. Evaluar su comportamiento ante un posible terremoto es esencial para planificar intervenciones futuras.

Unir historia, tecnología y territorio

Para realizar estos estudios, las universidades combinan conocimiento histórico, herramientas tecnológicas y trabajo de campo. Algunos de los pasos habituales son:

- Crear sistemas de información geográfica (GIS) con datos abiertos como el catastro, el Instituto Geográfico Nacional o la cartografía autonómica.
- Consultar y analizar pliegos y planos originales de los edificios, disponibles en archivos municipales.
- Realizar inspecciones visuales en los edificios, tanto en persona como a través de imágenes aéreas.
- Clasificar los edificios por tipologías estructurales y condiciones geométricas: número de plantas, irregularidades, tipo de cimentación, etc.
- Revisar mapas geológicos y estudios geotécnicos previos realizados en la zona.
- Llevar a cabo mediciones in situ mediante técnicas de ruido ambiental, que permiten estimar la respuesta dinámica del terreno de forma no invasiva.
- Incorporar esta información al GIS para asignar a cada edificio su tipo de suelo correspondiente y mejorar así la estimación de su comportamiento sísmico.
- Evaluar el riesgo esperado en cada caso a través de modelos matemáticos adaptados a nuestra realidad constructiva, como el método del índice de vulnerabilidad.

Todo este proceso, aunque técnico, se realiza con el objetivo de entender para actuar, de traducir el conocimiento científico en propuestas útiles para la sociedad.

Investigar para transformar

La investigación universitaria no se queda en el diagnóstico. El siguiente paso es transformar la información en acción, proponiendo:

- Medidas de refuerzo estructural realistas, sostenibles y respetuosas con el patrimonio.
- Estrategias urbanas que prioricen los barrios más vulnerables.
- Materiales y técnicas de rehabilitación asequibles y de bajo impacto ambiental.
- Planes de actuación basados en datos objetivos, evitando improvisaciones ante futuros sismos.

Además, los equipos universitarios son multidisciplinares, conectando conocimientos de la arquitectura, la geología, la ingeniería, la sociología o la gestión del patrimonio. Este enfoque permite ver el problema en toda su complejidad... y diseñar soluciones más justas y eficaces.

Comunicar, formar, colaborar

Una de las misiones más valiosas de la universidad es su vocación de formar y compartir. Por eso, muchas iniciativas incluyen: talleres y charlas abiertas a la ciudadanía; colaboraciones con colegios, institutos y asociaciones vecinales; publicaciones divulgativas como la presente, que explican qué podemos hacer ante un terremoto; y apoyo a administraciones públicas para mejorar normativas y planes de emergencia.

La universidad, así, se convierte en puente entre la ciencia y la comunidad. Un lugar desde el que pensar en común y preparar el futuro con conocimiento. Porque el conocimiento no es solo una herramienta para entender, sino también para cuidar. Y en eso, la ciencia, como la ciudadanía, tiene mucho que aportar.

6. Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto EMC21_00255 Mitigación de la vulnerabilidad sísmica de edificios residenciales en grandes barriadas andaluzas de antigua construcción, financiado por la Junta de Andalucía, Consejería de Universidad, Investigación e Innovación, a través de su programa EMERGIA para la atracción de talento investigador.

7. Referencias

Alonso-Chaves, F.M., García Navarro, E., Fernández Rodríguez, C. y Camacho Cerro, M. (2016). *De Avalonia al Suroeste de Iberia: anatomía de una cuña orogénica varisca, el "rifting" proto-Atlántico y tectónica reciente*. XXVIII Comisión de Tectónica de la Sociedad Geológica de España, Huelva. 104 p. https://sge.usal.es/comisiones/memorias_tectonica/memoria_28.pdf

Earthquake Country Alliance. (s.f.). *¡Agáchate, cúbrete y agárrate!* https://www.shakeout.org/espanol/

Instituto Geográfico Nacional. (2015). *Mapa de peligrosidad sísmica de España: PGA. Periodo de retorno 475 años* [Mapa]. https://www.ign.es/web/resources/sismologia/PGA_475_DINA1_Web_Espanol.pdf

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Teoría general sobre sismos*. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. https://www.ign.es/web/sis-teoria-general

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Fototeca digital* [Fotografías aéreas]. https://fototeca.cnig.es/

Martínez Solares, J.M. (2001). *Los efectos en España del terremoto de Lisboa (1 de noviembre de 1755)*. Instituto Geográfico Nacional. Madrid. https://www.ign.es/web/resources/sismologia/publicaciones/EfectosEspanaterremotoLisboa.pdf

Pérez Capote, R. y *Alonso-Chaves. F.M.* (2019). *Analysis of the flood risk due to tsunami in the SW Iberia: The case of El Portil (Huelva, Spain)*. Terremotos y tsunamis en Iberia: 50 años del terremoto de San Vicente de 1969 (M=8.0), UCM.

KnowRISK Project. (2017). *Seguridad sísmica en las escuelas*. https://www.knowriskproject.com

Red de Información Ambiental de Andalucía. (s.f.). *Visor Comparador Histórico* [Imágenes aéreas]. Junta de Andalucía. https://portalrediam.cica.es/comparaWMS/index.html