



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y prevención de  
futuros daños. El caso del centro histórico de Alcoi.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Piqueres Cubero, Àngels

Tutor/a: Serrano Lanzarote, Apolonia Begoña

Cotutor/a: Mazarredo Aznar, Luis María de

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y  
PREVENCIÓN DE FUTUROS DAÑOS. EL CASO DEL  
CENTRO HISTÓRICO DE ALCOI



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA  
CURSO 2021-2022

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autora

ÀNGELS PIQUERES CUBERO

Tutores

BEGOÑA SERRANO LANZAROTE

LUIS DE MAZARREDO AZNAR

## PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE GRADO

---

**Curso Académico: 2021 - 2022**

**TITULO DEL TFG PROPUESTO:**

---

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y prevención de futuros daños. El caso del centro histórico de Alcoi.

**TITULO DEL TFG PROPUESTO (en valenciano):**

---

Avaluació de la vulnerabilitat sísmica i prevenció de danys futurs. El cas de la centre històric d'Alcoi.

**TITULO DEL TFG PROPUESTO (en inglés):**

---

Appraisal of seismic vulnerability and forethought of future damages. The case of the old town of the city of Alcoi.

**ALUMNO/A**

---

Piqueres Cubero, Àngels

**TUTOR ACADÉMICO:**

Nombre y apellidos      Begoña Serrano Lanzarote

Departamento: Mecánica de los medios continuos y teoría de estructura

Nombre y apellidos      Luis de Mazarredo Aznar

Departamento: Mecánica de los medios continuos y teoría de estructura

## **Resumen**

---

El estudio se centra en exponer los resultados e instrumentos empleados para identificar las características constructivas de edificios relevantes del casco histórico de Alcoi contruidos principalmente durante la primera mitad del siglo XX y de uso residencial. En este análisis se muestra la intención de poner en valor la importancia de la corrección de técnicas constructivas deficientes en construcciones hechas previa a normativa sísmica y cuyos edificios no se rigen por requisitos de calidad actuales.

## **Resumen (en valenciano)**

---

L'estudi es centra en exposar els instruments i resultats empleats per identificar les característiques constructives d'edificis rellevants de la ciutat vella d'Alcoi construïts durant la primera meitat del segle XX i d'us residencial. Aquest anàlisis mostra la intenció de ficar en valor la importància de la correcció de tècniques constructives deficientes en construccions fetes prèvia normativa sísmica i edificis els quals no poden permetre ser regits per els requisits de qualitat actuals.

## **Resumen (en inglés)**

---

The following research is based on exposing the tools and results used in order to identify the constructive features of relevant-residential-use buildings from the city of Alcoi's old town built during the first half of the XXth century. This analysis shows the intention of considering the importance of the correction of out-of-date constructive techniques that leave the building in a deficient situation. This is since the seismic structural point of view was not considered until decades after these ones had been built.



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	6
1.2 DESCRIPCIÓN	7
1.2.1 MARCO HISTÓRICO	7
1.2.2 MARGO GEOGRÁFICO	11
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
1.3.2 METODOLOGÍA	15
1.3.3 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS	15
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN	16
2.1 CONCEPTOS PREVIOS	16
2.2 MARCO NORMATIVO	18
2.3 SITUACIÓN ACTUAL	20
3. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LA COMUNITAT VALENCIANA	21
3.1 MÉTODOS DE EVALUACION	21
3.2 REFERENCIAS	23
4. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA COMUNITAT VALENCIANA	24
4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN	24
4.2 CLASES DE VULNERABILIDAD EXISTENTES	25
4.3 ASIGNACIÓN DE CLASE DE VULNERABILIDAD A EDIFICIOS	26
5. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN ALCOI	28
5.1 EVALUACIÓN DEL SUELO	28
5.2 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN GEOGRÁFICA	29



6. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ALCOI	30
6.1 VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL CASCO HISTÓRICO DE ALCOI	30
6.2 ELECCIÓN DE LOS TESTIGOS A ANALIZAR. CRITERIOS	32
6.3 ESTIMACIÓN VISUAL. PRIMER NIVEL. FICHAS	35
6.4 EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS SEGUIDOS	48
7. EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN EL CASCO HISTÓRICO DE ALCOI	49
7.1 DISTRIBUCIÓN EN FUNCIÓN DE LA VULNERABILIDAD	49
7.2 ESTIMACIÓN DEL POSIBLE DAÑO GENERADO EN FUNCIÓN DE LA VULNERABILIDAD	50
8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	53
8.1 RESULTADOS. PROBLEMAS Y CARENCIAS IDENTIFICADAS	53
8.2 CONCLUSIONES	54
8.3 RELACIÓN CON LOS ODS	55
- BIBLIOGRAFÍA	
- ÍNDICE DE LAS ILUSTRACIONES	
- ANEJOS	

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Motivación y justificación

El presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo la evaluación de la vulnerabilidad y daño sísmico de los edificios residenciales no protegidos cuya construcción tuvo lugar durante principios del siglo XX en el centro histórico de la ciudad de Alcoi.

El motivo de esta evaluación nace de la necesidad del análisis detallado de los datos tratados por el Real Decreto 44/2011, del 29 de abril del Consell, en el que se aprueba el Plan Especial frente al Riesgo Sísmico en la Comunitat Valenciana (DOCV de 3 de mayo). Con esto, añadiendo la información recogida del Plan Territorial Municipal frente a Emergencias de Alcoi (Alacant), se obtienen los requisitos que este municipio debe cumplir en función de la peligrosidad y vulnerabilidad sísmicas de la zona.

Es, además, de gran valía tener en consideración el análisis sismorresistente en edificios preexistentes pues, debido a las condiciones medioambientales en las que nos encontramos, cada vez más, se está optando por la rehabilitación y la restauración de edificios más que por la obra nueva. Generando de esta forma ahorro en términos tanto en materia de economía como de contaminación por uso excesivo de materiales. Es por ello por lo que surge el deber de realizar una correcta conservación de las preexistencias, lo que va unido a una adecuada prevención de comportamientos negativos en situaciones anómalas, estudiando en este trabajo el concreto momento de un evento sísmico.

Se ha escogido el municipio de Alcoi debido a la situación en la que se encuentra, pues pese a que hay otras zonas en la Comunitat Valenciana sometidas a un mayor riesgo sísmico, Alcoi se presenta como uno de los mayores núcleos urbanos de la provincia. Teniendo además un parque constructivo de una edad avanzada en determinadas zonas el cual se encuentra bajo un alto grado de peligrosidad sísmica y contiene técnicas constructivas en las que no se tuvo en cuenta dicho riesgo, dotando a estos edificios de una elevada vulnerabilidad sísmica.

En el siguiente trabajo se analizarán una serie de edificios con características concretas, precisamente constructivas y cuya obra se enmarca en un período de tiempo entre el año 1900 y el 1930. Estos edificios demuestran las técnicas constructivas coetáneas en la zona, donde el punto de vista de la seguridad y de la prevención ante catástrofes naturales no tenía aún cabida. Con ello y conjuntamente a las características socioeconómicas de la época, se ha dado como resultado una zona de alta valencia histórica local en decadencia, locales comerciales cerrados y viviendas vacías en un estado deficiente.

En una región con tal elevada tasa de historicidad la intervención de regeneración de un tejido edificatorio debe tener en cuenta la distinta naturaleza de sus componentes, que coinciden en su conjunto en el reconocimiento de los bienes culturales materiales. El valor patrimonial que se atribuye a los centros históricos ha asumido un papel significativo en el valor económico de las ciudades, el cual aumenta en función del cuidado y tratamiento de los bienes inmuebles. (Giachhè, 2019)

El problema en esta situación decae en el cambio de perspectiva con el fin de dotar de nuevas funciones a edificios antiguos. Se genera pues la necesidad de desplazar el foco de atención de los ‘objetos’ a los ‘sujetos’, teniendo bien presente que la pérdida más grave siempre es aquella del capital humano. “ Se necesita por tanto preguntarse responsablemente por las condiciones de repoblación, siendo conscientes que este pensamiento necesita de un entrelazado de especialistas en competencias específicas con la disponibilidad de trabajar conjuntamente tanto entre ellos como con los locales con tal de llegar a un recorrido operativo conjunto.” (Giachhè, 2019)

## 1.2 DESCRIPCIÓN

### 1.2.1 Marco histórico

En relación con la problemática expuesta, es necesario comenzar por los dos eventos sísmicos de mayor envergadura que afectaron a esta localidad, ambos causando un alto grado de daños económicos y humanos, tratándose de los terremotos de 1620 y de 1644. Estos dos sismos sin embargo presentan rasgos muy diversos, pues el terremoto de 1620 se debió a un movimiento sísmico principal seguido de réplicas, mientras que el posterior se basa en una serie sísmica en la que se han llegado a distinguir tres sismos de mayor tamaño. No obstante, desde esta primera mitad del s. XVII la región permanece en calma sísmica hasta la actualidad. (Elisa Buforn, 2021)

El gran valor cultural que tiene la ciudad de Alcoi se debe sobre todo a una serie de acontecimientos sucedidos principalmente durante los últimos siglos, pudiendo comenzar con el gran desarrollo industrial que tuvo el municipio bien entrado el s. XIX el cual provocara fuertes movimientos obreros. Este desarrollo económico convirtió al municipio en centro de comunicaciones y transacciones, dando lugar a un rápido crecimiento urbano. (Moltó, 1997)

La época en la que tuvo lugar la construcción de los edificios a analizar en el siguiente trabajo tuvo como movimiento artístico vinculado el Modernismo. Esta tendencia tuvo un protagonismo que se esparció por toda Europa, debido a la directa conexión del estilo con la cultura específica del lugar y el arraigo por las tradiciones. Pese a que en España la ciudad Modernista por excelencia sería Barcelona, en la Comunidad Valenciana, el Modernismo tuvo especial influencia sobre las ciudades de Valencia y de Alcoi.



*Ilustración 1 Fachada de la estación del Norte de València. Fotografía de José Jordán*



Durante los últimos años del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, el Modernismo fue constituido como el gusto de la burguesía por crear una estética globalizada alrededor de todo el continente europeo, generando una conjunción entre ornamento y funcionalidad. Mostrando una clara referencia al comienzo de la globalización, la rapidez con la que se propagó el movimiento demuestra el afán de viajar por parte de los artistas y el de relacionarse entre sus contactos.

Esta constante comunicación de culturas y la rapidez de propagación de las noticias, estilos y tendencias hicieron del Modernismo un movimiento con inclinación a lo híbrido encontrando un equilibrio entre la novedad y la tradición. Teniendo como principal intención la concepción de calidad urbana, tanto a nivel de vivienda como a nivel de calle.

Aún en la actualidad, cada una de estas ciudades muestra claros ejemplos de la arquitectura de este período. Coincidiendo además con la celebración de los centenarios de algunas de estas obras, cabe poner en valor varios ejemplos del Modernismo Valenciano, como la Estación del Norte del arquitecto Demetrio Ribes Marco (*Ilustración 1*), el Edificio Gómez de Francisco Mora (*Ilustración 2*) en la ciudad de València; la antigua Sociedad de Cazadores (actual Museu de la Taronja) de Borriana, Castellón o la Casa del Pavo de Vicente Juan Pascual (*Ilustración 6*) de Alcoi, Alicante.

Durante los últimos años del s. XIX y en especial durante los iniciales del s. XX, el Modernismo o movimiento Modernista se constituye como el preferido por la burguesía, dada la moda social basada en la voluntad de incorporación del ornamento a la funcionalidad venida de la estética generalizada en Europa. Este periodo es característico por la concepción urbanística que promueve, pues la ciudad Modernista se centraba en estar diseñada como una estructura capaz de soportar crecimientos y movimientos inmigratorios masivos debido al contexto socioeconómico de revolución industrial y éxodo rural. Por otra parte, la vertiente más estudiada y la que mejor define este movimiento es su vertiente arquitectónica, enfrentándose a la ecléctica adoración pasada hacia los periodos históricos predecesores, en esta época se dota a la vivienda y a la escala viaria de una mejoría y de una decoración adicionales. (Elisa Buforn, 2021) (Moltó, 1997)



*Ilustración 2 Edificio Gómez, Francisco Mora (1905), Fotografía de autoría propia.*



*Ilustración 3. Vista aérea Alcoi W. Mittelholzer (1930)*

Las circunstancias que presenta en la actualidad el Casco Antiguo de Alcoi muestran las características de una problemática urbanística compleja que alcanza progresivamente cotas de gravedad creciente. En el casco antiguo de Alcoi se acusa una tendencia al despoblamiento, dando paso a un menor cuidado de las construcciones y por tanto a la decadencia del centro. (Pérez, 2002)

A continuación, se muestran dos claros ejemplos de la situación en la que se encuentran aquellas vías secundarias cuyo uso principal es el residencial (o lo fue anteriormente). En las imágenes se puede fácilmente ver el deficiente estado de conservación que muestran un preocupante número de construcciones a lo largo de las calles vecinas al Carrer Sant Nicolau y también a la Plaça de Dins, por lo que es evidente el contraste entre el cuidado de las vías urbanas de primer orden y las vías urbanas de segundo, tercer y cuarto orden.

En una ciudad conocida por haber sido uno de los principales focos de la industria textil en territorio nacional, y una de las primeras zonas industrializadas, en el contexto de la época Alcoi creció exponencialmente en cuestión de pocas décadas. Es por ello por lo que el movimiento modernista tuvo lugar en ella, pese a instaurarse en la ciudad de forma tardía, pues ya entró en los primeros años del s.XX y teniendo como estilo principal el ecléctico hasta su llegada.



*Il·lustració 4 Edificio en estado de conservación deficiente, C. Sant Josep. Fotografía de autoría propia*



*Il·lustració 5 Edificio en estado de conservación deficiente, C. Sant Francesc. Fotografía de autoría propia*

En el casco histórico de Alcoi se encuentran un total de 44 edificios calificados como modernistas en varias ramificaciones (modernistas, modernistas eclécticos y modernistas industriales) construidos entre los años 1900 y 1925. De esta época son característicos distintos criterios utilizados en cuanto a materiales y a objetos (constructivos y decorativos), especialmente importante de destacar el tratamiento de gran calidad y riqueza en diseño de la piedra, el mármol y la madera, además del importante papel que ejerció el arte de la forja.

Con motivo de tener una concepción realista de la arquitectura alcoyana construida durante estas décadas, el primer edificio analizado en fichas justificativas de vulnerabilidad es la Casa del Pavo, situado en la calle San Nicolás nº15 y proyectado por el arquitecto Vicente Juan Pascual, siendo además la ornamentación de su fachada diseñada por el pintor Fernando Cabrera Cantó. Lo más destacado de este edificio



*Il·lustració 4 Casa del Pavo. Vicente Juan Pascual. Imagen recogida de Turisme a la Comunitat Valenciana.*

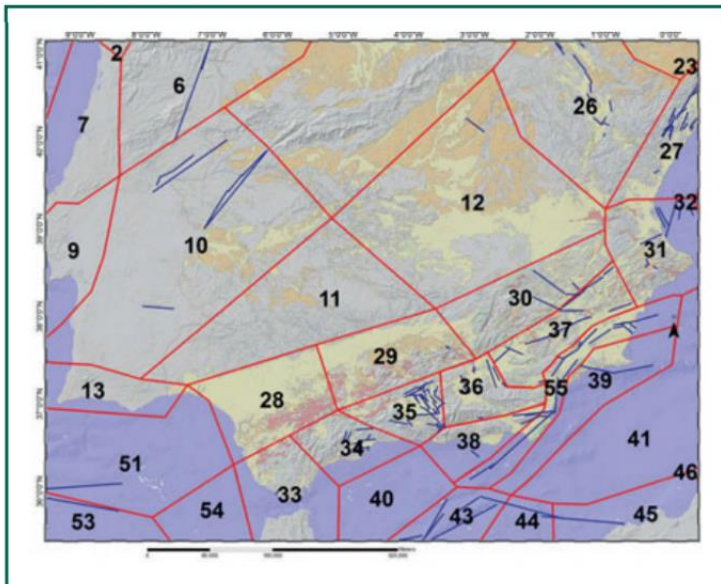
es la diferencia de lenguaje con respecto a los otros proyectos de este arquitecto, ya que el estudio de su estilo lo inclina en sintonía con lo ecléctico y con el estilo Sezession derivado de Viena, mientras que en esta construcción se pone en valor la ligereza, gracia

y sinuosidad de las formas ya típicas del Art Nouveau. Esta excepción se debe a la colaboración de Vicente Juan Pascual con el pintor Fernando Juan Cabrera. Cabe añadir que la figura de este arquitecto, además de conformar el selecto grupo de arquitectos modernistas alcoyanos, es la persona que introdujo el hormigón armado en la ciudad para el proyecto de ampliación del salón y elevación de un piso para el Círculo Industrial (1911). (Moltó, 1997)

Mientras tanto, no se debe entender el Modernismo como estilo apropiado meramente para las clases altas sino como elemento de evolución social, dando este paso al incremento de uso de espacio urbano y de puesta en valor de este; proliferando el concepto de bajo comercial en las calles más céntricas y transitadas de la ciudad, y teniéndose en cuenta dicho uso para la concepción urbana y el diseño de ampliación vial.

### 1.2.2 Marco geográfico

Ante el riesgo sísmico, la directriz básica de planificación de Protección Civil indica los requisitos mínimos que se deben cumplir para la elaboración de los correspondientes «Planes Especiales de Protección Civil» y establece que dichos planes se deben elaborar en aquellas comunidades autónomas donde, en el mapa de peligrosidad sísmica de España, incluido en la Norma de construcción sismorresistente, se prevea una intensidad sísmica igual o superior a VII grados para un periodo de retorno de 500 años. Según la Escala Macrosísmica Europea, EMS-98 a partir de una intensidad VII se comienzan a producir daños importantes en las estructuras. (Martín, 2009)



La Comunidad Valenciana se encuentra cercana a la zona de contacto entre las grandes placas Euroasiática y Africana, lo que favorece la ocurrencia periódica de actividad sísmica, cuya intensidad se puede calificar en general de moderada, pero de relativa importancia en la Península Ibérica. La mayor peligrosidad sísmica de la comunidad se concentra en la comarca del Bajo Segura, principalmente al sur de la provincia de Valencia y toda la de Alicante.

Ilustración 7 Zonificación de García-Mayordomo et al. 2012 (Belén Benito, 2012)

La situación geodinámica actual de la Comunitat Valenciana se encuentra directamente ligada a la evolución geológica reciente dada tanto en la Cordillera Bética como en la Cordillera Ibérica. Según el Plan Especial, se distinguen tres dominios distintos en los cuales varían las características geodinámicas, cuya diferencia tiene como fin el Estudio de Peligrosidad sísmica. Estos tres dominios son: (Justícia, 2015)

-Cordillera Ibérica y Golfo de Valencia, caracterizada por la existencia de fallas normales cuya etapa de extensión principal ya ha finalizado. Se definen por velocidades medias muy reducidas y se podrían dar terremotos de moderada magnitud durante periodos de recurrencia de varios miles de años.

-Zona Externa de la Cordillera Bética: (provincia de Alicante y sur de la provincia de Valencia). Se divide en dos subdominios el Prebético y el Subbético. Está caracterizada por una tectónica de cobertera sedimentaria estructurada en un conjunto de pliegues y cabalgamientos, con una dirección media ENE-WSW. Las estructuras compresivas siguen activas y son muy evidentes.

-Zona Interna de la Cordillera Bética: (sur de la provincia de Alicante). Está caracterizada por un basamento de rocas carbonatadas del Triásico que han sufrido metamorfismo y que pertenecen al Alpujarride, sobre el que se apoyan rocas sedimentarias del Mioceno al Cuaternario que rellenan la cuenca del Bajo Segura. Esta zona está sometida a efectos compresivos en la dirección NNW-SSE.

Concretamente, el municipio de Alcoi se encuentra en la Zona Externa de la Cordillera Bética en el subdominio Prebético. (Ilustración 7)

Con el fin de determinar de forma más concreta la situación de este municipio, se ha procedido a la determinación de ella siguiendo la Zonificación de García-Mayordomo et al. 2012 en la que se incluye a esta como una de las “Zonas Béticas exteriores”, precisamente siendo numerada como la Zona 31 (Ilustración 7) que abarca

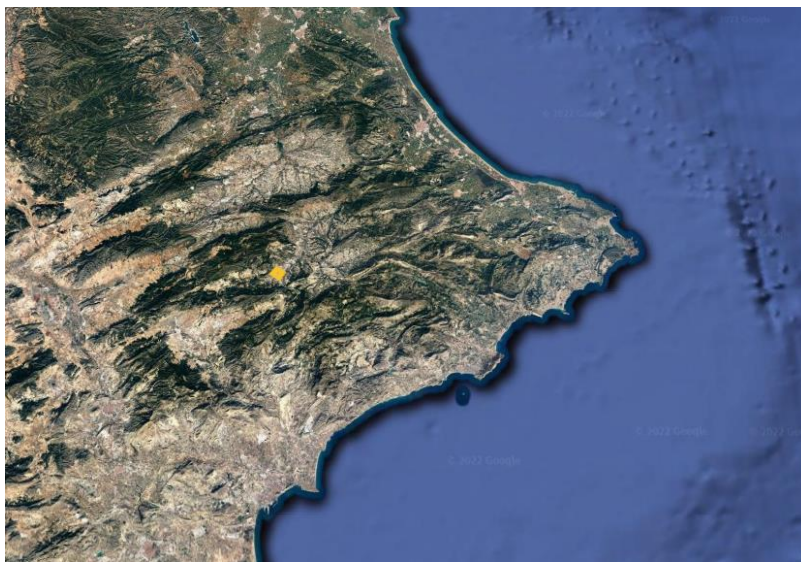


Ilustración 8 Ubicación del municipio de Alcoi. Fuentes: data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

buena parte del Prebético Alicantino, que se caracteriza por una sucesión de cuencas y sierras limitadas por fallas con componente de desgarre significativa y normales asociadas a la influencia del surco de Valencia que induce además una corteza más delgada. (Belén Benito, 2012)

La ciudad de Alcoi muestra su organización más urbana más potente en la línea que une los límites de Concentaina, por el Este, con el barrio de Batoy, por el Oeste. Se trata de una línea que une irregularmente el área de industria intensiva de Cotes Baixes, la Zona Nord

La localidad se encuentra en una zona en la que la intensidad sísmica esperada para un retorno de 500 años es de entre 7,5 y 8,5 según la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98) por lo que ha sido requisito un Plan Especial de Protección Civil. (Pérez, 2002)

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Delimitación del área de estudio

La zona a estudiar se ha escogido siguiendo los parámetros de relevancia que se han demostrado previamente. Concretamente, se ha elegido un área que engloba una serie de hasta trece manzanas (referencia Anejo I) del casco histórico de Alcoi, en la que siguiendo un análisis tanto visual mediante trabajo de campo como analítico observando los datos dados por el Catastro, se ha obtenido una clara imagen del impacto constructivo que tuvieron las tres décadas a estudiar. Siendo toda la zona de una densidad similar y con alturas poco variadas, generalmente teniendo los edificios entre 4 y 5 alturas, de propiedades constructivas muy similares y estructuralmente variando su vulnerabilidad dependiendo de la situación del edificio dentro de la manzana. Por ejemplo, en las fichas mostradas en el capítulo 6 se analizarán una serie de edificios que se encuentran en el área de estudio, pero que poseen propiedades diversas por la posición dentro de la manzana.



*Ilustración 9. Casa Consistorial (Ayuntamiento). Nake (1921) Fuente: Fototeca del Museu Arqueològic Camilo Visedo*

El área de estudio, pese a que este análisis tiene como foco principal la construcción residencial no protegida, recoge además diversos edificios y lugares de relevancia local como la Casa Consistorial (*Ilustración 9*), la Iglesia de Santa María de Alcoi o la conocida Plaça de Dins. Es por tanto que se ha procedido a referenciar los edificios consultados y observados mediante sus referencias catastrales, pues de esta forma se crea un orden claro

de las manzanas analizadas para el análisis (manzanas 1-13). De esta forma, se ha delimitado el área de estudio considerando, dentro del tejido urbano, las vías y barrios de estructura más céntrica y no la estructura de ensanche, mucho más amplia y generalmente con construcciones más nuevas, aisladas, de menor altura y mejor calidad.



*Ilustración 10 Delimitación del área de estudio.*

Así pues, se ha escogido la zona lindada por el Carrer Sant Nicolau, la Plaça d'Espanya, el Parc de la Glorieta y el Carrer San Lorenzo, englobando así vías con distinta afluencia y de diverso uso principal. El motivo de esta selección es la elaboración de un análisis con edificios de misma tipología estructural pero distinta estabilidad física, siendo esta última una variable dependiente de distintas características concretas como viene a ser la calidad de los materiales y del diseño constructivo, el tipo de parcela, el estado de conservación del edificio y el grado de protección que posee. Esta comentada distinción de vías se aprecia en el propio plano de delimitación, en el que las vías principales donde existe mayor actividad económica y social tienen un grosor mucho mayor al de aquellas vías secundarias cuya función recae en la de llevar a los habitantes a los edificios residenciales, habiendo en estas últimas una disminución evidente en la afluencia y la actividad urbana.

### 1.3.2 Metodología

El desarrollo del análisis se va a realizar en distintas fases, las cuales corresponden con lo descrito a continuación:

Fase 1: Investigación previa y estado de la cuestión. En esta fase se realiza un estudio de los conceptos necesarios para poder abordar el tema seleccionado. Además, se definirá la situación tanto a nivel histórico como en función del análisis sísmico que se llevará a cabo.

Fase 2: Identificación del tipo edificatorio característico en el centro urbano de la localidad de Alcoi, sujeto al estudio escogido para este trabajo.

Fase 3: Evaluación de la vulnerabilidad del tipo seleccionado obteniendo los resultados mediante inspección visual y comentando los criterios y parámetros de importancia.

Fase 4: Estimación de daños para cuantificar el riesgo sísmico, relacionando las características propias de los inmuebles y su consecuente vulnerabilidad con la peligrosidad sísmica dada por el tipo de terreno en el que se ubican.

Fase 5: Análisis de resultados.

Fase 6: Elaboración de conclusiones.

### 1.3.3 Definición de los objetivos

Poniendo en el punto de mira la vulnerabilidad de los edificios, el objetivo principal de este estudio es el de evaluar la situación urbana y arquitectónica del área estudiada frente a eventos de sismicidad elevada, para ello, se han generado objetivos más concretos para cada fase del desarrollo.

Objetivo de la fase 1: definir los conceptos teóricos necesarios para una debida comprensión del estudio.

Objetivo de la fase 2: identificación del tipo de construcción prevalente en el área de estudio y de sus características principales y seleccionar los testigos a estudiar acordes con el tipo de construcción prevalente.

Objetivo de la fase 3: utilizando las fichas de estudio proporcionadas por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), generar un análisis visual de las características constructivas de los testigos seleccionados.

Objetivo de la fase 4: Estimar los daños correspondientes a la clase de vulnerabilidad sísmica de los edificios y a la peligrosidad sísmica del área de estudio.

Objetivo de las fases 5 y 6: Mostrar los resultados obtenidos en las fases previas y generar unas conclusiones que resuman la situación real del lugar.



## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

---

### 2.1 CONCEPTOS PREVIOS

Con el objetivo de afrontar de forma correcta el análisis, se van a definir y explicar los diversos conceptos necesarios para comprender la situación en la que se encuentran las construcciones sujetas a estudio.

Un terremoto o sismo se define como una serie inesperada de movimientos vibratorios de la superficie terrestre que pueden alcanzar gran violencia. Existen diversos tipos de sismo en función de la causa que lo provoca, estos son clasificados como: (Barberá, 2016)

- Terremotos Tectónicos: Tipo de actividad sísmica de alto peligrosidad que se genera a una escasa profundidad por los fenómenos de rotura de la superficie terrestre a lo largo de las diferentes placas.
- Terremotos Volcánicos: caracterizados por una ser poco frecuentes e intensos, de carácter local y normalmente situados en las inmediaciones de un volcán activo.
- Terremotos de Colapso: los que ocurren con menor frecuencia y los más superficiales.
- Terremotos Artificiales: resultan debidos a la acción del ser humano y, generalmente, son de poca intensidad.

La intensidad de un terremoto en un lugar concreto puede ser medida en términos cualitativos o cuantitativos. En cada uno de estos términos se tienen en cuenta formas diversas de interpretar el suceso.

Estabilidad física: capacidad de determinado volumen completo de mantenerse en equilibrio, derivada de razones geométricas y construcción global. Además de la estabilidad de los elementos estructurales, se tienen en cuenta los elementos secundarios que puedan verse sometidos a riesgos de fisuración, rotura o caída.

Estabilidad estructural: capacidad de los elementos portantes de una construcción de funcionar coherentemente frente a esfuerzos recibidos, tanto gravitatorios (verticales) como frente a esfuerzos horizontales (viento y sismo).

La Organización de Evaluación y Desastres de las Naciones Unidas (United Nations Disaster Assessment and Coordination o UNDAC) define el riesgo unido a cierto peligro como los daños físicos y las pérdidas conllevadas por los mismos computadas por el conjunto probabilístico de ocurrencia de eventos desastrosos y la vulnerabilidad de los elementos expuestos a este peligro. Para un mayor análisis determinístico, se define como peligrosidad sísmica a los efectos causados en un lugar concreto por una actividad sísmica dada. Es decir, a la probabilidad de que se iguale o supere un determinado nivel de movimiento del suelo como resultado de una actividad sísmica dada en el área de influencia durante un período de tiempo concreto. (Agea-Medina, 2018)

Por otra parte, la vulnerabilidad sísmica se refiere a la susceptibilidad de cada elemento individual (edificio, infraestructura, etc.) a sufrir daños en base a la intensidad del sismo. Se define como la predisposición intrínseca de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa de sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico de una severidad determinada. (B. Serrano Lanzarote, 2015)

En términos cualitativos la intensidad del sismo se evalúa mediante los daños producidos, tanto humanos como materiales. Uno de los mecanismos utilizados en estos términos es la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98), siendo esta una actualización de la escala Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK-64). Esta escala define los grados de intensidad en base a: (Martín, 2009)

- a) Efectos en las personas
- b) Efectos en los objetos y en la naturaleza
- c) Daños en edificios

Grado de intensidad	Definición
I	No sentido
II	Apenas sentido
III	Débil
IV	Ampliamente observado
V	Fuerte
VI	Levemente dañino
VII	Dañino
VIII	Gravemente dañino
IX	Destructor
X	Muy destructor
XI	Devastador
XII	Completamente devastador

Grado	Descripción
1	Daños despreciables a ligeros (no estructurales)
2	Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no estructurales moderados)
3	Daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no estructurales graves)
4	Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no estructurales muy graves)
5	Destrucción (daños estructurales muy graves)

En términos cuantitativos, pese al avance en el desarrollo de los modelos de daño utilizados, se debe anotar que el problema de esta evaluación es complejo y que aún no existe un criterio unificado, tanto para la definición de los métodos analíticos como para la descripción del daño en sí. Esto es principalmente debido a la gran variedad de tipos estructurales y a sus propiedades, así como a las características de las acciones aplicadas. (Díaz, 2015)

Como ejemplo, se puede medir el extremo máximo de aceleración alcanzado por el terreno durante un seísmo. Este valor se puede obtener del acelerograma, el cual es un diagrama en el que se reflejan las aceleraciones sufridas por el terreno en función del tiempo. La intensidad del terremoto también se puede evaluar según las frecuencias, para ello se utiliza el Espectro de Respuesta del terremoto o el Espectro de Fourier. (Barberá, 2016)

Aceleración sísmica básica: aceleración característica en la superficie del terreno para suelos tipo II (roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros). Este valor se obtiene a partir del mapa de peligrosidad sísmica.

Aceleración de cálculo: aceleración con la que se construye el espectro elástico de diseño, representa la acción sísmica para cualquier tipo de terreno. Esta aceleración se calcula mediante la multiplicación del dato de la aceleración sísmica básica por el coeficiente de amplificación del terreno y el factor de riesgo o de importancia. (Belén Benito, 2012)

## 2.2 MARCO NORMATIVO

Conforme a lo definido en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02) vigente en la actualidad, el análisis de las construcciones en este trabajo de investigación van acordes a la clasificación de importancia moderada, ya que la destrucción de un edificio de esta índole en un casco urbano consolidado es alta la posibilidad de que se ocasionaran víctimas, de que se interrumpiera el uso para la colectividad y es además posible que se produjeran importantes pérdidas económicas. Sin embargo, no se trata del caso de que sean edificios cuya función o servicio sea imprescindible para la sociedad. (Sismorresistentes, 2002)

A continuación, se adjuntan las normas con contenido sísmico en orden cronológico, con el fin de obtener una visión global de estas: (Iborra, 2010)

Año	Norma
1968	H-68 Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado (M.O.P). PGS-1
1974	Norma Sismorresistente PDS – 1. Parte A. Normativa
1994	Proyecto de Construcción Sismorresistente (M . Fomento). NCS-1
2002	Normativa de Construcción Sismorresistente (NCSR-02)

Teniendo en cuenta los datos obtenidos de la Actualización de los Mapas de Peligrosidad Sísmica 2012, nos encontramos ante una zona en la que la aceleración sísmica básica es superior a 0.04g más, bien es cierto que dentro de la norma se nos indica la forma para proceder con el cálculo de la acción sísmica, quedando esta definida por el Mapa de Peligrosidad sísmica y por la aceleración de referencia, indicada por la PGA (Tr=475años) la cual hace referencia a un suelo tipo I, por lo que se debe revisar a qué tipo de suelo corresponde el municipio de Alcoi.

PGA (Tr = 475) municipio de Alcoi: 0.16

Teniendo en cuenta (P) el coeficiente adimensional de riesgo para construcciones de importancia normal con  $p = 1.0$

Observando el mapa de Peligrosidad Sísmica de la NCSE-02 se obtiene que para el municipio de Alcoi la Peligrosidad Sísmica alcanza un valor  $0.08g < ab < 0.12g$ . ( $ab = 0.07$ )

Valorando el suelo del municipio como un terreno normal ( $K = 1$ ); el coeficiente del terreno C será  $C = 1,30$ .

Por estos factores, para  $0.1g < p \cdot ab < 0.4g$  el coeficiente de amplificación del terreno toma el valor (S):

$$S = C/1,25 + 3,33 \cdot (p \cdot ab/g - 0,1) \cdot (1 - C/1,25)$$

Es decir,  $S = 1,04$

Con el objetivo de cumplir los requisitos de índole general, hay diversos criterios generales de diseño para muros de fábrica con el fin de lograr la máxima estabilidad. Principalmente, es necesario disponer de muros resistentes en las dos direcciones principales en planta de la manera más uniforme y simétrica posible. Al mismo tiempo, desde la NCSE-02 se indica que es necesario evitar cambios bruscos de rigidez producidos por cambios en los materiales y, además, desde la norma se estipula que esta solución se considera una solución no dúctil y por tanto, no es correcta para la construcción de edificios sometidos a una actividad sísmica de elevado nivel.

En la actualidad el casco antiguo de la ciudad se presenta como testigo de varias circunstancias que han dado como resultado una tendencia al despoblamiento. Un vaciado creciente con la constante caída de la actividad comercial y residencial debida a la reducción de la centralidad urbana.

### 2.3 SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, el municipio de Alcoi cuenta con un Plan Territorial Municipal frente a Emergencias en el que se explica la forma de actuar en un momento dado de alta actividad sísmica. Sin embargo, pese a que el municipio de Alcoi se encuentra en una de las zonas de riesgo sísmico más elevado de todo el territorio peninsular, los cálculos como unidad de medida para dictaminar el tipo de cuidado y de actuación dejan fuera de la ecuación a los edificios construidos previos cualquier normativa sísmica. Es por ello que, al ser esta norma solamente aplicable para las construcciones posteriores a su fecha de emisión. Muchos edificios tienen una vulnerabilidad sísmica mucho más elevada, derivada por diversos factores como el estado de conservación de las construcciones y de sus materiales, la reducida capacidad de deformación de sus estructuras o la situación con respecto a los edificios colindantes, siendo cada vez más común el encontrar solares vacíos, dejando a la intemperie muros de medianería centenarios y con ellos, el volumen suelto de un edificio diseñado para funcionar en grupo con los edificios de toda la manzana. (Ajuntament d'Alcoi, 2020)

### 3. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LA COMUNITAT VALENCIANA

---

#### 3.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

La peligrosidad sísmica en la Comunitat Valenciana está argumentada por el estudio que recibe el mismo nombre. En este, se reciben los datos determinados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), catálogos y trabajos de investigación sobre sismicidad histórica que lo complementan. Dicho estudio de peligrosidad comienza por la determinación de la Zona de Influencia y los datos obtenidos sobre los sismos, dividiéndose estos últimos en dos épocas, divididos en función de la forma en la que se obtuvieron los datos del evento. Estas épocas son la histórica y la instrumental. Es decir, previa a evaluación de los sismos mediante dispositivos especializados, se trataría de la época histórica, en la que se valora la intensidad del sismo en función a sus consecuencias y a vivencias de los habitantes; por otra parte, la época instrumental recoge los sismos estudiados con las tecnologías e instrumentos especializados.

La Comunitat Valenciana se encuentra muy próxima a la zona de contacto entre dos grandes placas tectónicas: la Africana y la Euroasiática. Esta situación significa una ocurrencia periódica de actividad sísmica, sin embargo, los datos atribuidos a esta zona califican la intensidad sísmica como moderada, pero una vez comparada dicha intensidad con el resto de la Península Ibérica, se muestra una actividad mucho más alta. Dentro de la Comunitat Valenciana, la zona que registra una mayor peligrosidad sísmica es el área del sur de la provincia de Valencia y toda la provincia de Alicante. (B. Serrano Lanzarote, 2015)

La calidad de los datos recibidos se determina mediante el análisis de la homogeneidad de las localizaciones y de la magnitud de los sismos, la completitud en intensidad sísmica, magnitud y profundidad, y los errores de estos datos en los factores mencionados.

Como concepto, la peligrosidad sísmica se define como la probabilidad de que el valor de un cierto parámetro de movimiento del suelo sea superado en un determinado período de tiempo llamado período de exposición. Esta solamente es dependiente de la localización geográfica del lugar. Cabe destacar la importancia del estudio de la peligrosidad sísmica, pues conjuntamente a la vulnerabilidad sísmica y a las pérdidas acarreadas por el evento se obtiene la probabilidad de que un sismo de cierta magnitud genere consecuencias sociales y económicas mayores a las esperadas en un lugar dado.

En la Comunitat Valenciana concretamente, el estudio de peligrosidad sísmica realizado sintetiza los resultados de los diversos métodos y modelos estudiados previamente por varios investigadores. Con el objetivo de realizar dicha síntesis, la Zona de Influencia ha sido definida por una rejilla cuyas cuadrículas poseen un área de 1 Km<sup>2</sup>. La rejilla tiene un total de 60.300 puntos. Sobre ella se aplican los dos modelos probabilísticos disponibles: el zonificado y el no zonificado, como resultado, se han sintetizado los resultados obtenidos de cada uno de los modelos y se obtiene consecuentemente la intensidad promedio esperada para los períodos de retorno de 100, 500 y 1000 años, respectivamente: (Justícia, 2015)

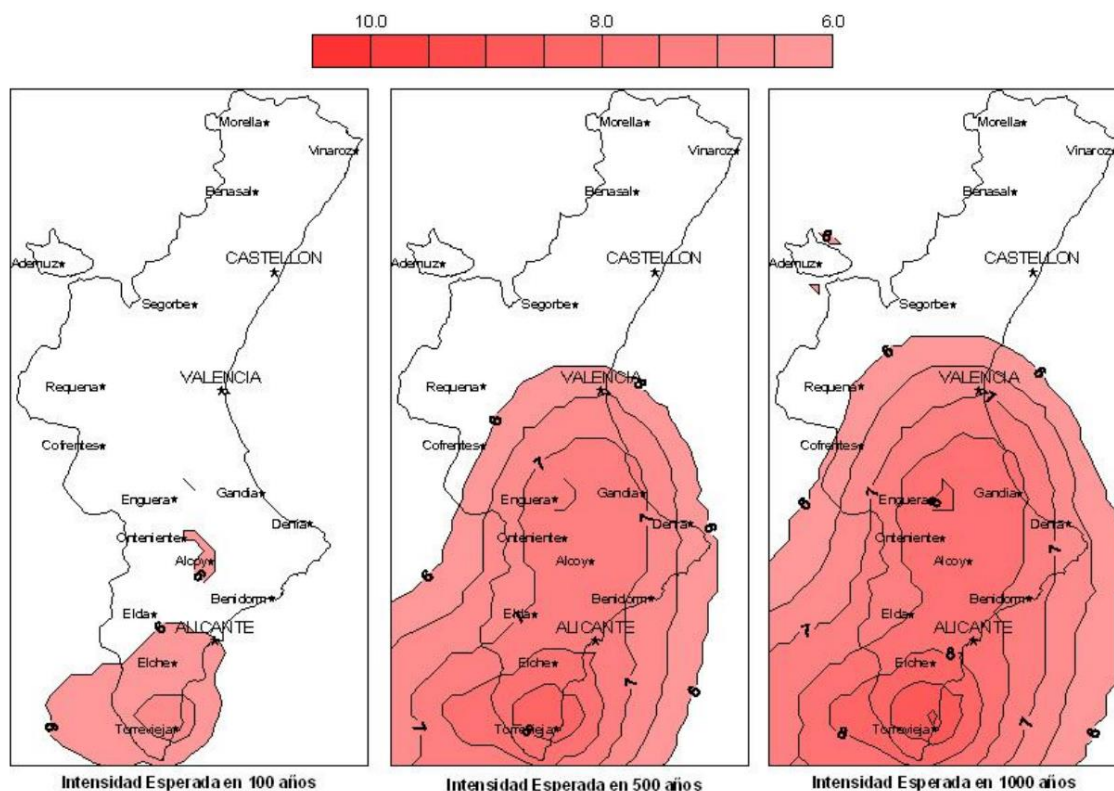


Ilustración 11 Mapa de intensidad sísmica esperada en la Comunitat Valenciana para períodos de 100, 500 y 1000 años. (Caturla, 1996)

Como conclusiones, de estos resultados se obtienen una serie de conclusiones a comentar:

1. En el de cien años de periodo de retorno aparece el foco de Torre Vieja donde se espera una intensidad de 6.5 grados y otro algo más pequeño en la zona de Alcoy de 6 grados.
2. En el de quinientos años de periodo de retorno, el foco de mayor intensidad sigue estando en la zona de la Vega Baja del Río Segura, con una intensidad esperada de 8.5 grados, y se sigue manteniendo el foco de la comarca de l'Alcoia que se extiende hacia el sureste de la provincia de Valencia.
3. En el de mil años, la intensidad esperada llega a grado IX de intensidad en la comarca del Bajo Segura y se mantienen los mismos focos que en los casos anteriores.

Es de importancia recalcar que, a partir de diferentes fuentes documentales, el Estudio de Peligrosidad establece unos valores relativos a la influencia del efecto suelo sobre la intensidad sísmica esperada (Ilustración 12). Estos valores son propios de cada una de las litologías presentes en el territorio valenciano, las cuales se encuentran agrupadas en función de sus características mecánicas.

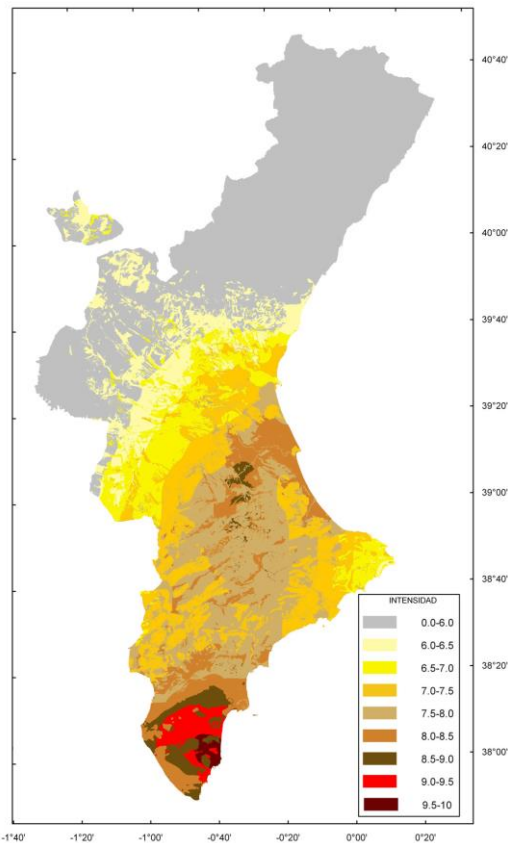


Ilustración 12 Mapa de intensidad sísmica esperada en la Comunidad Valenciana para un período de retorno de 500 años. (Giner-Caturla, 2011)

Como resultado de la combinación de todos los datos comentados, se obtienen los mapas de intensidad sísmica esperada para 100, 500 y 1000 años teniendo en cuenta el efecto suelo.

### 3.2 REFERENCIAS

Debido a la gran variedad de documentación disponible, se ha procedido a una elección regida por una similar tendencia explicativa y un orden concreto.

Atendiendo a las exactitudes del Plan Especial frente al Riesgo Sísmico de la Generalitat Valenciana, nos centramos en el análisis del riesgo sísmico y, precisamente, en el estudio de Peligrosidad Sísmica realizado.

Este documento queda a su vez referenciado por el Estudio de Peligrosidad Sísmica de la Universidad de Alicante, combinado con la actualización de los mapas de peligrosidad hechos en el año 2012. (Belén Benito, 2012)



## 4. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA COMUNITAT VALENCIANA

---

### 4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Son muchas las dificultades que comporta la utilización de los métodos diseñados para proyecto en el análisis de obras ya existentes, y no es para nada despreciable la falta de una normativa específica que defina los criterios aplicables para estas. Es necesario pues considerar los altos costes que comporta una inspección casi universal que exigiría el método completo y la dificultad consecuente en la obtención de algunos datos sin afectar a la seguridad. Esto comporta casi siempre la utilización de los métodos analíticos con información deficiente e incompleta, métodos que, en general, suponen una simplificación inevitable en la que resulta imposible abordar la complejidad de la realidad.

Por ello, parece imponerse un camino más empírico, en tanto que los métodos teóricos, así como los procedimientos de inspección de toma de datos, no nos permitan abordar la realidad con suficientes garantías de concordancia y fidelidad. Y sin afectar violentamente al medio económico social en el que estamos inmersos. (Alcocer, 1997)

Dependiendo de la naturaleza de los datos disponibles, los métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica pueden ser clasificados en empíricos, analíticos, basados en la experiencia e híbridos. En cuanto a los métodos basados en la experiencia, los acercamientos macrosísmicos (por ejemplo, Giovinazzi 2006; Bernadini et al. 2008, 2011) permiten generar una clasificación de la vulnerabilidad de un edificio expuesto mediante la nivelación de las clases de vulnerabilidad de la Escala Macrosísmica Europea (EMS-98) y considerando que dicha clasificación tiene poca certeza. Esto es en lo correspondiente a atribuir a toda una tipología estructural una clase específica de vulnerabilidad sin tener en cuenta otros factores que intervienen. Por tanto, los acercamientos macrosísmicos combinan los datos técnicos de los sismos con el daño esperado. Sin embargo, este tipo de acercamientos están limitados por la necesidad de recogerse en leyes y normas aproximadas y no del todo ciertas con tal de relacionar los valores de intensidad y los parámetros de aceleración sísmica de referencia. (A. Rosti, 2022)

Mientras que la peligrosidad sísmica valora la posibilidad de ocurrencia de un evento sísmico en un período y una localización dados, la vulnerabilidad sísmica se define como la predisposición intrínseca de un elemento estructural y/o urbano de sufrir daño ante la ocurrencia de un sismo de un grado determinado de severidad. Esta, por tanto, está directamente relacionada con las características proyectuales del elemento en sí.

Para lograr una estimación apropiada de la vulnerabilidad, se tendrá en cuenta el grado de daño que la destrucción de una construcción pueda acarrear tanto en factor humano como en factor económico y de infraestructura.

Teniendo en cuenta que el Estudio de Vulnerabilidad Sísmica en la Comunitat Valenciana genera una clasificación de las construcciones valorando diversos criterios, estos se distribuyen tomando como punto de partida los valores de intensidades sísmicas establecidos en el Estudio de Peligrosidad Sísmica de la Comunitat Valenciana (comentado en el apartado anterior).

#### 4.2 CLASES DE VULNERABILIDAD EXISTENTES

Teniendo en cuenta que se considera una división de las clases dependiendo de si la estructura es de obra de fábrica (MAS) o de hormigón armado (RC), un total de 6 de estas clases están atribuidas a las de obra de fábrica (A1, B1, C1, D1, E1, F1) y otras 4 están atribuidas a las de hormigón armado (C2, D2, E2, F2). Las clases A2 y B2 podrían también estar atribuidas a las estructuras de hormigón armado, pero estando la estructura a falta del estudio sísmico como, por ejemplo, edificios diseñados solamente para recibir las cargas gravitatorias.

En esta distribución de las clases se observa un orden alfabético, este nos muestra que la clase A poseerá la vulnerabilidad más alta, mientras que la clase F poseerá la menor vulnerabilidad. (A. Rosti, 2022)

Se adjunta pues la clasificación de las estructuras (edificios) en clases de vulnerabilidad según la EMS-98. En el Anejo 2 se encuentra la Escala de Intensidad Macrosísmica completa recogida por el Instituto Geográfico Nacional y, por las características de este

estudio, aquí se adjunta la tabla que recoge los edificios construidos con estructura de fábrica, coherentemente relacionada con la materialidad de los testigos elegidos para el análisis de vulnerabilidad sísmica más adelante. (Martín, 2009)

Tipo de estructura		Clase de vulnerabilidad					
		A	B	C	D	E	F
Fábrica	pedra suelta o canto rodado	○					
	adobe (ladrillos de tierra)	○—					
	mampostería	— ○					
	sillería		— ○—				
	sin armar, de ladrillos o bloques		— ○—				
	sin armar, con forjados de HA		— ○—				
	armada o confinada			— ○—			

Ilustración 13 Diferenciación de estructuras (edificios) en clases de vulnerabilidad EMS-98

### 4.3 ASIGNACIÓN DE CLASE DE VULNERABILIDAD A EDIFICIOS

Con el objetivo de asignar las clases de vulnerabilidad en los edificios, se ha seguido un método simplificado enfocado a diversos parámetros: (B. Serrano Lanzarote, 2015)

1.- Estudio de fuentes básicas de información cuantitativa y cualitativa del parque edificado en la Comunidad Valenciana. Principalmente se ha trabajado con el Censo de Población y Vivienda 2001 elaborado por el Instituto Nacional Estadístico (INE) y con datos sobre inspecciones de edificios construidos entre los años 1950 y 19803 en la Comunidad Valenciana.

2.- Análisis de las características constructivas y de diseño de los edificios de la Comunidad Valenciana en diferentes periodos y definición de tipos estructurales básicos fundamentados en diversos estudios.

3.- Asignación de vulnerabilidad adecuada a la Escala Macrosísmica Europea, EMS-98, a cada uno de los edificios y tipos estructurales identificados. (Martín, 2009)

4.- Ponderación de cada clase de vulnerabilidad por período constructivo mediante el desarrollo de matrices de asignación de vulnerabilidad.

Las fuentes de información utilizadas con el fin de asignar una vulnerabilidad sísmica a los edificios han de ser precisas con respecto a sus sistemas estructurales, pues es un dato necesario para poder dar una clase de vulnerabilidad precisa. Dependiendo del tipo estructural, una construcción tendrá asignada una clase de vulnerabilidad concreta:

Material	Código tipo	Descripción	Clase de vulnerabilidad
Fábrica	F1	Estructura de muros de carga de piedra en seco y tapial	A
	F2	Estructura de muros de carga de mampostería o de fábrica de ladrillo < 5 plantas	A / B
Mixta	X1	Estructura mixta de mampostería o de fábrica de ladrillo y pórticos de fábrica de ladrillo < 1950	A / B
	X2	Estructura mixta de mampostería o de fábrica de ladrillo y pórticos de hormigón armado 1950-1970	B
Hormigón armado	H1	Estructura porticada de hormigón armado, 1930-1969	B
	H2	Estructura porticada de hormigón armado, 1970-1995	B / C
	H3	Estructura porticada de hormigón armado, >1995	C / D / E
Acero	A1	Estructura porticada de nudos semirígidos	C / D
	A2	Estructura porticada de nudos rígidos	C / D
	A3	Naves industriales	D / E

*Ilustración 14 Clasificación de tipos estructurales de los edificios residenciales de la Comunitat Valenciana*

Este esquema (*Ilustración 14*) recoge la clasificación básica, sin embargo, con la intención de generar una correspondencia entre la vulnerabilidad y la edificación, en el Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de la Comunidad Valenciana se consideran un conjunto de variables: el tipo estructural, la edad de la construcción, la localización geográfica (peligrosidad sísmica) y la respuesta a la presencia de normativa sismorresistente en España durante la construcción del inmueble. Por tanto, como

variables fundamentales para la asignación de vulnerabilidad se han considerado: la edad, la altura y la ubicación geográfica.

La edad del edificio es una de las variables capaz de mostrar quan vulnerable será el inmueble en el caso de que se diera un evento sísmico de elevada importancia. Esto se debe a diversos factores:

En los documentos y los edificios que aún se sostienen de épocas anteriores, y comparando esta información con la tendencia de las últimas décadas, es poco erróneo asumir un mejor comportamiento sísmico general a los edificios más recientes en comparación con los de construcción más tradicional. Concretamente, el hormigón y los pórticos de hormigón armado son menos vulnerables que los materiales comúnmente utilizados previamente en la construcción, como el muro de obra de fábrica de ladrillo o de piedra.

La ausencia de normativa sismorresistente y de diseño antisísmico. Pese a que en España surgieron unos informes técnicos con relación al terremoto de Torrevieja en 1829 con varios sugerimientos y las primeras intenciones de un diseño urbano considerando el factor sismológico, no se elaboraron las primeras Normas Sismorresistentes hasta bien entrado el s. XX, con la PGS-1-1968.

Previamente, el parque constructivo valenciano era en su mayoría un conjunto de sistemas de muros portantes de piedra o ladrillo. Bien si a partir de los años 20 se comenzaría a utilizar el sistema estructural porticado, el uso de este no se generalizaría hasta ya entrados los años 60. (Temes-Cordovez, 2007)

Teniendo en cuenta que la Comunitat Valenciana está marcada por la horizontalidad en los edificios, con el 95% del parque constructivo una altura menor o igual a 5 plantas, este factor no genera una especial preocupación dentro del análisis dado.

El último criterio que se tiene en cuenta para la asignación de vulnerabilidad a un edificio es la ubicación geográfica, en el que se considera la localización distinguiendo entre ámbito urbano y rural, y entre municipios de mayor o de menor tamaño. Con esto y mediante análisis de bases de datos masivas, se ha avalado que la provincia con mayor vulnerabilidad sería la provincia de Castellón.

## 5. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN ALCOI

---

### 5.1 EVALUACIÓN DEL SUELO

Como se muestra en mapa geológico del Instituto Geológico y Minero de España (Anejo 3 adjunto), “el territorio del municipio de Alcoi se encuentra principalmente sobre un suelo de tipo mioceno indiferenciado predominantemente margoso, englobado en la época del neógeno, concretamente en la época del mioceno medio y superior (langhiense, serravaliense y tortoniense)”. (Antonio Almela, 1973)

Estas épocas mencionadas protagonizan períodos de sedimentación a lo largo del Mediterráneo Occidental, lo que en la actualidad se traduce en un terreno caracterizado por arcillas y sales. Esto genera, generalmente para toda la provincia de Alicante, pero específicamente para el municipio de Alcoi, un terreno con un comportamiento de gran ductilidad.

Según los datos recogidos en el mapa geológico, el terreno de Alcoi recibe varios eventos cuya importancia en la actividad sísmica del lugar es elevada. Entre ellos, se reciben fallas con indicación de hundimiento (dirección NE) directamente relacionada con el cauce fluvial del río Serpis. Además, en conjunto con la presencia de estas fallas, se encuentran actividades como contactos mecánicos (contactos entre unidades correspondientes a superficies de fractura) y un supuesto anticlinal (pliegue de la corteza terrestre cuyos estratos de mayor antigüedad se encuentran en su núcleo).

La falla comentada previamente es fruto de la colisión de dos placas, la placa Euroasiática y la placa Mesomediterránea. La Placa Euroasiática estaba pues formada por un sustrato rígido en la parte más inferior del terreno, la cual se “despegó” de la cobertera sedimentaria formada por los restos dejados durante las épocas previamente comentadas. (d'Alcoi, 2015)

Ante la debida clasificación del suelo recalcando las imágenes de la Cartografía temática nº5 editada en 1998 por la Consellería de Obras Públicas, Transporte y Urbanismo y

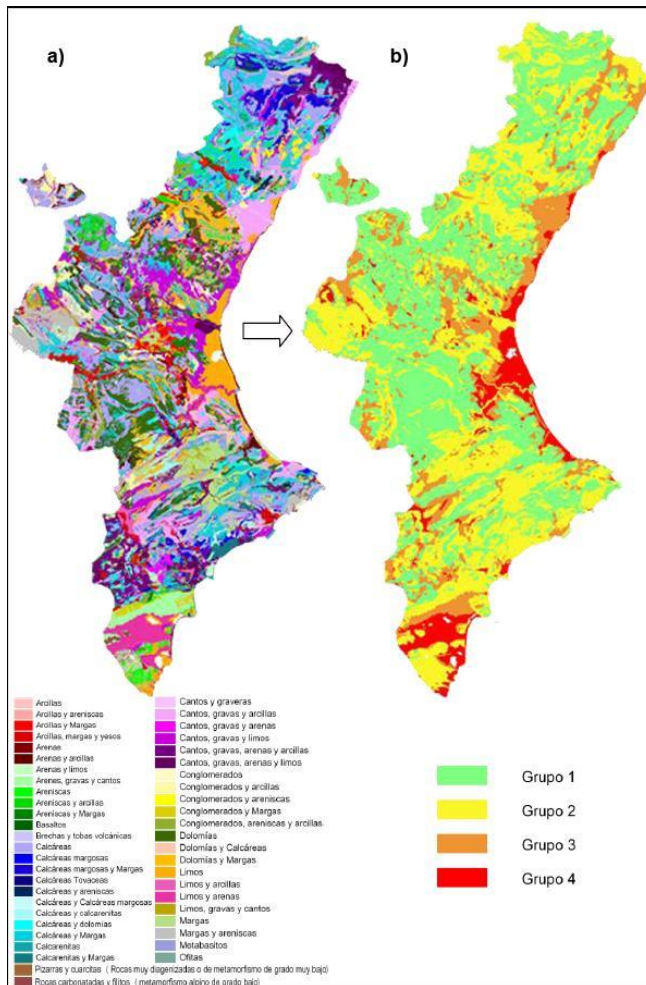


Ilustración 15. a) Mapa Litológico de la Comunitat Valenciana "Cartografía temática Nº 5 editada en 1998 por la Conselleria de Obras Públicas Transporte y Urbanismo" obtenemos el mapa b) Mapa de la Comunitat Valenciana agrupado en función de la amplificación del suelo

consecuentemente el Mapa de la Comunitat Valenciana en función de la amplificación del factor suelo ante sacudidas sísmicas, se obtienen diversas cuestiones.

Focalizando el detalle en el municipio de Alcoi, el terreno presenta una materialidad que lo constituye a base de cantos, gravas, arenas y arcillas (a); lo que engloba a este terreno y, combinando estos datos con los proporcionados por el Mapa de la Comunitat Valenciana agrupado en función de la amplificación del suelo, que lo coloca en el grupo IV y por tanto un incremento de (MSK) de 0,65. Escala precedente a la escala de intensidad actual EMS-98 (Escala Macrosísmica Europea) (Ilustración 15). (Sismorresistentes, 2002)

Con ello, la Peligrosidad Sísmica en el municipio se obtiene pues mediante la combinación del efecto de sitio con la Intensidad Sísmica esperada para cierto período de tiempo.

## 5.2 EVALUACIÓN DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Pese a que la provincia de Alicante no posea cumbres de destacada elevación, la zona se caracteriza notablemente por ser un terreno muy montañoso. Con ello, es muy común observar la combinación de sierras de pequeñas o medianas dimensiones con valles alargados generalmente en la dirección Este-Oeste.

El relieve tiene también relación con la colisión de la Placa Euroasiática y de la Placa Mesomediterránea explicadas en el punto anterior. Esta colisión tuvo lugar durante millones de años y tuvo varias consecuencias. Entre ellas, provocó una deformación en la cobertera de los estratos sedimentarios formados durante las épocas previas a la colisión, formando por tanto fallas y un tren de pliegues antiformes (lo que ahora conforman las sierras de Mariola, Serrella, Aitana, Carrascal de la Font Roja, etc.) y

sinformes (conformando estos últimos las zonas deprimidas como barrancos o la Conca d'Alcoi).

La línea sismotectónica del municipio de Alcoi se prolonga por el norte hasta la ciudad de València como alineación sísmica, presentando además en su recorrido algunas fracturas y fallas en el terreno local con centros sísmicos determinados y caracterizados estos mismos por una cierta inestabilidad. Por sus características, claramente se trata de una línea tectónica de gran profundidad cuya importancia se debe más como la alineación de los epicentros que como accidente geológico. (Pastor, 1946)

## 6. VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ALCOI

---

### 6.1 VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EL CASCO HISTÓRICO DE ALCOI

Como plan estratégico de actuación frente al Patrimonio Arquitectónico, se deben categorizar dos tipos de riesgo que pueden amenazar la integridad de los edificios y sus habitantes: (Heritage, 26)

- Riesgos impredecibles. Este sería el caso de situaciones imprevistas como el estallido de una guerra, terremotos masivos, entre otras situaciones.
- Riesgos predecibles. Aquí entrarían en valor las características intrínsecas de los inmuebles, como la tipología, el estado de conservación o la calidad de los materiales utilizados y la relación de estos parámetros con la presente situación de decaimiento y cambio de las condiciones ambientales (contaminación, sismos, etc).

Con el objetivo de analizar la vulnerabilidad sísmica de un lugar concreto, cabe recalcar la estructura urbana de las ciudades en el período de tiempo que se estudia en este trabajo, pues entre 1900 y 1930 las áreas urbanas de las ciudades crecieron a una velocidad jamás vista con anterioridad, destacando la forma más extendida de construir. Los inmuebles se elaboran a partir de estructuras murarias a base de obra de fábrica de ladrillo macizo unidos con mortero ya sea de cal, bastardo o de cemento en el periodo más tardío e industrializado. (Pérez, 2002)

También se utilizan, aunque en menor medida los muros de sillería como zócalos de base de altura limitada con tal de posteriormente poder arrancar con ladrillo macizo. Este sistema combina muchas veces los muros de carga con pilastras de obra de fábrica.

En cuanto a la forma de resolver los forjados, es común ver en las construcciones de esta época estructuras entramadas de madera aserrada, con sistemas de entrevigado formados por bovedillas de yeso o fábrica de ladrillo con relleno de cascotes. En menor medida, es posible encontrar forjados con entramados metálicos y piezas de entrevigado de ladrillo.

Concretamente en los edificios urbanos, como los analizados a continuación, la disposición edificatoria más común es la compuesta por muros de carga paralelos a la fachada y otros muros portantes de importancia más secundaria en dispuestos ortogonalmente, con luz moderada y de mayor grosor en las plantas inferiores,

reduciéndose este conforme se va aumentando de planta. Lo más habitual es encontrar estos edificios de entre 3 y 5 alturas. Hay que tener en cuenta el escaso nivel de desarrollo de las capacidades técnicas de la época, si bien estos años marcaron la base desde donde se comenzaron a emprender nuevos caminos relacionados con la seguridad estructural y proyectual, el conocimiento puesto en práctica era de escaso desarrollo y, concretamente en el aspecto sísmico, nulo.

De hecho, el tejido urbano de la ciudad se comenzó a regir por el Reglamento, aprobado el 3 de septiembre de 1879, para la ejecución de las obras de ensanche de la ciudad de Alcoi. Por este documento, las vías quedaban clasificadas según su anchura, siendo las vías de 1er orden de 7 metros o más, las de 2º orden de entre 4 y 7 metros, y las de 3er y último orden de 4 metros. (Pérez, 2002)

A cada orden de vía le correspondía por tanto unas posibilidades de edificación concretas, siendo estas:

- Para las vías de 1er orden, una altura de cornisa de hasta 20 metros de edificación. Correspondiéndose a Planta Baja + 5 alturas. (Ilustración 16)

- Para las vías de 2º orden, una altura de cornisa de hasta 17 metros de edificación. Correspondiéndose a Planta Baja + 4 alturas.

- Para las vías de 3er orden, una altura de cornisa de hasta 13,75 metros de edificación. Correspondiéndose a Planta Baja + 3 alturas.

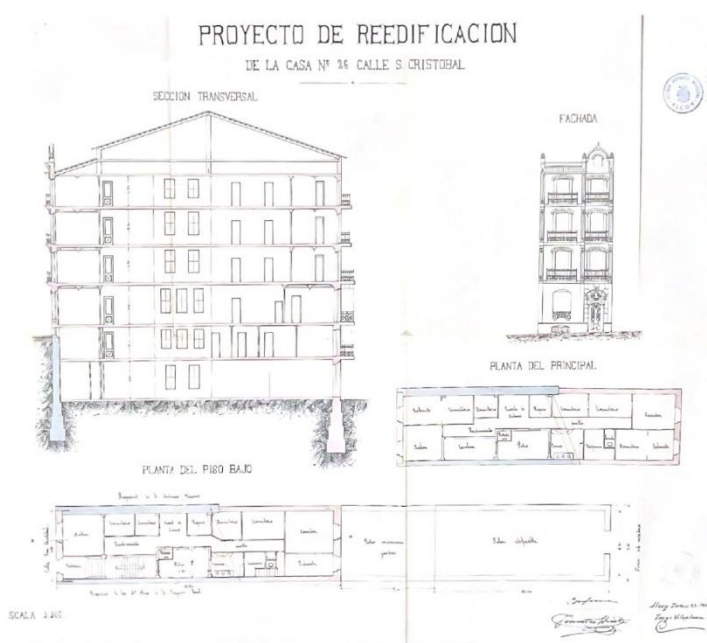


Ilustración 16 Planos del proyecto de edificio diseñado por Jordi Villaplana. C. San Cristobal nº26. (Fuente: Biblioteca y Archivo Municipal de Alcoi)

Sin embargo, este Reglamento fue precisado por las Ordenanzas Municipales del año 1900, en el que se clasifican como calles de 1er orden aquellas que solamente tuvieran una anchura de 10 metros o mayor, las de 2º orden como aquellas de entre 7 y 10 metros, y las de 3er orden aquellas de entre 5 y 7 metros de anchura, añadiéndose un 4º orden correspondiente a las calles de anchura menor a 5 metros.

Dicho cambio acarreó un ligero incremento en la altura máxima permitida para las edificaciones. Estas medidas modelaron la imagen del casco modernista de la ciudad, demostrándose en las fichas que proceden y en sus respectivas imágenes, el ajuste de los edificios en vistas de esta normativa.



## 6.2 ELECCIÓN DE LOS TESTIGOS A ANALIZAR. CRITERIOS

En este caso concreto, nos centramos en los edificios de uso residencial construidos entre 1900 y 1930 en el casco antiguo de la localidad de Alcoi. Esta elección se ha tomado por diversos motivos.

Los criterios seguidos para la elección de las muestras siguen la decisión de mostrar una tipología concreta dedicada a la justificación de este análisis específicamente. Es por ello que una de las similitudes es la época de la construcción, pues el municipio de Alcoi sufrió un gran aumento de población debido al contexto social, económico e industrial en el que se halló durante estos años.

El siguiente criterio de elección ha sido la no catalogación de la construcción como edificio histórico. Esto es debido a que los edificios catalogados están sometidos a un mayor cuidado debido al valor arquitectónico e histórico que sostienen. Cabe remarcar, pues, que el enfoque de este trabajo es el de la seguridad y la demostración del riesgo al que está sometido el factor humano en estos casos en los que el precario cuidado del inmueble determina un gran incremento en el riesgo de que sufra mayores daños en el momento que se diera un evento sísmico de cierta magnitud.

Basándonos en el estado de conservación del edificio, entran en escena los materiales y la estructura utilizados para su construcción, siendo en su mayoría elementos muy poco dúctiles con cerramientos y estructura de mampostería. En el contexto histórico global, se ha demostrado que los sismos han sido, probablemente, los responsables del mayor número de fallas, entendidas como colapsos o derrumbes, de estructuras de mampostería. Especialmente sensibles han sido las fallas de viviendas y residencias, que han causado un gran número de muertes. La naturaleza de este material genera de por sí uniones débiles entre las piezas, las cuales se encuentran unidas por conglomerantes o morteros, y por tanto un comportamiento frágil y débil hacia esfuerzos de tracción. Esto genera además un decrecimiento muy rápido en la capacidad resistente de la estructura. Los edificios elegidos tienen la común característica de presentar mampostería simple, es decir, sin ningún tipo de refuerzo ya sea metálico o de hormigón, lo que genera una gran reducción de la estabilidad frente a acciones laterales cíclicas (inducidas por los sismos). (Alcocer, 1997)

Un parámetro poco comentado en los análisis técnicos encontrados, pero de gran importancia en los cascos históricos sometidos a actividad sísmica es el fenómeno del acodamiento, el comportamiento en grupo de las construcciones dentro de las manzanas en las que se distribuyen. En conjunto, una construcción es dotada de mayor estabilidad frente a esfuerzos horizontales cuando la base es de dimensiones mayores a la altura de esta. Es debido a esto que, pese a que un edificio sea de poca dimensión en planta, pero conste de varias alturas, esté en una situación estable por estar unido a los edificios colindantes, actuando todos ellos como una base de grandes dimensiones en conjunto. Este fenómeno es lo que ha ayudado a disminuir la vulnerabilidad sísmica en edificios no preparados para sismo.

Habiendo comentado el acodamiento, es de alta importancia relacionarlo con la situación de despoblación sufrida por los cascos históricos de las ciudades. En ellas, se ha generado una tendencia al abandonamiento o demolición de las estructuras por la poca viabilidad económica que tiene su manutención, debiendo pasar por controles cada vez más estrictos de calidad, eficiencia energética y salubridad. Esta tendencia genera como resultado el vaciado de las manzanas, dejando a los edificios preexistentes sin el atado perimetral que tuvieron desde su construcción y que ahora, juntamente con el nivel de degradación en el que se encuentran los materiales que los componen, están sometidos a un mayor riesgo de colapso. Es por ello que la elección de los ejemplos compara el comportamiento sísmico de los que se encuentran en presencia de acodamiento y los que por el contrario se encuentran colindantes a solares, espacios libres o edificios con una excesiva variación en altura.

Como último criterio, se ha seguido la ubicación de los inmuebles, pues hay muchos edificios cuya construcción tuvo lugar durante las décadas previamente comentadas, pero se ha decidido analizar el régimen de casco histórico de manzana compacta y alta variación estructural y tipológica, en la que en una sola manzana se encuentran una gran diversidad de usos, estéticas y alturas derivadas de la constante evolución urbana.

A continuación, se presenta documentación gráfica clasificatoria de los edificios por año de construcción, en la que se han resaltado aquellos del centro de Alcoi que fueron construidos entre los años 1900 y 1930 (amarillo y naranja claro), los vacíos y los solares (verde) y los edificios posteriores a esta época (gris). Se adjunta Anejo 1 con la lista de referencias catastrales de cada edificio junto a su año de construcción. (*Ilustración 17*)



*Ilustración 17 Identificación de las construcciones realizadas entre 1900 y 1930 (en amarillo) y de los espacios vacíos (verde)*

Conviene fijarse en la gran cantidad de edificios que fueron construidos en un periodo tan corto como 30 años. En épocas de rápido crecimiento y construcción, es aún más relevante la diferencia de calidades constructivas entre dos edificios cuyos habitantes presentaban rentas opuestas. El casco histórico de Alcoi se presenta como un muy claro ejemplo de esta diferencia, la cual se verá además observada en las fichas.

Cabe destacar la similitud en cuanto a tipología estructural presente en esta zona mientras que, al mismo tiempo, los edificios escogidos presentan características visiblemente variadas, pues algunos de ellos presentan una materialidad y un cuidado más nobles que otros más austeros, urbanísticamente situados en calles de menor afluencia, más estrechas y por tanto con unas condiciones de accesibilidad de peor calidad en comparación con los de mayor calidad constructiva.

Se recalca, además, que no es necesario tener imágenes de las fachadas o de los interiores para demostrar la distinción de tipologías y calidades presentes en el área de trabajo, pues observamos en el mismo plano un cambio drástico de escala al comparar las parcelas orientadas a las anchas calles, plazas y avenidas, en comparación con aquellas parcelas ubicadas en las vías estrechas de uso secundario, proporcionando una parcela de calidades mucho menores, con exceso de profundidad y con reducida ventilación, proporcionando lugares no tan agradables para a habitabilidad y, generando, la previamente comentada decadencia de los centro urbanos, en los que los habitantes prefieren zonas de mayores calidades ambientales, espaciales y arquitectónicas a precios más reducidos que los del suelo de una parcela céntrica con calidades mucho menores.

Los edificios sometidos al análisis de vulnerabilidad son los siguientes:

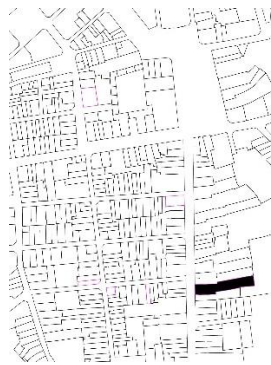

<b>Nº</b>	<b>Dirección</b>	<b>Año de construcción</b>	<b>Referencia catastral</b>
1	CL SANT NICOLAU 15	1930	9964064YH1896S
2	CL TAP EL 11	1900	9863407YH1896S
3	CL SANT FRANCESC 41	1900	9863401YH1896S
4	CL SANT MAURE 1	1924	9864413YH1896S
5	CL MOSSEN TORREGROSA 6	1900	9865412YH1896S
6	CL SANT FRANCESC 34	1920	9763212YH1896S

### 6.3 ESTIMACIÓN VISUAL. PRIMER NIVEL. FICHAS

Siguiendo el sistema de evaluación y asignación de la vulnerabilidad proporcionado por el trabajo de investigación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico de los edificios residenciales estudiados dentro del Plan Especial de la Comunidad Valenciana y el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), se ha procedido a la determinación de unas fichas justificativas en las que, mediante una inspección visual y un estudio de la materialidad, se procede a determinar la clase de vulnerabilidad de los edificios testigo.

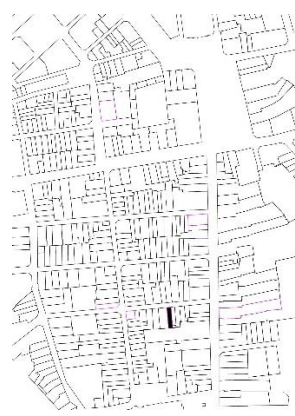
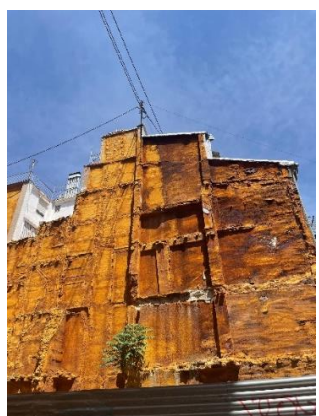
Con el fin de proceder a una asignación de la vulnerabilidad realista a estas tipologías edificatorias, se procede al análisis de estas, observando que se obtendrá una vulnerabilidad de tipo B para todas ellas pese al gran abanico de diferencias que claramente se encuentran entre ellas.

- Edificio 1: Carrer Sant Nicolau nº 15, 1930. Ref. 9964064YH1896S

DATOS GENERALES				EMPLAZAMIENTO	
Código edificio de estudio	Ed-01				
Dirección	CL SANT NICOLAU, 15				
Referencia catastral	9964064YH1896S				
DATOS REFERENTES A LA ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD					
Tipo de estructura	Fábrica de mampostería en roca			FOTOGRAFÍA	
Año de construcción	1909				
Código tipología	F-2				
Aspecto exterior					
Nº de plantas	PB + 3	Grado de deterioro	Nulo	Clase de vulnerabilidad EMS-98	<b>B</b>
Tipología	F-2		Período	< 1950	
Disposición de la planta	Rectangular	X	Luces	Cortas, menores de 4m	X
	Otras			Medias, entre 4 y 6m	
Disposición de los muros portantes	Paralelos	X	Número de plantas	Menor o igual que 3	
	En dos direcciones			Más de 3 plantas	X
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal	
	Mampostería irregular			Bastardo	
	Mampostería regular	X		Cemento	X
	Ladrillo macizo		Piezas de entrevigado	Tablero + mortero	
	Sillería			Cañizo + yeso	
Entramados de piso	Madera natural			Bovedilla yeso + relleno	

	Madera aserrada			Bovedilla cerámica + relleno	X
	Forjados cerámicos	X		Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas		Calidad de los materiales de construcción	Baja	
	Nervios "in situ"			Media	
Diseño / normas de construcción	Empírico	X		Alta	X
	Reglas constructivas		Nervio enlace muro y forjado	Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja		Rigidez del forjado en su plano	Baja	X
	Media	X		Media	
	Alta				
Eficacia enlace muro-forjado	Baja	X	Diseño sismorresistente	W – nulo	X
	Media			M - medio	
	Alta			H - alto	


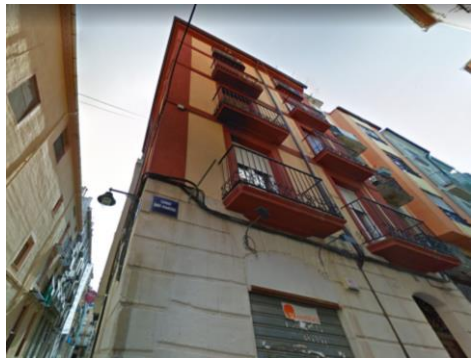
- Edificio 2: Carrer del Tap nº 11, 1900. Ref. 9863407YH1896S

DATOS GENERALES				EMPLAZAMIENTO	
Código edificio de estudio		Ed-02			
Dirección		CARRER DEL TAP Nº 11			
Referencia catastral		9863407YH1896S			
<b>DATOS REFERENTES A LA ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>					
Tipo de estructura		Fábrica de mampostería en obra de fábrica de ladrillo		<b>FOTOGRAFÍA</b> 	
Año de construcción		1900			
Código tipología		F-2			
Aspecto exterior					
Nº de plantas	PB + 4	Grado de deterioro	Moderado	Clase de vulnerabilidad EMS-98	B
Tipología	F-2		Período	< 1950	
Disposición de la planta	Rectangular	X	Luces	Cortas, menores de 4m	X
	Otras			Medias, entre 4 y 6m	
Disposición de los muros portantes	Paralelos	X	Número de plantas	Menor o igual que 3	
	En dos direcciones			Más de 3 plantas	X
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal	X
	Mampostería irregular			Bastardo	
	Mampostería regular	X		Cemento	
	Ladrillo macizo		Piezas de entrevigado	Tablero + mortero	X

	Sillería			Cañizo + yeso	
Entramados de piso	Madera natural	X	Calidad de los materiales de construcción	Bovedilla yeso + relleno	
	Madera aserrada			Bovedilla cerámica + relleno	
	Forjados cerámicos			Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas			Baja	X
	Nervios "in situ"			Media	
Diseño / normas de construcción	Empírico	X	Nervio enlace muro y forjado	Alta	
	Reglas constructivas			Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja	X	Rigidez del forjado en su plano	Baja	X
	Media			Media	
	Alta				
Eficacia enlace muro-forjado	Baja	X	Diseño sismorresistente	W – nulo	X
	Media			M - medio	
	Alta			H - alto	





- Edificio 3: Carrer Sant Francesc nº 41, 1900. Ref. 9863401YH1896S

DATOS GENERALES				EMPLAZAMIENTO	
Código edificio de estudio		Ed-03			
Dirección		CARRER DE SANT FRANCESC 41			
Referencia catastral		9863401YH1896S			
<b>DATOS REFERENTES A LA ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>					
Tipo de estructura		Fábrica de mampostería en obra de fábrica de ladrillo		<b>FOTOGRAFÍA</b> 	
Año de construcción		1900			
Código tipología		F1			
Aspecto exterior					
Nº de plantas	PB + 4	Grado de deterioro	Moderado	Clase de vulnerabilidad EMS-98	B
Tipología	F-2		Período	< 1950	
Disposición de la planta	Rectangular	X	Luces	Cortas, menores de 4m	X
	Otras			Medias, entre 4 y 6m	
Disposición de los muros portantes	Paralelos	X	Número de plantas	Menor o igual que 3	
	En dos direcciones			Más de 3 plantas	X
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal	
	Mampostería irregular			Bastardo	
	Mampostería regular			Cemento	X
	Ladrillo macizo		Piezas de entrevigado	Tablero + mortero	
	Sillería	X		Cañizo + yeso	


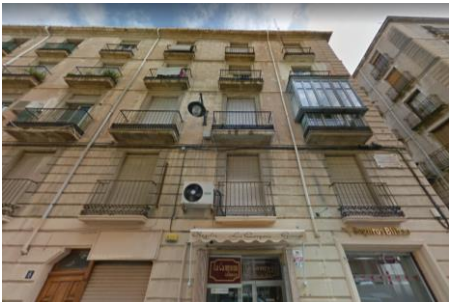
Entramados de piso	Madera natural		Calidad de los materiales de construcción	Bovedilla yeso + relleno	
	Madera aserrada			Bovedilla cerámica + relleno	X
	Forjados cerámicos	X		Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas			Baja	
	Nervios "in situ"			Media	X
Diseño / normas de construcción	Empírico	X	Nervio enlace muro y forjado	Alta	
	Reglas constructivas			Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja		Rigidez del forjado en su plano	Baja	
	Media	X		Media	X
	Alta				
Eficacia enlace muro-forjado	Baja		Diseño sismorresistente	W - nulo	X
	Media	X		M - medio	
	Alta			H - alto	

- Edificio 4: Carrer Sant Maure nº 1, 1924. Ref. 9864413YH1896S

DATOS GENERALES				EMPLAZAMIENTO	
Código edificio de estudio		Ed-04			
Dirección		CARRER DE SANT MAURE, 1			
Referencia catastral		9864413YH1896S			
<b>DATOS REFERENTES A LA ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>					
Tipo de estructura		Fábrica de mampostería en piedra		<b>FOTOGRAFÍA</b> 	
Año de construcción		1924			
Código tipología		F-2			
Aspecto exterior					
Nº de plantas	PB + 4	Grado de deterioro	Nulo	Clase de vulnerabilidad EMS-98	B
Tipología	F-2		Período	< 1950	
Disposición de la planta	Rectangular	X	Luces	Cortas, menores de 4m	
	Otras			Medias, entre 4 y 6m	X
Disposición de los muros portantes	Paralelos	X	Número de plantas	Menor o igual que 3	
	En dos direcciones			Más de 3 plantas	X
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal	
	Mampostería irregular			Bastardo	
	Mampostería regular			Cemento	X
	Ladrillo macizo		Piezas de entrevigado	Tablero + mortero	
	Sillería	X		Cañizo + yeso	
Entramados de piso	Madera natural			Bovedilla yeso + relleno	



	Madera aserrada		Calidad de los materiales de construcción	Bovedilla cerámica + relleno	X
	Forjados cerámicos	X		Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas			Baja	
	Nervios "in situ"			Media	X
Diseño / normas de construcción	Empírico	X	Nervio enlace muro y forjado	Alta	
	Reglas constructivas			Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja		Rigidez del forjado en su plano	Baja	X
	Media	X		Media	
	Alta				
Eficacia enlace muro-forjado	Baja		Diseño sismorresistente	W – nulo	X
	Media	X		M - medio	
	Alta			H - alto	

- Edificio 5: Carrer Mossen Torregrosa nº 6, 1900. Ref. 9865412YH1896S

DATOS GENERALES				EMPLAZAMIENTO			
Código edificio de estudio		Ed-05					
Dirección		CARRER DE MOSSEN TORREGROSA, 6					
Referencia catastral		9865412YH1896S					
<b>DATOS REFERENTES A LA ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>				<b>FOTOGRAFÍA</b> 			
Tipo de estructura		Fábrica de mampostería en obra de fábrica de ladrillo					
Año de construcción		1900					
Código tipología		F-2					
Aspecto exterior							
Nº de plantas	5	Grado de deterioro	Nulo	Clase de vulnerabilidad EMS-98		B	
Tipología	F-2		Período	< 1950			
Disposición de la planta	Rectangular	X	Luces	Cortas, menores de 4m		X	
	Otras			Medias, entre 4 y 6m			
Disposición de los muros portantes	Paralelos	X	Número de plantas	Menor o igual que 3			
	En dos direcciones			Más de 3 plantas		X	
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal			
	Mampostería irregular			Bastardo			
	Mampostería regular			Cemento		X	
	Ladrillo macizo		Piezas de entrevigado	Tablero + mortero			
	Sillería	X		Cañizo + yeso			

Entramados de piso	Madera natural		Calidad de los materiales de construcción	Bovedilla yeso + relleno	
	Madera aserrada			Bovedilla cerámica + relleno	X
	Forjados cerámicos	X		Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas			Baja	
	Nervios "in situ"			Media	X
Diseño / normas de construcción	Empírico	X	Nervio enlace muro y forjado	Alta	
	Reglas constructivas			Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja		Rigidez del forjado en su plano	Baja	
	Media	X		Media	X
	Alta				
Eficacia enlace muro-forjado	Baja	X	Diseño sismorresistente	W - nulo	X
	Media			M - medio	
	Alta			H - alto	

- Edificio 6: Carrer Sant Francesc nº 34, 1920. Ref. 9763212YH1896S

- DATOS GENERALES				EMPLAZAMIENTO	
Código edificio de estudio		Ed-05			
Dirección		CARRER DE SANT FRANCESC, 34			
Referencia catastral		9763212YH1896S			
<b>DATOS REFERENTES A LA ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD</b>					
Tipo de estructura		Fábrica de mampostería en obra de fábrica de ladrillo		<b>FOTOGRAFÍA</b> 	
Año de construcción		1924			
Código tipología		F-2			
<b>Aspecto exterior</b>					
Nº de plantas	PB + 4	Grado de deterioro	Moderado	Clase de vulnerabilidad EMS-98	B
Tipología	F-2		Período	< 1950	
Disposición de la planta	Rectangular	X	Luces	Cortas, menores de 4m	X
	Otras			Medias, entre 4 y 6m	
Disposición de los muros portantes	Paralelos	X	Número de plantas	Menor o igual que 3	
	En dos direcciones			Más de 3 plantas	X
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal	X
	Mampostería irregular			Bastardo	
	Mampostería regular	X		Cemento	
	Ladrillo macizo		Piezas de entrevigado	Tablero + mortero	X
	Sillería			Cañizo + yeso	

Entramados de piso	Madera natural	X	Calidad de los materiales de construcción	Bovedilla yeso + relleno	
	Madera aserrada			Bovedilla cerámica + relleno	
	Forjados cerámicos			Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas			Baja	X
	Nervios "in situ"			Media	
Diseño / normas de construcción	Empírico	X	Nervio enlace muro y forjado	Alta	
	Reglas constructivas			Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja	X	Rigidez del forjado en su plano	Baja	X
	Media			Media	
	Alta				
Eficacia enlace muro-forjado	Baja	X	Diseño sismorresistente	W - nulo	X
	Media			M - medio	
	Alta			H - alto	



#### 6.4 EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS SEGUIDOS

Una vez completado el primer nivel de inspección visual, sirviendo para realizar una clasificación de la lista de edificios residenciales en función de sus atributos esenciales, se analizará el comportamiento sísmico y los cambios en función de estos atributos. Como se observa en las fichas, las primeras distinciones se harán en función de los materiales utilizados para la construcción (en este caso mampostería y el número de plantas de cada volumen. Los edificios de obra mampostería son posteriormente clasificados en base a la textura y la calidad de la fábrica de mampostería utilizada (por ejemplo, IRR: distribución irregular o baja calidad; REG: distribución regular y buena calidad), el diagrama de flexibilidad del plano de los forjados intermedios (clasificándolos como, por ejemplo, F: flexible; R: rígido) y la presencia o falta de nervios o elementos conectores como nudos o piezas de entrevigado.

Además de la altura del edificio, se tiene en cuenta la presencia o no de normativa sismorresistente durante el proceso de diseño. Consecuentemente, cuanto mayor sea el nivel de detalle obtenido para la realización del sistema de clasificación por tipología constructiva, más próximo se encuentra el objetivo de detectar posibles similitudes o diferencias con la vulnerabilidad sísmica de los edificios analizados en el pasado, siendo de esta forma más capaces de prever con anterioridad posibles deficiencias y situaciones evitables derivadas de atributos específicos del inmueble o de ciertos detalles constructivos que pudieran ser solucionados de forma diversa.

## 7. EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN EL CASCO HISTÓRICO DE ALCOI

### 7.1 DISTIBUCIÓN EN FUNCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Como bien se demuestra en las fichas justificativas de la estimación de la vulnerabilidad para esta topología edificatoria, una sola clase de vulnerabilidad engloba un amplio espectro y no considera algunas características que consecuentemente aumentan el riesgo sísmico del inmueble. En estas fichas con características especificadas por el Instituto Valenciano de la Edificación para la tipología estructural F – 2 estructura de muros de mampostería o de fábrica de ladrillo (*Ilustración 14*); se consideran situaciones concretas con respecto a la calidad de los materiales y al estado de conservación del inmueble.

Primeramente, se tiene en cuenta si el edificio en planta tiene una disposición regular o si, al contrario, tiene una disposición irregular, fruto de reparcelaciones y cambios en los terrenos adyacentes. Por las características propias de los volúmenes regulares se entiende que, a menor irregularidad en planta, mayor estabilidad de conjunto.

Este criterio también valora la altura de la construcción, mas no directamente sino por el número de plantas que eleva. De esta forma, para los inmuebles de tipología estructural F-2 se identifica un gran incremento de estabilidad estructural cuando el número de plantas se reduce a tres o menos. Sin embargo, esta tipología acarrea la característica principal de que, por sus rasgos estructurales, los edificios pueden llegar hasta a cinco plantas de altura sin poner en riesgo su estabilidad tanto física como estructural.

Otro parámetro que da importancia a la estructura es el parámetro de diseño, en el que se alude a la disposición de los muros de carga o portantes. Esto hace referencia tanto a forma en la que están situados como a la distancia que los separa los unos de los otros. Por tipología constructiva de esta época, los muros portantes se encuentran en su generalidad paralelos al plano de fachada, compensando la poca inercia que tienen unos volúmenes caracterizados por planos de fachada estrechos y longitudes de dimensiones mucho mayores en comparación. Por tanto, debido al reducido avance tecnológico de la época, estos muros y su cantidad están sobredimensionados, hallándose con luces muy reducidas (menores de 4 metros generalmente) y con grandes anchuras, sobre todo en las plantas más bajas.

Otro de los parámetros que se tienen en cuenta es la disposición de los forjados, siendo de elevada importancia una correcta unión entre estos y la estructura vertical con tal de generar un funcionamiento unificado del entramado. Esto se consigue mediante enlaces adecuados de los forjados y de los muros, y un correcto uso de los materiales utilizados. En el municipio de Alcoi, al igual que en una vasta extensión de la zona mediterránea, el forjado tradicional se forma a base de elementos cerámicos, material con reducida ductilidad y por tanto con un funcionamiento pésimo hacia eventos sísmicos que lo obliguen a deformar.

Combinando todos estos rasgos, es necesario destacar que la calidad de los materiales tiene un elevado protagonismo, pues un mismo diseño estructural tendrá un mejor funcionamiento conforme posea una calidad mayor de los materiales que lo conforman.

Así pues, el paso del tiempo influirá de forma diversa en materiales de calidad menor, los cuales serán menos resistentes a la humedad, a la erosión y al viento, entre otros factores a destacar.

Por último, se pone en el punto de mira si el edificio fue diseñado bajo normas de construcción y normas sismorresistentes. Este aspecto demuestra analíticamente que estos edificios fueron diseñados previos a normativa y, por tanto, de forma empírica. Sin embargo, ninguno de estos factores que demuestran una resistencia muy reducida para los volúmenes, entra en valor en el momento de proceder a una asignación de la clase de vulnerabilidad.

Además, se debe clarificar que estas fichas no contemplan todos los parámetros identificativos de un edificio, mas solamente los más generales. Sería pues una buena práctica profesional el tener en cuenta diversos parámetros más como:

- Documentación de las restauraciones y rehabilitaciones hechas al inmueble desde su construcción.
- Identificación de la proporción entre planta y altura, con el fin de demostrar que el volumen es completamente regular. Este parámetro es de especial importancia pues, con los datos analizados de las fichas justificativas previas, no se llega a demostrar que exista una correcta relación entre base y altura, pese a que el edificio posea una planta regular y rectangular y tenga menos de cinco plantas de altura.
- Situación con respecto a los edificios colindantes, caras libres. Está demostrado que los edificios en esquina o con dos o más fachadas libres presentan una mayor libertad de movimiento. Esto, en el concepto de vulnerabilidad sísmica, muestra un mayor riesgo de movimientos horizontales, creando situaciones peligrosas en las que la reducida elasticidad y plasticidad de los materiales del inmueble se ven superadas por el esfuerzo al que se encuentran sometidas bajo un evento sísmico de gran intensidad. Es por ello que cabe mantener una especial atención a los edificios que se encuentran en estas posiciones y que demuestran unas condiciones de riesgo técnicamente moderado, el cual se ve incrementado una vez se tienen en cuenta otros aspectos adicionales a la norma sismorresistente.

## 7.2 ESTIMACIÓN DEL POSIBLE DAÑO GENERADO EN FUNCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Valorando el riesgo sísmico como la combinación de la peligrosidad sísmica de un lugar concreto y la vulnerabilidad sísmica de una estructura, el análisis de los distintos testigos seleccionados alrededor del centro nos muestra una clara homogeneidad en el riesgo del conjunto, con variaciones que dependerán de la relación de los volúmenes con los edificios adyacentes.

Utilizando como base ejecutoria la Escala Macrosísmica Europea, en la que encontramos relación proporcional entre la intensidad de un sismo y la vulnerabilidad de una estructura, se crea una directa conexión entre la máxima intensidad de sismo esperada según el *Estudio de Peligrosidad Sísmica de la Comunidad Valenciana* el cual

proporciona al municipio de Alcoi un evento sísmico de grado VII o mayor para un período de retorno de  $T = 475$  años, y la clase de vulnerabilidad atribuida a los edificios del casco histórico. Siendo esta generalmente muy alta debido a la cantidad de edificios construidos previa cualquier normativa sismorresistente. (Vulnerabilidad A/B). (Martín, 2009)

Con esta relación, observamos que en el caso de que se diera un evento sísmico de estas magnitudes, lo cual es cada vez más probable puesto que el último terremoto de calibre similar tuvo lugar en 1644, los edificios sufrirían unos daños concretos. Según la EMS-98, un evento de magnitud VII sería calificado como *dañino* con consecuencias tanto en factor humano, económico y de infraestructura. En cuanto al factor humano, el sismo sería sentido por la mayoría de los habitantes dentro de los inmuebles e incluso sería sentido por las personas situadas al aire libre en ese momento dado, sería posible que algunas perdieran el equilibrio. Se generaría alarma social y sería de especial complejidad organizar la evacuación de aquellas grandes cantidades de gente sin un Plan Especial frente a Emergencias bien estructurado ni habiendo avisado con anterioridad a los habitantes sobre la estructuración de este.

En cuanto a las estructuras, los edificios de vulnerabilidad A sufrirían daños de grado 3 e incluso de grado 4, los cuales corresponderían a: (Martín, 2009)

- Grado 3 (de clasificación de daños en edificios de fábrica):  
Daños de importantes a graves (daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves). Surgirían grietas grandes y generalizadas en la mayoría de los muros, se soltarían las tejas de las cubiertas, las chimeneas se romperían por la línea de la cubierta debido a las vibraciones horizontales y se dañarían elementos individuales no-estructurales como tabiques y hastiales.
- Grado 4 (de clasificación de daños en edificios de fábrica):  
Daños muy graves (daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves). Se dañarían seriamente los muros, siendo esto de alta preocupación pues estos edificios se rigen por estructura de muros de carga, y se dañarían parcialmente los tejados y los forjados, generando roturas que crean un peligro añadido para las personas que recorran las vías en ese momento.

Por otro lado, los edificios de vulnerabilidad de clase B sufrirían daños de grado 2 y de grado 3, habiendo explicado los daños de grado 3 previamente, los daños de grado 2 se corresponderían con:

- Daños moderados (daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados). Se generarían grietas en muchos muros, caerían grandes trozos de revestimiento y sucedería un colapso parcial de chimeneas.

Es de elevada importancia destacar que el principal peligro al que se somete a la población en el momento que se da un evento sísmico de relativa magnitud es el de la caída al vacío de elementos no estructurales sin capacidad portante. Es por tanto inevitable no prestar atención a las conclusiones tomadas durante el estudio del sismo que afectó a la ciudad

de Lorca (Murcia) en el año 2011. Este sismo y los estudios posteriores arrojan información inédita sobre el mal comportamiento de los elementos constructivos denominados “secundarios”, los cuales resultaron con daños fatales que les dotaron de protagonismo frente a un esperado número de muertes que, contra todo pronóstico, tuvieron lugar fuera de los edificios. (José Carlos Salcedo Hernández, 2012)

Dichos elementos “secundarios” van apoyados sobre las estructuras resistentes, tales como los cerramientos de ladrillo de fachada, los falsos techos de escayola o las molduras decorativas. En un evento sísmico de este nivel la constitución de estos elementos a base de obra de fábrica contribuiría en gran medida a la fracturación y fisuración de los mismos, esto sucede por la naturaleza intrínseca del material. El ladrillo, en todos sus formatos y sistemas de construcción, genera elementos de muy rígidos y, por tanto, poco deformables. Por ello, en vez de deformarse el elemento sucumbe a la rotura sobre todo en la planta baja, debido a que esta sería la que tendría mayor rigidez.

Debido a que estos elementos no están regidos por normas tan estrictas como lo está la estructura dentro de la NCSE-02 y el CTE, las futuras consecuencias tienen la gran probabilidad de ser resultado de estos y no del colapso estructural, es por ello que, pese a que cada normativa se rige con un mayor grado de exigencia que la precedente, es de gran importancia considerar ya no solo la seguridad estructural sino la seguridad física conjunto a la integridad del inmueble.

(José Carlos Salcedo Hernández, 2012)

Es preciso señalar unos claros vacíos, en los que según la normativa aplicada los edificios tomados como testigos para este análisis presentan un comportamiento estructural “adecuado” y por tanto nunca han sido el foco de atención frente a una discusión sobre catástrofes naturales como sismos. Sin embargo, las carencias en el mantenimiento de un elevado porcentaje de estos inmuebles son evidentes a simple vista y la presencia de fisuras derivadas de lo que posiblemente serán meros asientos fruto del paso del tiempo, muestran claramente la fragilidad a los movimientos y a los asientos diferenciales que estas construcciones llevan sufriendo durante un siglo de vida. Por ello, además del análisis de vulnerabilidad mediante las técnicas proporcionadas por las normativas e instituciones vigentes, se ha llevado a cabo un muestreo de los diferentes tipos de grietas y fisuraciones encontradas durante las etapas de inspección visual, siendo ellas consecuencia de varias causalidades.

## 8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 8.1 RESULTADOS. PROBLEMAS Y CARENCIAS IDENTIFICADAS

A lo largo del proceso de análisis se han encontrado una serie de carencias, conectadas por una falta de preocupación hacia esta situación concreta, carencias que encuentran espacio entre medidas de normativa sismorresistente estricta para las construcciones de nueva planta, mientras deja pasar las imperfecciones de las preexistencias. Estos últimos, reciben distintos tratos en función de su categoría, es decir, del nivel de daño que puedan provocar. Tanto en su destrucción como en la reducción de servicios esenciales. Haciéndose así una distinción meramente en función de la importancia (moderada, normal o especial). (Sismorresistentes, 2002)

Es por tanto que la normativa está aún por considerar todos los aspectos que son capaces de generar efectos negativos en el comportamiento de los inmuebles frente a eventos sísmicos.

Las recomendaciones constructivas para edificios preexistentes en zonas de actividad sísmica alta y media-alta se pueden resumir en varios puntos:

- Sustitución de los falsos techos de placas rígidas de yeso por otras soluciones de mayor plasticidad y maleabilidad, pues estos son de una fragilidad muy elevada y, por tanto, una solución no recomendable para estas zonas.
- Sustitución de los tabiques de ladrillo por una solución similar para la realización de particiones internas, pudiendo a ser posible incluir estructura metálica que pueda ir entramada en su interior.
- Verificación del correcto apoyo de los cerramientos en la estructura y su correcto arriostrado, reduciendo al máximo los elementos volados sobre la propia estructura y, en el caso de los que reciben cierto vuelo, crear los nudos necesarios para su correcto funcionamiento y estabilidad. En este punto cabe recalcar que un nudo rígido no tiene por qué poseer un mejor funcionamiento que un nudo articulado y dependerá del grado de elasticidad de la estructura.
- Eliminación de antepechos y petos de cubiertas y balcones de obra de fábrica, procediendo al cambio de estos por elementos más ligeros y mejor arriostrados al resto de la estructura. En este caso, cabe decir que la práctica totalidad de los edificios analizados del casco histórico de Alcoi poseen antepechos metálicos con uniones adecuadas a los cerramientos de fachada.

### 8.2 CONCLUSIONES

La conclusión de este estudio de vulnerabilidad es que es claramente necesaria una continuación en la investigación del comportamiento de las construcciones bajo riesgos naturales, específicamente del sismo. Dentro de los parámetros realistas, es de elevada importancia poner el punto de mira sobre el parque constructivo que va ganando años de antigüedad a lo largo de la Comunidad Valenciana, siendo uno de los motivos la tendencia a la rehabilitación de los bienes inmuebles, la cual está en la actualidad aumentando con respecto a la actividad de obra nueva por diversos motivos (el ahorro económico, mantenimiento del patrimonio, motivos estéticos, de ubicación).

Este crecimiento en el ámbito de la rehabilitación tanto arquitectónica como urbana debe de ir unido a diversos parámetros sociales, pues si las condiciones de vida son mucho más reducidas que en zonas más lejanas y el precio es exageradamente más elevado por la “centralidad”, añadiendo el inconveniente que será la inversión en restauraciones de elevado coste, resultan en una opción no viable para el ciudadano medio, concluyendo en una progresiva decadencia del corazón de la ciudad, perdiéndose en el turismo y en huéspedes temporales, sin la cercanía de los habitantes y, con ello, dotando al municipio del comienzo de su propia desaparición como ciudad.

La amplia diferencia de calidad urbana entra las calles principales y las secundarias evidencian la precariedad a la que se está sometiendo esta parte de la ciudad, dotando de excelentes equipamientos al escenario creado por las vibrantes vías comerciales, mientras que las vías secundarias dedicadas a la simple distribución de antiguos edificios residenciales sobreviven sin elementos urbanos que proporcionen cualquier tipo de calidad a su recorrido, teniendo el elemento verde una escasa presencia en ellas, pues tienen el espacio limitado para poder cumplir con la función de desplazamiento de vehículos y de evacuación de residuos.

Este empeoramiento ya es visible en aquellas calles estrechas cuya función parece ser la de dotar de algo de salubridad y luminosidad a los edificios remanentes, pues las calzadas vacías, los locales comerciales cerrados y la reducida actividad vecinal generan la sensación de estar dando la espalda a la urbe. Como resultado y conexión con lo analizado previamente, es claro por estadística que el municipio de Alcoi sufrirá un evento sísmico de elevada magnitud próximamente, y está comprobado que muchos edificios de su mismo casco histórico no están preparados para no generar daños dada la situación. En el momento dado, los edificios colapsados y los que procedan a ser derruidos posteriormente por los daños irreparables que hayan recibido serán la pérdida de una parte de la cultura local, de aquellos 30 años en los que Alcoi fue uno de los centros de mayor actividad económica, cultural e industrial de todo el territorio nacional, aquellos 30 años que construyeron la práctica totalidad de su centro, su Casa Consistorial y muchos de los inmuebles ejemplares del Modernismo Valenciano.

Como conclusión, cabe reflexionar sobre lo declarado en el Real Decreto 3915/1982, del 15 de diciembre, por el que se declara conjunto Histórico-Artístico a la ciudad de Alcoi, gracias a la apertura de expediente a favor de la ciudad de Alcoi por la Dirección General del Patrimonio Artístico y siendo este expediente señalado por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Por ello, se dispone por el ministro de Cultura que la ciudad queda bajo la defensa y la tutela del Estado, ejercida directamente por el Ministerio de Cultura per se facultado para dictar las disposiciones necesarias para el mejor desarrollo del lugar.

### 8.3 RELACIÓN CON LOS ODS

Teniendo en cuenta que el presente trabajo pone en evidencia el riesgo al que están expuestas tantas construcciones en el territorio valenciano y, bajo la perspectiva de los núcleos urbanos como unidades; el ODS que claramente se relaciona con este trabajo es el **Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles; lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.**

En este aspecto, se va a hacer alusión sobre todo a las metas 11.1, 11.4 y 11.5:

**11.1** De aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales.

**11.4** Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.

**11.5** De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

El estudio de la vulnerabilidad sísmica de un municipio concreto proporciona un esfuerzo para conocer la situación actual y la peligrosidad de construcciones no protegidas, construidas previa normativa sísmica y de uso residencial, las cuales, en el caso de que se diera un colapso parcial o total de algún elemento ya sea portante o no, serían un riesgo para quien las habita o transita en sus proximidades.

Los edificios que se estudiarán tratan de los primeros años del siglo XX por lo que los materiales no están preparados para los esfuerzos que los edificios actuales son capaces de aguantar.

En general, la relación entre este trabajo y el ODS 11 es el estar del lado de la seguridad urbana, teniendo la idea de intentar evitar la pérdida innecesaria de recursos tanto humanos como materiales a través del análisis de las soluciones constructivas dadas, viendo cuales funcionan mejor y cuales peor.

El perfil socioeconómico de quien habita estos edificios es bastante amplio, pues va desde familias tenedoras del inmueble desde su construcción hasta apartamentos turísticos y de estudiantes. La incorrecta respuesta del edificio frente a un evento sísmico puede resultar en problemas sobre todo para aquel porcentaje de la población con problemas de movilidad y reacción.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- A. Rosti, M. R. (2022). An empirical seismic vulnerability model. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 9-21.
- Agea-Medina, N. (2018). *Sensitivity of Structural Damage to Earthquake Ground Motion Scenarios. The Torrevieja Earthquake Case Study*. W I T Press.
- Ajuntament d'Alcoi, S. F. (2020). *Plan Territorial Municipal de frente a Emergencias de Alcoi/Alcoy (Alicante)*. Alcoi: Ajuntament d'Alcoi.
- Alcocer, S. M. (1997). *Comportamiento sísmico de estructuras de mampostería: una revisión*. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica.
- Antonio Almela, E. G. (1973). *Normas, Dirección y Supervisión del I.G.M.E. Mapa Geológico de España, S. Alcoy 821, 29-32*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- B. Serrano Lanzarote, R. T. (2015). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico en los edificios residenciales estudiados dentro del Plan Especial de evaluación del Riesgo Sísmico en la Comunidad Valenciana*. Infores de la Construcción.
- Barberá, R. M. (2016). *Propuesta metodológica para estimar la vulnerabilidad y daño sísmico en la Comunidad Valenciana*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Belén Benito, A. R.-E. (2012). *Actualización de Mapas de Peligrosidad Sísmica de España 2012*. Madrid.
- Caturla, J. J. (1996). *Sismicidad y peligrosidad sísmica en la Comunidad Valenciana: análisis de incertidumbres. Tesis doctoral*. Granada: Universidad de Granada.
- d'Alcoi, A. (2015). Font Roja y El Salt-Canaons (Alcoy). *Geología 15 Alicante*, 17-21.
- Díaz, R. L. (2015). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Elisa Buforn, A. U. (2021). *El terremoto de Alcoy de 1620 y la serie sísmica de 1644 en la comarca*. Madrid: Centro Nacional de Información Geográfica.
- Giachhè, L. (2019). *Ripensare il terremoto*. Firenze: Firenze University Press.
- Giner-Caturla, J. (2011). *Estudio sobre Peligrosidad Sísmica de la Comunitat Valenciana*. Alicante: Universidad de Alicante y Consorcio de Bomberos de la Diputación de Alicante.
- Informe Heritage, I. I. (26 de Septiembre de 1997). *ICOMOS*. Recuperado el 28 de Mayo de 2022, de Architectural Structures: [https://www.icomos.org/risk/world\\_report/2000/isc-structu\\_2000.htm](https://www.icomos.org/risk/world_report/2000/isc-structu_2000.htm)
- Iborra, J. (2010). *Estimación de la vulnerabilidad sísmica de los edificios en las provincias de Alicante, Valencia y Castellón. Trabajo de Investigación*.

- José Carlos Salcedo Hernández, A. J. (2012). *Investigaciones Geográficas. Experiencias constructivas del terremoto de Lorca*. Alicante: Instituto Interuniversitario de Geografía. Universidad de Alicante.
- Justícia, C. d. (2015). *Plan Especial Frente al Riesgo Sísmico*. Generalitat Valenciana.
- Martín, G. G. (2009). *Escala Macrosísmica Europea 1998 (EMS-98)*. Luxembourg: Comisión Sismológica Europea. Subcomisión de Ingeniería Sísmica .
- Moltó, J. A. (1997). *El Modernisme en Alcoi. El Modernisme en la Comunitat Valenciana*. València: Generalitat Valenciana.
- Pastor, A. R. (1946). *Sismicidad de la comarca costera alicantina*. Alicante: Dirección general del Instituto Geográfico y Catastral.
- Pérez, J. A. (2002). *Homologación y Plan Especial de Protección y Conservación del Casco Antiguo de Alcoy*. Alcoy.
- Sismorresistentes, S. P. (2002). *Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y edificación (NCSE-02)*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Temes-Cordovez, R. (2007). *El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial. (Tesis doctoral inédita)*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

## ÍNDICE DE LAS ILUSTRACIONES

---

1. Fachada de la estación del Norte de València. José Jordán
2. Edificio Gómez, Francisco Mora (1905), Fotografía de autoría propia.
3. Vista aérea Alcoy W. Mittelholzer (1930)
4. Edificio en estado de conservación deficiente, C. Sant Francesc. Fotografía de autoría propia
5. Edificio en estado de conservación deficiente, C. Sant Josep. Fotografía de autoría propia
6. Casa del Pavo. Vicente Juan Pascual. Imagen recogida de Turisme a la Comunitat Valenciana.
7. Zonificación de García-Mayordomo et al. 2012 (Belén Benito, 2012)
8. Ubicación del municipio de Alcoy. Fuentes: data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
9. Casa Consistorial (Ayuntamiento). Nake (1921) Fuente: Fototeca del Museu Arqueològic Camilo Visedo.
10. Delimitación del área de estudio.
11. Mapa de intensidad sísmica esperada en la Comunitat Valenciana para períodos de 100, 500 y 1000 años. (Caturla, 1996)
12. Mapa de intensidad sísmica esperada en la Comunidad Valenciana para un período de retorno de 500 años. (Giner-Caturla, 2011)
13. Diferenciación de estructuras (edificios) en clases de vulnerabilidad EMS-98
14. Clasificación de tipos estructurales de los edificios residenciales de la Comunitat Valenciana.
15. a) Mapa Litológico de la Comunitat Valenciana "Cartografía temática N° 5 editada en 1998 por la Conselleria de Obras Públicas Transporte y Urbanismo" obtenemos el mapa b) Mapa de la Comunitat Valenciana agrupado en función de la amplificación del suelo.
16. Planos del proyecto de edificio diseñado por Jordi Villaplana. C. San Cristobal nº26. (Fuente: Biblioteca y Archivo Municipal de Alcoi)
17. Identificación de las construcciones realizadas entre 1900 y 1930 (en amarillo) y de los espacios vacíos (verde)

## ANEJOS

---

- ANEJO 1: Referencias catastrales y año de construcción de los edificios (1900-1930)
- ANEJO 2: EMS-98
- ANEJO 3: Mapa Geológico de España, S. Alcoy 821, 29-32