



Escuela
Politécnica
Superior

Estudio de los elementos no estructurales y su comportamiento frente al sismo en edificio catalogado BIC: Colegio Santo Domingo en Orihuela



Grado en Arquitectura Técnica

Trabajo Fin de Grado

Autor:
Kevin Cortés Delgado

Tutor/es:
José Antonio Huesca Tortosa

Junio 2023



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Resumen

La zona de la Vega Baja del Segura recoge una alta concentración de fallas activas de gran prevalencia en la Comunidad Valenciana, con un gran historial de actividad sísmica en los últimos siglos. Orihuela, en particular, es una de las ciudades rodeadas por estas fallas, y en ella, está el Colegio Diocesano Santo Domingo, un edificio declarado Bien de Interés Cultural (BIC) y objeto de estudio en este trabajo.

Los terremotos son fenómenos de gran poder destructivo e imprevisibilidad, que gracias a diferentes relatos e informes ha quedado constancia de ello. Uno de ellos es el *“Informe del sismo de Lorca (2011)”*, donde concluye que la caída de antepechos mal colocados, según los criterios constructivos que la normativa actual establece, fue la principal causa de los daños y muertes. Los antepechos se consideran elementos no estructurales (ENE) y representan una pequeña parte de ellos. Los ENE son todas aquellas partes de un edificio que no están diseñadas a entrar en carga y, evidentemente, suponen un gran peligro si no se resuelven correctamente. Por lo tanto, dado su carácter impredecible, es necesario tomar las medidas necesarias para estar lo mejor preparado posible.

La primera parte de este trabajo tiene como objetivo explorar los terremotos de manera general para entender e interpretar como podrían afectar a los ENE. Se explica cómo se transmiten a través del terreno, como se interpretan mediante distintos sistemas de medición, y como afectan a los edificios y a sus diferentes partes (ENE). Esto se ha logrado mediante el estudio de diferentes informes sobre los efectos de los terremotos en los ENE. Además, se ha investigado sobre la sismicidad en Orihuela, destacando las fallas activas y principales que le puedan afectar en el futuro. Esta parte se basa en el historial sísmico de la zona, que se ha recopilado gracias a informes y documentos oficiales como el Plan Especial frente al Riesgo Sísmico de la Comunidad Valenciana (PERSCV) aprobado en 2011 y el recientemente redactado Plan de Actuación Municipal frente al Riesgo Sísmico de Orihuela (PAMRS) (2021).

Por otro lado, se han recopilado una variedad de normativas sismorresistentes, tanto nacionales como internacionales, que proporcionan información sobre las medidas a tomar para mitigar los riesgos de los ENE frente a los terremotos. Además, se han explorado algunas soluciones y sistemas constructivos que podrían aplicarse a los ENE para reducir los riesgos frente a un terremoto.

La última parte del trabajo, la parte práctica, pretende enfrentar esa imprevisibilidad mencionada a través de la realización de un catálogo de fichas que identifique a los diferentes ENE del colegio. Estas fichas proporcionan información como una descripción

del ENE, su localización (mediante una descripción escrita y su visualización en un plano del colegio previamente zonificado), su comportamiento sísmico probable, su nivel de riesgo según los criterios definidos en el trabajo, su estado de conservación y unas medidas de intervención o mejora. Todo esto tiene como objetivo realizar un seguimiento, control y posible intervención para prevenir futuros daños y aumentar el tiempo de evacuación en caso de un terremoto. Además, se ha desarrollado un lenguaje de códigos para identificar la ubicación, la familia, el tipo y el material de cada ENE para usarse en las fichas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de contenidos	v
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	ix
1 Introducción	11
2 Objetivos	12
2.1 Objetivos principales.....	12
2.2 Objetivos secundarios.....	12
3 Metodología	13
4 Conceptos introductorios	15
4.1 Introducción a los sismos, seísmos o terremotos.....	15
4.1.1 Escalas de medida de los sismos.....	16
4.1.2 Ondas sísmicas.....	18
4.2 Vulnerabilidad de los elementos no estructurales (ENE)	20
4.2.1 Clasificación de los ENE.....	20
4.2.2 Comportamiento de los ENE	22
5 Peligrosidad y vulnerabilidad sísmica en Orihuela.....	26
5.1 Estudio de sismicidad en Orihuela.....	26
5.1.1 Introducción	26
5.1.2 Sismicidad histórica de Orihuela y sus alrededores	27
5.1.3 Fallas principales en la zona de la Vega Baja del Segura.....	29
5.1.4 Peligrosidad Sísmica.....	30
5.2 Daños del terremoto de Lorca como ejemplo.....	34
6 Normativa sismorresistente	37
6.1 Normativa Nacional	37
6.1.1 Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02).....	37
6.1.2 Norma sismorresistente PGS-1 (1968). Parte A	40
6.2 Normativa Internacional.....	42

6.2.1	NTC-18 (ITALIA)	42
	UNE-EN 1998-1:2018 Eurocódigo 8 (EUROPA).....	43
7	El caso del Colegio Diocesano Santo Domingo	47
7.1	Situación actual.....	47
7.2	Zonificación del colegio	48
7.3	Clasificación por sistemas constructivos y materiales	52
7.4	Identificación de niveles de riesgo	59
7.4.1	Niveles de riesgo	59
8	Intervención para mejorar el comportamiento de los ENE frente al sismo	62
8.1	Identificación de las soluciones constructivas.....	62
8.1.1	Cerramientos.....	63
8.1.2	Falsos techos discontinuos (ATC-48)	66
8.1.3	Equipamiento montado sobre el suelo (ATC-48).....	67
9	Conclusiones	68
10	Propuestas para futuros TFG.....	69
11	Bibliografía.....	71
12	Glosario de términos	74
13	Anexo.....	76
13.1	Catálogo de fichas de identificación y clasificación de los ENE.....	76
13.1.1	Ficha 1	77
13.1.2	Ficha 2	78
13.1.3	Ficha 3	79
13.1.4	Ficha 4	80
13.1.5	Ficha 5	81
13.1.6	Ficha 6	82
13.1.7	Ficha 7	83
13.1.8	Ficha 8	84
13.1.9	Ficha 9	85
13.1.10	Ficha 10	86
13.1.11	Ficha 11	87
13.1.12	Ficha 12	88
13.1.13	Ficha 13	89
13.1.14	Ficha 14	90
13.1.15	Ficha 15	91

13.1.16	Ficha 16.....	92
13.1.17	Ficha 17.....	93
13.1.18	Ficha 18.....	94
13.1.19	Ficha 19.....	95
13.1.20	Ficha 20.....	96
13.1.21	Ficha 21.....	97
13.1.22	Ficha 22.....	98
13.1.23	Ficha 23.....	99
13.1.24	Ficha 24.....	100
13.1.25	Ficha 25.....	101
13.1.26	Ficha 26.....	102
13.1.27	Ficha 27.....	103
13.1.28	Ficha 28.....	104
13.1.29	Ficha 29.....	105
13.1.30	Ficha 30.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 4.1 Mapa de principales placas tectónicas en las que se observa sus movimientos. La convergencia (rojo) y la divergencia (azul).....	15
Fig. 4.2 Escala Macrosísmica (EMS-98) Resumido.	17
Fig. 4.3 Sismograma en el que se han señalado las llegadas de las fases P, S y ondas superficiales L.	19
Fig. 4.4 Vista 3D de una estructura genérica de un edificio.....	21
Fig. 4.5 Vista 3D de edificio con elementos estructurales y no estructurales.	21
Fig. 4.6. Caída de mobiliario metálico y de madera sobre el suelo, pudiendo aprisionar a las personas y obstaculizar el paso.....	23
Fig. 4.7. Daños de los ENE rígidos por deformación estructural	23
Fig. 4.8. Fragmentos de revestimiento de fachada, magnitud 4.4.....	24
Fig. 4.9 El edificio irregular, ilustrado en el lado izquierdo, genera un punto débil en la planta baja.....	24
Fig. 4.10. Separación o choques debido a juntas estructurales.....	25
Fig. 5.1 Fallas de la Vega Baja del Segura más relevantes.	27
Fig. 5.2. Terremotos de la Vega Baja del Segura de intensidad superior a VII y localización de las fallas activas presentes en la zona según QAFI.....	28
Fig. 5.3. Mapa con principales fallas, accidentes tectónicos y los terremotos de la zona de Orihuela.....	29
Fig. 5.4. Síntesis de modelos probabilísticos de zonas de influencia con periodos de retorno de 100, 500 y 1000 años en la Comunidad Valenciana. Los números representan las intensidades esperadas.	30
Fig. 5.5 Mapa de tipo de terreno según el Eurocódigo 8 para el término municipal de Orihuela. 32	
Fig. 5.6 Daños por cortante en forma de X en la torre de la Iglesia de Santiago (Lorca).....	34
Fig. 5.7 Caída de antepecho de bloque sin armar en un edificio dotacional de Lorca.	36
Fig. 5.8 Fallo de cerramientos no estructurales bloqueando las salidas de edificios o locales.	36
Fig. 7.1 Fotografía aérea del Colegio Diocesano Santo Domingo	47
Fig. 7.2 Zonificación general del plano, tomando como base la planta baja.	49
Fig. 7.3 Plano de planta baja del Colegio BIC.	50
Fig. 7.4 Plano de planta intermedia del Colegio BIC.	50
Fig. 7.5 Plano de planta primera del Colegio BIC.	51
Fig. 7.6 Plano de planta segunda del Colegio BIC.....	51
Fig. 7.7 Plano de planta cubierta del Colegio BIC.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Resumen de clasificación de ondas sísmicas y <i>ejemplos del movimiento del terreno. Parte 1.</i>	18
Tabla 4.2 Resumen de clasificación de ondas sísmicas y <i>ejemplos del movimiento del terreno. Parte 2.</i>	19
Tabla 5.1. Catálogo de terremotos de la zona sur de la provincia de Alicante de intensidad VII o más	28
Tabla 6.1. Resumen de apartado 4.7 del NCSE-02	39
Tabla 6.2. Resumen de apartado 4.3 del PGS-1 (1968). Parte A, sobre las prescripciones para las obras de fábrica.....	41
Tabla 6.3 Fórmula de fuerza sísmica horizontal para demanda de los ENE	43
Tabla 6.4 Fórmula de fuerza sísmica horizontal para resistencia sísmica cálculo de los ENE.....	44
Tabla 6.5 Fórmula del Coeficiente sísmico para los ENE.....	45
Tabla 6.6 Valores de γ_a para los ENE en función de su peligrosidad.....	45
Tabla 7.1 Zonificación del Colegio BIC.....	49
Tabla 7.2 Listado de códigos de ENE. Parte 1.	53
Tabla 7.3 Listado de códigos de ENE. Parte 2.	54
Tabla 7.4 Listado de códigos de materiales. Parte 1.....	55
Tabla 7.5 Listado de códigos de materiales. Parte 2.....	56
Tabla 7.6 Listado de códigos de mobiliario y equipamiento. Parte 1.	56
Tabla 7.7 Listado de códigos de mobiliarios y equipamientos. Parte 2.	57
Tabla 7.8 Listado de códigos de mobiliarios y equipamientos. Parte 3.	58

x | Estudio de los elementos no estructurales y su comportamiento frente al sismo en edificio
catalogado BIC: Colegio Santo Domingo en Orihuela
Kevin Cortés Delgado

1 INTRODUCCIÓN

Los terremotos son fenómenos naturales capaces de causar una destrucción catastrófica en la economía, el paisaje, los servicios esenciales, las ciudades y, lo más importante, en las vidas humanas. A lo largo de la historia, hemos presenciado una gran variedad de terremotos y, por lo general, no hemos estado preparados para hacerles frente. Un ejemplo de ello es el terremoto de Lorca del 11 de mayo de 2011, considerado el suceso sísmico más grave ocurrido en España en los últimos años. Según (Cabañas Rodríguez et al., 2011) este terremoto tuvo una magnitud de 5.1, afectó a más de 90.000 personas por daños a viviendas a nivel estructural y no estructural, y ocasionó la muerte de nueve personas debido a la caída directa de ENE indebidamente sujetos a sus estructuras, principalmente por la caída de parapetos y antepechos.

Si bien la caída total de los edificios suele asociarse con los terremotos más catastróficos, no es la única fuente de preocupación y peligro. Otra situación de gran importancia y con mayores probabilidades de ocurrir es el del desprendimiento de los ENE, que pueden caer sobre personas, vehículos o áreas públicas si no están adecuadamente sujetos a elementos resistentes, como sucedió en Lorca. Estos peligros pueden ocurrir tanto en el exterior como en el interior de los edificios, atrapando a personas, afectándolas, causando desorientación y obstaculizando las salidas, entre otras variables.

Este fenómeno afecta tanto a edificios nuevos como antiguos, aunque es evidente que el segundo grupo es más vulnerable debido al posible deterioro de los materiales con el paso del tiempo, la exposición a agentes atmosféricos y la falta de normativas constructivas anteriores para hacer frente a los terremotos.

En este trabajo, exploraremos el comportamiento de los ENE frente a los terremotos en un edificio en particular: el Colegio Diocesano Santo Domingo (en adelante, Colegio BIC). Este edificio tiene una particularidad, ya que es un edificio histórico antiguo y está declarado BIC en España. Además, su construcción no sigue las metodologías de la edificación moderna, lo que plantea algunas complicaciones en su análisis. Es importante destacar que se trata de un edificio docente que brinda servicios a niños desde los 4 años hasta adolescentes de aproximadamente 17 años, lo que lo convierte en un espacio extremadamente vulnerable en caso de un terremoto.

2 OBJETIVOS

Aquí se presentan los diferentes objetivos que han guiado el desarrollo del trabajo. Los objetivos se dividen en principales y secundarios. La ordenación que tienen no indica necesariamente el orden de desarrollo, ya que todos los objetivos están interconectados y han sido necesarios para desarrollar el trabajo.

2.1 Objetivos principales

Los objetivos principales se han creado ante la necesidad de tener un modelo de control y seguimiento de los ENE de los edificios (especialmente de los antiguos), con intención de ampliarse y utilizarse por cualquier persona en un futuro:

- Desarrollar un catálogo de fichas del Colegio BIC. En ellas se describirán los ENE, se identificarán a través de un lenguaje de códigos, se analizará su peligrosidad frente al sismo estableciendo un nivel de riesgo según ciertos patrones y se establecerán propuestas de intervención (según criterios propios y de guías existentes).
- Crear un lenguaje de códigos para identificar la localización, la familia, el tipo específico y el material de los ENE.

2.2 Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios han sido fundamentales para lograr entender los efectos que pueden tener los terremotos sobre los ENE, descubrir medidas para mitigar daños por sismo a los ENE y trasladar los conocimientos adquiridos al desarrollo de las fichas del Colegio BIC:

- Estudiar los terremotos para entender cómo se miden, como se transmiten a través del terreno, su historia en España, los focos sísmicos más prevalentes en la zona de la Vega Baja del Segura y finalmente, el comportamiento que toman los ENE de los edificios ante los terremotos.
- Recopilar información de diferentes normativas nacionales e internacionales sobre los métodos o sistemas constructivos y medidas que recomiendan tomar para aminorar los riesgos de daño a los ENE frente a los terremotos.

3 METODOLOGÍA

Los objetivos principales de este trabajo han sido los de crear un catálogo de fichas para ENE y desarrollar un lenguaje de códigos para referirse a ellos, con la intención de compartirlo y que pueda ser utilizado por otros para continuar el trabajo. Para lograr esto, se ha requerido un trabajo previo.

El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

- Para comenzar, fue esencial familiarizarse con la temática de los terremotos. Para ello, se recopilaron y analizaron una gran variedad de artículos, documentos oficiales e informes de diferentes autores, que se pueden consultar en la bibliografía. A partir de ellos, se extrajo la información mínima necesaria para comprender como se comportan los ENE frente a los terremotos.
- Con el fin de avanzar en esta dirección, se analizó la vulnerabilidad de los ENE, principalmente utilizando de la guía de FEMA E-74 y el Informe del sismo de Lorca del 11 de mayo de 2011. Estos recursos proporcionaron patrones de comportamiento de los edificios durante un terremoto, basados en experiencias reales, que explican detalladamente cómo los ENE se comportan ante un sismo y qué patrones suelen generarse en ellos. En este apartado se estableció que son los ENE y su clasificación principal basado en la guía de FEMA. Con esto, se logró comprender en mayor medida como se comportan los ENE frente a un sismo.
- A continuación, para conocer la peligrosidad y vulnerabilidad sísmica en Orihuela, se hizo uso principalmente del PERSCV y el PAMRS de Orihuela, con apoyo de la base de datos de IGN y QAFI para datos sísmicos históricos. Se consultaron y analizaron las secciones de ambos documentos para extraer información sobre las fallas más relevantes en la comarca de la Vega Bajo del Segura, conocer sus terremotos históricos más relevantes y la peligrosidad sísmica en Orihuela basada en ellos. El PAMRS fue especialmente útil para conocer el tipo de terreno y el período de retorno correspondiente. Para demostrar el peligro que representaría un terremoto para los ENE, según la intensidad estudiada por el PAMRS, se ha utilizado como ejemplo el terremoto de Lorca.
- Posteriormente, se consultaron varias normativas, de las cuales se extrajeron y resumieron las medidas a tomar para mitigar los daños en los ENE provocados por un sismo.

- A partir de este punto, se desarrolló la parte práctica del trabajo. Esto incluyó visitas al Colegio BIC para familiarizarse con las diferentes áreas y tomar fotografías de las distintas ENE presentes.
- Con la información recopilada, se realizó una zonificación del Colegio BIC utilizando los planos proporcionados por el tutor en formato CAD. El colegio se dividió en 7 zonas, siguiendo un orden establecido en base a los nombres por los que se conocen a las diferentes áreas, y se les asignó un color y número correspondientes.
- A continuación, se clasificaron los ENE según sus sistemas constructivos y materiales, con el objetivo de desarrollar el lenguaje de códigos. Utilizando la clasificación que FEMA utiliza para los ENE, se clasificaron los diferentes ENE que podrían encontrarse en un edificio docente. Esta clasificación se ha presentado en formato de tabla, con ramificaciones cada vez más detalladas. Para esto, se utilizaron las fotografías que se tomaron de los ENE del Colegio BIC como referencia.
- Con esto completado, se elaboró una lista que busca identificar los niveles de riesgo para los ENE. Esto se logró mediante el análisis de los diferentes ENE del Colegio BIC, considerando diversos factores como su masa, volumen y ubicación, entre otros. Con esto, se establecieron patrones para identificar sus niveles de riesgo.
- Se han propuesto soluciones constructivas de MAPEI y la norma ATC-48 para algunos de los casos del Colegio BIC en el catálogo de fichas, con el fin de mejorar el comportamiento de los ENE. Para el resto de las soluciones, se realizaron propuestas propias basadas en el conocimiento adquirido durante el desarrollo del trabajo.
- Finalmente, con todo lo anterior completado, se llevó a cabo el desarrollo del catálogo de fichas. Estas fichas tienen como objetivo proporcionar un medio para realizar un control y seguimiento a los ENE, mostrando de manera directa la información relevante sobre el ENE para su posterior análisis. Para ello, se decidió incluir cuadros de texto en los que se presentan primero dos imágenes: una fotografía del ENE y otra que muestre su ubicación en una sección del plano zonificado. En la parte superior, se les asignaron códigos específicos, basados en el lenguaje de códigos desarrollado en este trabajo para identificarlos junto a las imágenes. En otros cuadros, con el fin de aportar la mayor información posible, se detallaron por escrito su descripción, localización, comportamiento sísmico, nivel de riesgo, estado de conservación y medidas de intervención.

4 CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

Para entender cómo afectan los terremotos a los ENE, previamente es necesario adentrarse en el mundo de los sismos, aunque brevemente, ya que es una materia muy amplia e introducir conceptos sin relación al tema de este trabajo desviarían la atención de lo que nos interesa.

A modo de introducción, se hará una explicación acerca de este fenómeno para conocer ciertos conceptos básicos que nos ayudarán posteriormente a entender su naturaleza, cómo afectan a los edificios y a sus elementos.

Con el objeto de no extender demasiado este apartado, se adjunta para su consulta un glosario de términos en apartado 12 de este documento con las definiciones más relevantes sobre el fenómeno sísmico que aparecerán en este trabajo.

4.1 Introducción a los sismos, seísmos o terremotos

Los terremotos son un fenómeno natural que generan movimientos en el interior de la Tierra y su superficie, las cuales sentimos como vibraciones que varían en intensidad y magnitud. Se producen por la liberación de energía repentina acumulada por la compresión entre las placas tectónicas. Esta energía viaja en forma de ondas sísmicas a través de varios tipos de terreno en diferentes formas y direcciones.

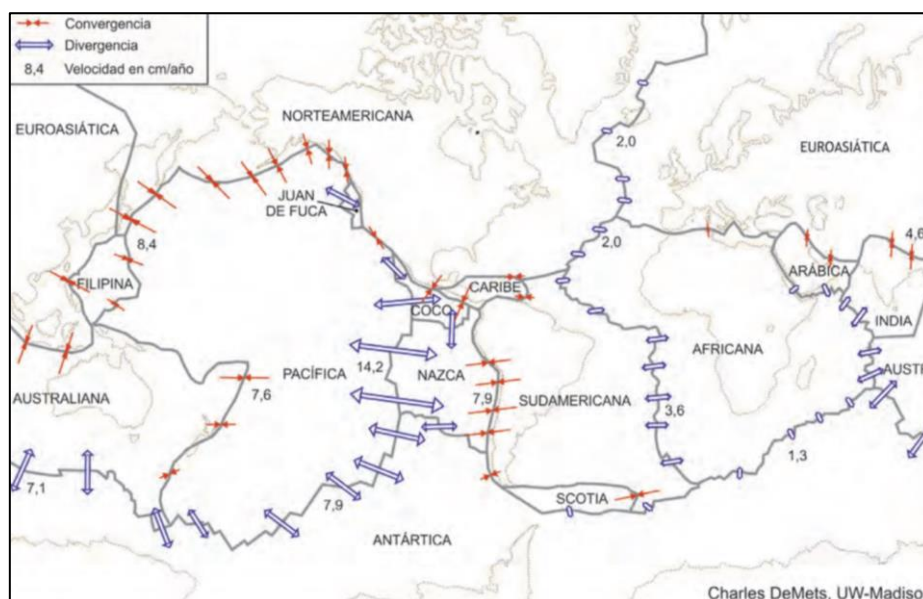


Fig. 4.1 Mapa de principales placas tectónicas en las que se observa sus movimientos. La convergencia (rojo) y la divergencia (azul).

Fuente: (Alfaro y Fernández, 2019)

En la anterior figura 4.1 se aprecia la división entre las diferentes placas tectónicas que conforman la Tierra, y gracias a las figuras (flechas) se observan cuales se están acercando (rojo) y alejando (azul) entre sí, vemos como España se encuentra muy próxima de la convergencia entre la placa euroasiática y africana, especialmente el sur de España. Esto es muy importante y se explorará en apartados futuros.

4.1.1 Escalas de medida de los sismos

Para identificar, clasificar y contrastar los terremotos es necesario poder medirlos, para ello actualmente se emplea la *intensidad* y la *magnitud*, que son unidades de medida que suelen confundirse por el público general.

Como dicen (Molina et al., 2004, p. 103), la intensidad es “*un parámetro cualitativo puesto que nace para asignar tamaño a aquellos terremotos que sucedieron antes de la llegada de los instrumentos sísmicos (sismógrafos).*” y la magnitud es “*una medida instrumental y cuantitativa, de la energía elástica liberada en el foco del terremoto.*”, es decir que la intensidad se consigue a través de los relatos de la experiencia humana durante un sismo y posteriormente se establece una medida, y la magnitud se mide a través de instrumentos que nos aportan lecturas directas.

La intensidad y la magnitud se miden con diferentes escalas, pero ambas sirven para representar la fuerza de los terremotos. Sin estas unidades de medida no podríamos clasificar un sismo y como resultado no podríamos prepararnos para cuando sucedan.

4.1.1.1 Escala de intensidad Macrosísmica Europea (EMS-98)

Ante la necesidad de recolectar información sobre los terremotos, a lo largo de la historia de la humanidad se han desarrollado diferentes escalas de medición para identificar su intensidad y como se ha definido antes, se trata de un parámetro cualitativo. Actualmente en España se utiliza la EMS-98, que utiliza como fundamento escalas anteriores ampliamente adoptadas y se utiliza en paralelo con la escala de Richter que se verá en el siguiente subapartado.

La EMS-98 nos propone doce casos en los que se describen las características de un sismo según su grado de intensidad establecido. Se describen los efectos de los terremotos sobre personas, objetos o naturaleza y edificios, con el objeto de clasificarlos lo más fielmente posible según la información recolectada de un sismo. La gravedad de la intensidad queda determinada con el sistema de numeración romano. Los casos se muestran en la figura 4.2 en la siguiente página.

Intensidad EMS	Definición	Descripción típica de efectos observados (resumida)
I	No sentido	No sentido ni aún en las circunstancias más favorables
II	Poco sentido	Sentido sólo por algunas personas en reposo.
III	Débil	Sentido por algunas personas en el interior de los edificios. Las personas descansando en la cama sienten un ligero cimbreo o temblor.
IV	Observado Ampliamente	Sentido en el interior de las casas por muchas personas y por pocas en el exterior. Algunas pocas personas se despiertan. Las ventanas, vajillas y puertas repiquetean.
V	Fuerte	Sentido en el interior de las casas por muchas personas y por pocas en el exterior. Algunas pocas personas se atemorizan. Las estructuras tiemblan. Los objetos colgante se balancean considerablemente y los pequeños objetos caen. Las puertas y ventanas hacen ruidos.
VI	Ligeramente Dañino	Mucha gente se asusta y corre hacia el exterior. Muchas casas sufren daño no estructural como pequeñas fisuras en la paredes, caída de revestimiento, etc.
VII	Dañino	La mayoría de la gente se asusta y corre fuera de sus casas. Los muebles se agitan y caen la mayoría de las cosas de los estantes. Muchas de las edificaciones nuevas sufren daños moderados: grietas en la paredes, caída de revestimientos, caída de chimeneas, etc. Las construcciones más viejas sufren daños mayores.
VIII	Muy Dañino	A la mayoría de la gente le cuesta quedarse en pie. Muchas casas tienen grandes fisuras en las paredes. Unas pocas de las edificaciones recientes pueden mostrar serios daños en las paredes y la edificaciones más viejas pueden colapsar.
IX	Destructor	Pánico general. Muchas construcciones colapsan. Incluso las construcciones recientes muestran daños graves en la paredes y colapso parcial.
X	Muy Destructor	Muchas de las construcciones recientes colapsan. Serios daños en puentes y presas. Grandes grietas en el terreno con fuertes deslizamientos.
XI	Devastador	La mayoría de las construcciones colapsan, incluso las construidas con diseño sismorresistente. Deformaciones considerables en el terreno con anchas grietas y muchos deslizamientos de tierra
XII	Completamente Devastador	Todas las estructuras destruidas o gravemente dañadas. Cambios en la topografía.

Fig. 4.2 Escala Macrosísmica (EMS-98) Resumido.

Fuente: (Molina et al., 2004, p. 103)

Las intensidades se consideran de alta peligrosidad a partir de la VII, aunque describe en la intensidad VI, que se pueden dañar los ENE, y estos pueden llegar a ser muy peligrosos debido a factores como su volumen, masa, formas y la altura a las que se encuentran.

4.1.1.2 Escala Macrosísmica de Magnitud local Richter

Esta escala es la que mide la magnitud a través de instrumentación moderna llamados sismógrafos, que recogen la información de las ondas sísmicas y la transmiten de forma gráfica. Es la escala más extendida a nivel mundial.

Como dicen (Molina et al., 2004, p. 104), “...la magnitud de un terremoto nos indica la energía de tipo elástico que se ha liberado en el foco.”, siendo la energía de tipo elástico la acumulación de energía que admiten las partículas de los materiales desde su deformación hasta que alcanzan el punto de rotura. Esta escala también tiene “...un comportamiento exponencial, de manera que un incremento en una unidad de la escala representa un aumento de 30 veces la energía liberada. Así un terremoto de magnitud 7.0 es aproximadamente 900 veces mayor que uno de 5.0.”

4.1.2 Ondas sísmicas

Una onda sísmica es la forma que adopta la energía liberada del hipocentro o foco como resultado de la rotura de las rocas internas de la tierra por la compresión entre las placas tectónicas, es su forma viajar a través del terreno.

Este apartado está ampliamente ligado a la magnitud, ya que es una unidad que se obtiene a partir de la información que aportan los sismógrafos. Para poder interpretar la información de estos instrumentos es necesario conocer cómo se clasifican y comportan las ondas sísmicas.

Las ondas sísmicas se clasifican de la siguiente manera:

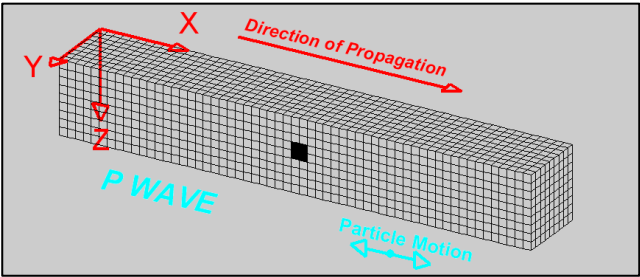
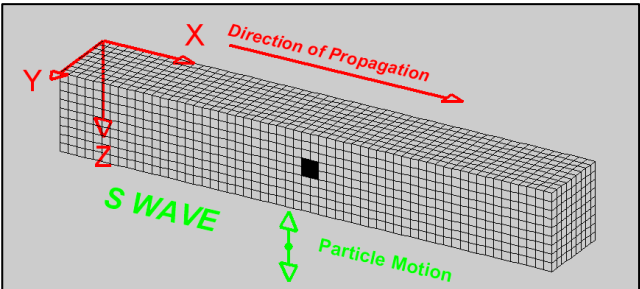
Ondas internas: se transmiten a través del interior de la Tierra y se generan en el foco del terremoto, emergiendo a la superficie libre. Se dividen en ondas primarias y secundarias.	
Primarias (P)	<p>Son ondas longitudinales con movimiento de vibración de partículas en dirección de la propagación de la onda, de forma que la roca se comprime y dilata con el paso de la onda, similar al comportamiento de un muelle. Su velocidad es de 4 a 7 km/s en roca.</p>  <p>El diagrama muestra un bloque rectangular de un material elástico representado por una cuadrícula. Una flecha roja indica la 'Direction of Propagation' (Dirección de Propagación) a lo largo del eje X. Una flecha azul indica el 'Particle Motion' (Movimiento de Partícula) también a lo largo del eje X, pero en sentido opuesto a la propagación en algunos puntos, lo que ilustra la compresión y dilatación. Se ven los ejes Y y Z. El texto 'P WAVE' está escrito en azul.</p>
Secundarias (S)	<p>Son ondas transversales con movimiento de vibración de partículas perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. Se mueven en el plano horizontal y vertical. Su velocidad es de 2 a 5 km/s. No se propaga por fluidos por su estructura molecular.</p>  <p>El diagrama muestra un bloque rectangular de un material elástico representado por una cuadrícula. Una flecha roja indica la 'Direction of Propagation' (Dirección de Propagación) a lo largo del eje X. Una flecha verde indica el 'Particle Motion' (Movimiento de Partícula) perpendicular al eje X, a lo largo del eje Z. Se ven los ejes Y y Z. El texto 'S WAVE' está escrito en verde.</p>

Tabla 4.1 Resumen de clasificación de ondas sísmicas y ejemplos del movimiento del terreno. Parte 1.

Fuentes: texto (Molina et al., 2004); imágenes (Braille, 2004)

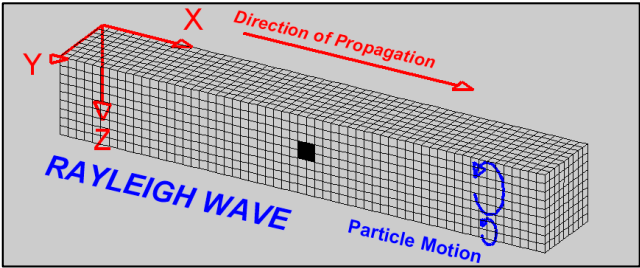
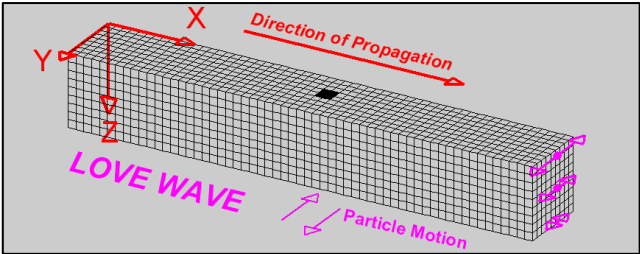
<p>Ondas superficiales: se propagan en zonas de discontinuidad en el interior de la Tierra y por la superficie, ya que se generan del acoplamiento de energía. Se dividen en ondas Rayleigh y Love.</p>	
<p>Rayleigh</p>	<p>Las partículas se mueven de forma circular, en el plano vertical a la dirección de propagación de la onda, el giro es en sentido opuesto al avance, perturbando a las partículas a su paso, horizontal y verticalmente. Se mueven más deprisa que las Love.</p>  <p>The diagram shows a 3D grid representing the Earth's surface. A red arrow labeled 'Direction of Propagation' points to the right along the X-axis. Blue arrows show 'Particle Motion' in a clockwise circular path in the vertical plane (X-Z plane). The text 'RAYLEIGH WAVE' is written in blue across the grid.</p>
<p>Love</p>	<p>Propagación de ondas por la superficie de la tierra. Su movimiento es perpendicular a la dirección de la propagación de la onda de manera exclusivamente horizontal, de manera que el suelo se moverá de un lado a lado respecto de un plano horizontal y paralelo. No se propagan por fluidos.</p>  <p>The diagram shows a 3D grid representing the Earth's surface. A red arrow labeled 'Direction of Propagation' points to the right along the X-axis. Pink arrows show 'Particle Motion' in a horizontal plane (Y-Z plane), perpendicular to the direction of propagation. The text 'LOVE WAVE' is written in pink across the grid.</p>

Tabla 4.2 Resumen de clasificación de ondas sísmicas y ejemplos del movimiento del terreno. **Parte 2.**

Fuentes: texto (Molina et al., 2004); imágenes (Braille, 2004)

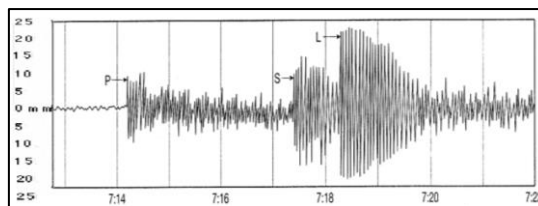


Fig. 4.3 Sismograma en el que se han señalado las llegadas de las fases P, S y ondas superficiales L.

Fuente: (Molina et al., 2004)

Como se señala en la tabla 4.1, las ondas P son las más rápidas y, por lo tanto, las primeras en llegar, pero no suelen ser las más peligrosas por lo general. Si vemos la lectura de un sismógrafo en la figura 4.3, se observa como las primeras ondas que recibe un sismógrafo son las P y le siguen las S después. Esto permite notificar la venida de un terremoto.

4.2 Vulnerabilidad de los elementos no estructurales (ENE)

Con la información básica anterior es posible explorar cómo estas ondas podrían llegar a afectar a los edificios, para nuestro trabajo nos enfocaremos en los ENE de los edificios, aunque es necesario estudiar conjuntamente las estructuras, ya que estos afectan a los ENE y viceversa.

Los ENE son todas aquellas partes de un edificio que como su nombre indica, son no estructurales, en otras palabras, son todos aquellos elementos de un edificio que no están destinados a recibir otra carga que no sea la suya propia.

Aunque los ENE no estén pensados para entrar en carga, algunos de estos pueden convertirse parcialmente en una estructura resistente durante un terremoto, aportando rigidez a partes de un edificio. Esto supone un inconveniente porque pueden llegar a afectar al comportamiento de la estructura, haciendo que sea necesario tenerlos en cuenta en el análisis estructural del modelo y su comprobación según las acciones del cálculo. Lo ideal sería que los ENE estén aislados con sistemas constructivos ideados para estas situaciones, dejando trabajar a las estructuras. (NCSE, 2002)

4.2.1 Clasificación de los ENE

Los ENE se podrían clasificar en una gran variedad de grupos, pero gracias a una guía de *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*¹, en su documento *FEMA E-74 – Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage – A Practical Guide* de 2012, los ha clasificado convenientemente en tres grupos, lo cuales tomaremos como referencia.

Los describe de la siguiente manera (FEMA, 2012):

- **Elementos arquitectónicos [EA]:** tales como cerramientos, particiones, carpinterías, techos, cubiertas, ornamentos arquitectónicos, antepechos, vallas, chimeneas, techos, ventanas, puertas, revestimientos y similares.
- **Instalaciones [INS]:** tales como tuberías, aparatos de AC, cuadros eléctricos, paneles de distribución de cables, transformadores, motores y similares.
- **Mobiliario y equipamientos [MEQ]:** tales como mesas, sillas, bancos, cuadros, televisores, proyectores, pizarras, armarios, instrumentos, figuras simbólicas y similares.

¹ Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (EE. UU.) (Federal Emergency y Management Agency)

Cada uno de los ENE se dividen en una amplia gama de productos y sistemas constructivos de gran diversidad en cuanto a materiales y formas, pero lo realmente importante es conocer su ubicación, cómo reaccionan ante el sismo y su relación.

En las figuras siguientes se muestran claramente las diferencias entre los diferentes elementos, mostrando la figura 4.4 solo los estructurales y la 4.5 una combinación de ambos integrados, siendo bastante sencilla la identificación de los ENE por lo general en edificios más modernos que en los históricos que presentan cerramientos como estructuras murarias.

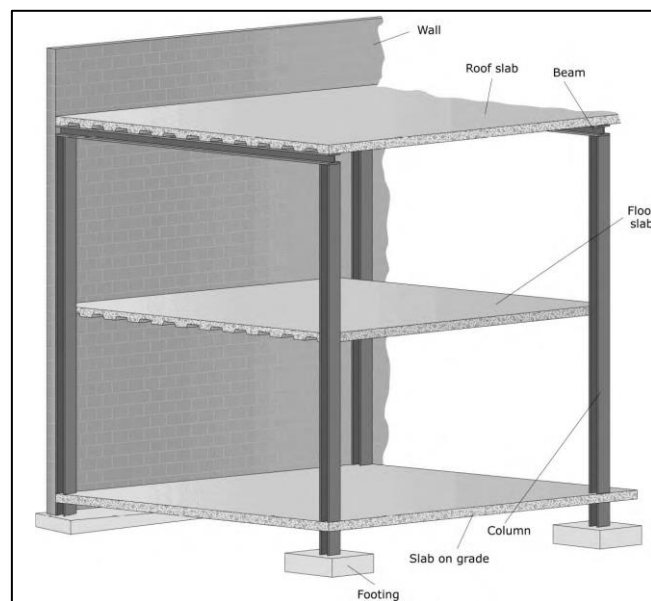


Fig. 4.4 Vista 3D de una estructura genérica de un edificio.

Fuente: (FEMA, 2012).

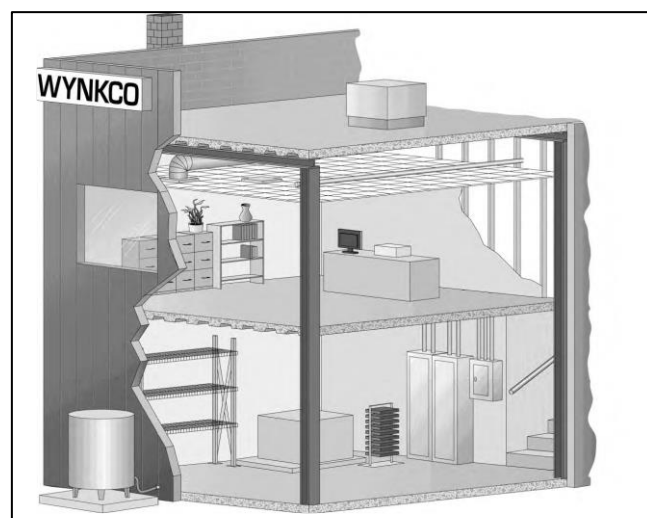


Fig. 4.5 Vista 3D de edificio con elementos estructurales y no estructurales.

Fuente: (FEMA, 2012)

4.2.2 Comportamiento de los ENE

Explorando en la normativa estadounidense *"FEMA E-74"* y en el *"Informe del sismo de Lorca del 11 de mayo de 2011"*, podemos concluir que ambos coinciden en que existen ciertas causas específicas que ocasionan daños a los ENE.

De entre todas las causas destacan:

- *Fuerzas de inercia*
- *Deformaciones del edificio*
- *Embestimientos*
- *Interacciones entre ENE*

Todas estas fuerzas y daños afectan principalmente a la estructura, ya que es la que absorbe los movimientos del terreno y la que está preparada para ello, pero como se ha mencionado, los daños a los ENE están ligados a la estructura, simplemente por el hecho de que estos descansan en ellos. Estos fenómenos se producen por las ondas sísmicas vistas en la tabla 4.1 y 4.2 y los movimientos que inducen sobre el terreno. Estos conceptos se explorarán a continuación.

4.2.2.1 Fuerzas inerciales

Durante un sismo la base de un edificio normalmente se mueve con el terreno en la dirección del terremoto, mientras que en la parte superior se mueve en la dirección opuesta. Esto genera un movimiento que se conoce como fuerza inercial y como resultado, el edificio se mueve de lado a lado y, a menor escala, en el interior, los muebles pueden volcar o deslizarse. Estas fuerzas son exponenciales cuanto mayor es la masa y altura del edificio. (FEMA, 2012).

Las fuerzas inerciales afectan especialmente en el interior de los edificios a los ENE de mobiliario e instalaciones no ancladas como armarios, estanterías, TV, lámparas y a los elementos en suspensión como proyectores, pizarras, objetos que se colocan en estanterías, etc. (FEMA, 2012). Estos son los primeros en afectarles el movimiento sísmico si no están sujetos a los elementos estructurales y son especialmente preocupantes en el Colegio BIC, ya que el número de estos elementos allí es muy grande y pueden obstaculizar las vías de evacuación o afectar a los usuarios del edificio.



Fig. 4.6. Caída de mobiliario metálico y de madera sobre el suelo, pudiendo aprisionar a las personas y obstaculizar el paso

Fuente: (NGDC, 2009)

4.2.2.2 Deformaciones en la estructura del edificio

Los movimientos horizontales generados en un edificio producen en su estructura lo que (FEMA, 2012) describe como “*story drift*” (podría traducirse como desvío del edificio), esto es la distancia horizontal que hay desde la base hasta la parte superior del edificio producido por los movimientos que producen las fuerzas de inercia, generando normalmente compresión sobre los ENE rígidos de fachada como cerramientos y carpinterías que no soportan estos esfuerzos, destruyéndose y desprendiendo partes de estos que pueden caer sobre las personas por los movimientos generados en el edificio o a la calle.

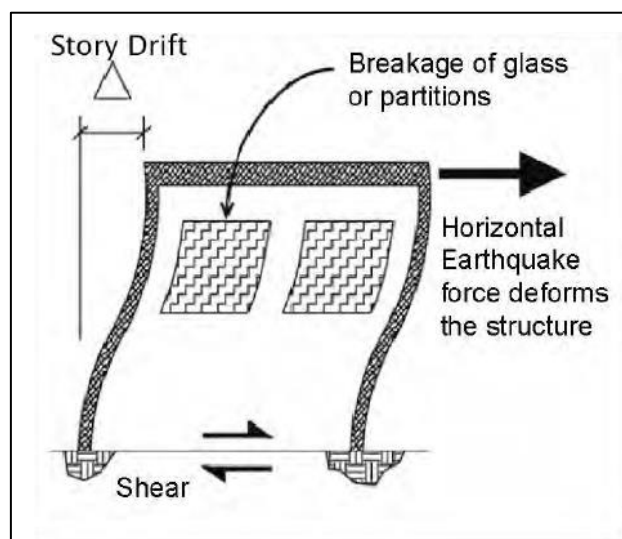


Fig. 4.7. Daños de los ENE rígidos por deformación estructural

Fuente: (FEMA, 2012)

También los ENE pueden dañar la estructura del edificio al ser elementos rigidizantes entre pilares, haciendo que no se puedan deformar y que alcancen el fallo de forma prematura (FEMA, 2012), esto se conoce como *pilar preso o secuestrado*, ya que no se pueden mover.



Fig. 4.8. Fragmentos de revestimiento de fachada, magnitud 4.4

Fuente: (FEMA, 2012)

La presencia de plantas bajas diáfanas y la irregularidad en altura amplifican estas deformaciones, creando un punto débil en la base por el cambio de rigidez en esa planta relativa a las superiores (Cabañas Rodríguez et al., 2011) y aumentando la inestabilidad. El primer caso se refiere a una planta baja hueca sin cerramientos, donde solo se encuentran los elementos estructurales, mientras que el segundo caso, ilustrado en la figura siguiente, se presenta cuando la primera planta tiene una altura mayor que las plantas restantes, creando una irregularidad.

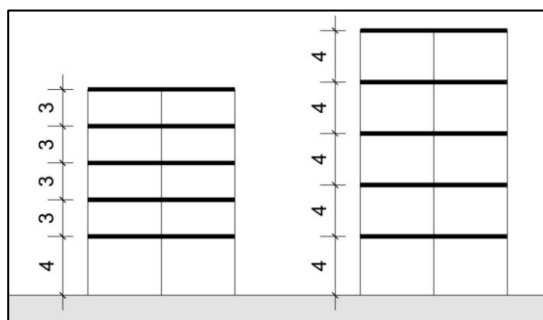


Fig. 4.9 El edificio irregular, ilustrado en el lado izquierdo, genera un punto débil en la planta baja.

Fuente: (Cabañas Rodríguez et al., 2011)

4.2.2.3 Embestimientos

La separación entre estructuras colindantes ya sea por edificios individuales o juntas estructurales, puede ocasionar embestimientos o separaciones durante el movimiento del edificio. Estos impactos pueden causar daños en los ENE, como los cerramientos y elementos sujetos a ellos, mobiliario interior, etc. Además, la interconexión de las partes del edificio también puede resultar en daños a las instalaciones y acabados interiores, como tuberías, conductos horizontales, particiones y pavimentos. (FEMA, 2012).

Antiguamente, el Colegio BIC tenía edificios colindantes en la fachada poniente, pero actualmente esto no es aplicable. En general, este tipo de situaciones afecta principalmente a los cerramientos y, en algunos casos, a las cubiertas, teniendo un impacto indirecto en los ENE.

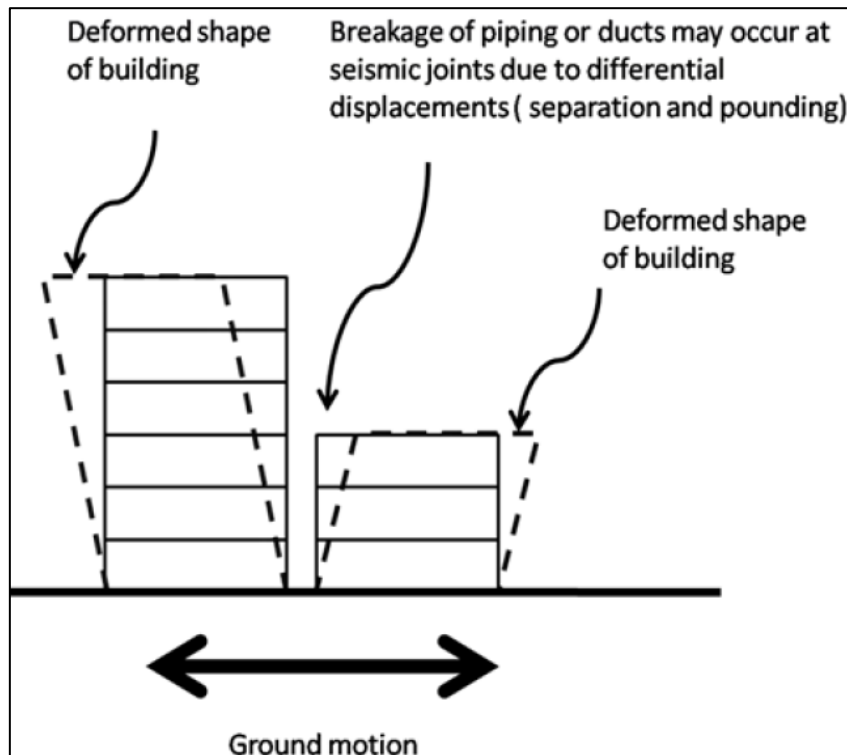


Fig. 4.10. Separación o choques debido a juntas estructurales

Fuente: (FEMA, 2012)

4.2.2.4 Interacción entre ENE

Los ENE a menudo pueden estar muy juntos por funcionalidad o espacio y en caso de terremoto estos pueden interactuar entre sí de forma brusca, estos ENE varían en tamaño, formas y comportamientos frente al sismo. (FEMA, 2012)

Algunos ejemplos que proporciona (FEMA, 2012) son:

- *Las líneas de distribución de aspersores interactúan con los techos, causando que las cabezas de los aspersores rompan y filtren agua en la habitación inferior.*
- *Tuberías adjuntas de diferentes formas y tamaños están sueltas y chocan entre sí o con otro objeto cercano.*
- *Equipamientos mecánicos suspendidos se balancean e impactan una ventana, partición o persiana.*
- *Componentes del techo o equipamientos pueden caer, deslizarse o volcar, bloqueando salidas de emergencia.*

5 PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ORIHUELA

5.1 Estudio de sismicidad en Orihuela

5.1.1 Introducción

El municipio de Orihuela se encuentra ubicada en la provincia de Alicante, en la Comunidad Valenciana y es la capital de la comarca de la Vega Baja del Segura. Cuenta con una superficie de 365,5 km² y una población de 80.784 habitantes (INE, 2022).

Orihuela se ubica al sudeste de la península ibérica, formando parte del sistema de cordilleras béticas, que se encuentra aproximadamente al extremo Noreste de esta y recoge a la provincia de Alicante y el sur de Valencia.

La cordillera bética se divide en dos zonas. La zona externa (Norte) y la interna (Sur), estando la línea divisoria en la unión de Alicante, Elche, Crevillente y Abanilla (PERSCV, 2011). La zona interna (Sur) es la que nos interesa, ya que recoge a Orihuela. Destacan la falla Crevillente-Abanilla, la del Bajo Segura y la de San Miguel de Salinas (PAMRS, 2021).

La Comunidad Valenciana se encuentra próxima a la línea de convergencia entre las placas euroasiática y africana, convergiendo en la dirección NW-SE, a razón de 5 mm/año (PERSCV, 2011) y, debido a esta convergencia la Cordillera Bética se encuentra sometida a esfuerzos de compresión que avanza en dirección NW-SE y afecta principalmente a la Provincia de Alicante.

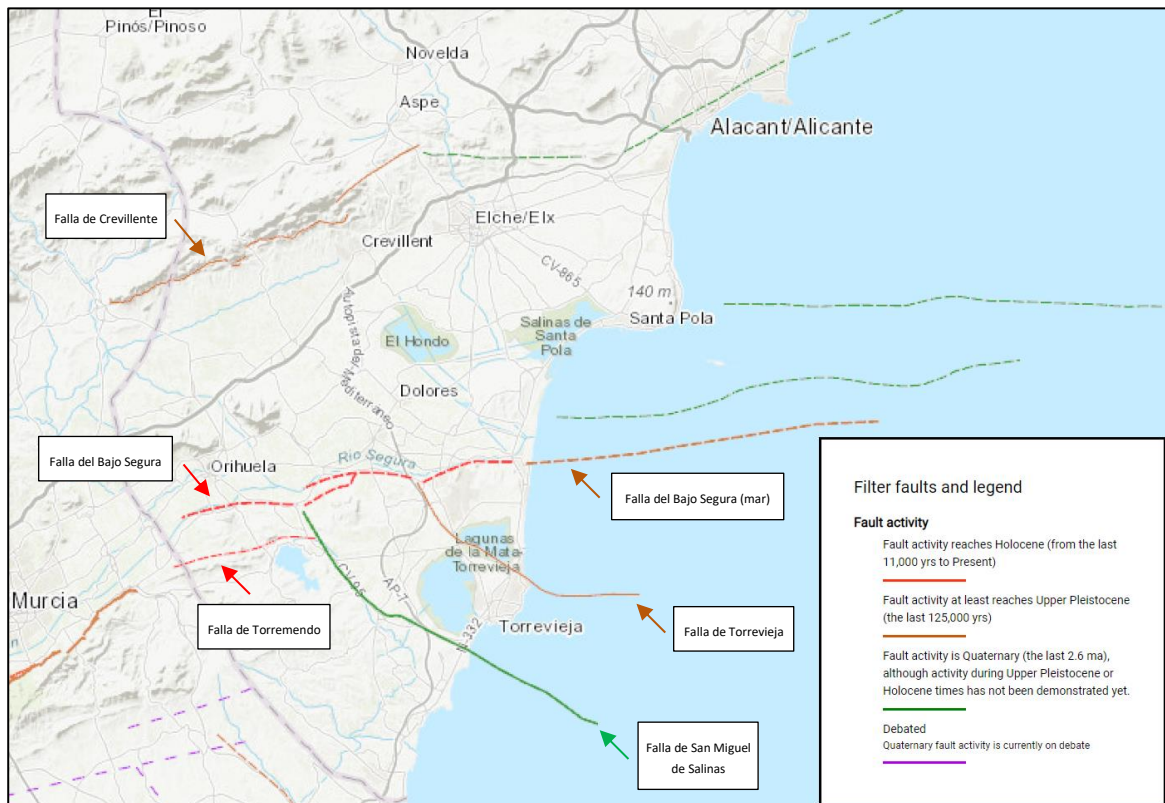


Fig. 5.1 Fallas de la Vega Baja del Segura más relevantes.

Fuente: (IGME, 2022)

En la figura 5.1 se aprecian las diferentes fallas más relevantes en la zona de la Vega Baja, siendo la falla del Bajo Segura la dominante entre todas y con mayor actividad sísmica asociada en los últimos siglos, extendiéndose desde el sudoeste de Orihuela hasta la desembocadura del Segura en Guardamar, continuando varios kilómetros hacia el Este en el Mar Mediterráneo (PERSCV, 2011).

5.1.2 Sismicidad histórica de Orihuela y sus alrededores

Según los datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el primer terremoto en España suficientemente documentado sucede en Orihuela, en el año 1048, con una intensidad de VIII (EMS-98) en el que la mezquita de Orihuela fue destruida (IGN, 2023), a este le siguieron otros dos terremotos registrados en Orihuela, uno en el año 1482 (434 años de diferencia) y otro en 1673 (191 años), ambos de intensidad VIII. Los tres terremotos fueron sucesos que se clasificaron según relatos de diferentes fuentes históricas, antes de que existiera cualquier instrumento que pudiera medirlos.

En la tabla 5.1 se muestra la información obtenida de la base de datos de IGN, siendo estos los terremotos asociados a las fallas que se han mencionado y de intensidades

iguales o superiores a VII. Existen más registros de terremotos, especialmente en la zona de Torrevieja y de San Miguel de Salinas, pero son de intensidades menor a VII.

Alicante/Alacant					
Fecha	Latitud	Longitud	Magnitud	Intensidad	Localización
01/01/1048	380.833	-0.9167	-	VIII	Orihuela. A
10/10/1482	380.833	-0.9167	-	VIII	Orihuela. A
15/01/1673	380.833	-0.9167	-	VIII	Orihuela. A
21/03/1829	380.833	-0.6833	-	IX-X	Torrevieja. A
01/07/1909	380.000	-0.6667	-	VII	TORREVIEJA. A
10/09/1919	379.833	-0.8667	5.2	VII-VIII	W SAN MIGUEL DE SALINAS. A

Tabla 5.1. Catálogo de terremotos de la zona sur de la provincia de Alicante de intensidad VII o más

Fuente: (IGN, 2023)

Según un registro en la base de datos de QAFI de (García-Mayordomo et al., 2021), los terremotos de Orihuela en 1048 y de Torrevieja en 1829 están asociados principalmente a la falla del Bajo Segura, aunque el de Torrevieja también podría estar relacionada con las fallas de San Miguel de Salinas y Torrevieja.

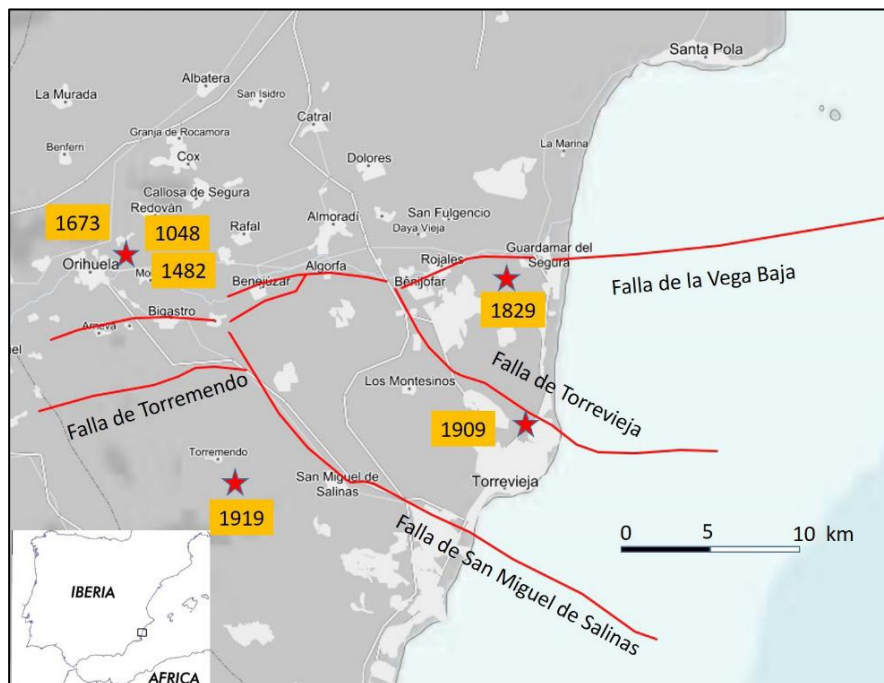


Fig. 5.2. Terremotos de la Vega Baja del Segura de intensidad superior a VII y localización de las fallas activas presentes en la zona según QAFI.

Fuente: (Martínez Solares y Batlló Ortiz, 2017)

5.1.3 Fallas principales en la zona de la Vega Baja del Segura

En la figura 5.3 se muestra un mapa con el término municipal de Orihuela y con las magnitudes de los terremotos históricos importantes. Los terremotos más grandes en Orihuela y sus alrededores están relacionados con la falla del Bajo Segura (como se ha mencionado anteriormente), y esta falla pasa por el centro del término municipal de Orihuela (PAMRS, 2021). Lo que supone un problema para la seguridad del Colegio BIC.

La falla de San Miguel de Salinas ocasiona terremotos de menor magnitud en la zona costera de Orihuela y la falla de Crevillente afecta a la zona norte de Orihuela, que, según el mapa, se le asocian terremotos de magnitud de hasta 5.0 (PAMRS, 2021), que es una magnitud que podría considerarse peligrosa, ya que el terremoto de Lorca fue de magnitud 5.1.

También hay que destacar la falla de Torrevieja que interseca con la falla del Bajo Segura, cerca del municipio de Benijófar (PAMRS, 2021), y que según un registro en la base de datos de QAFI de (García-Mayordomo et al., 2013) está asociada con un terremoto en Orihuela de magnitud 4.4.

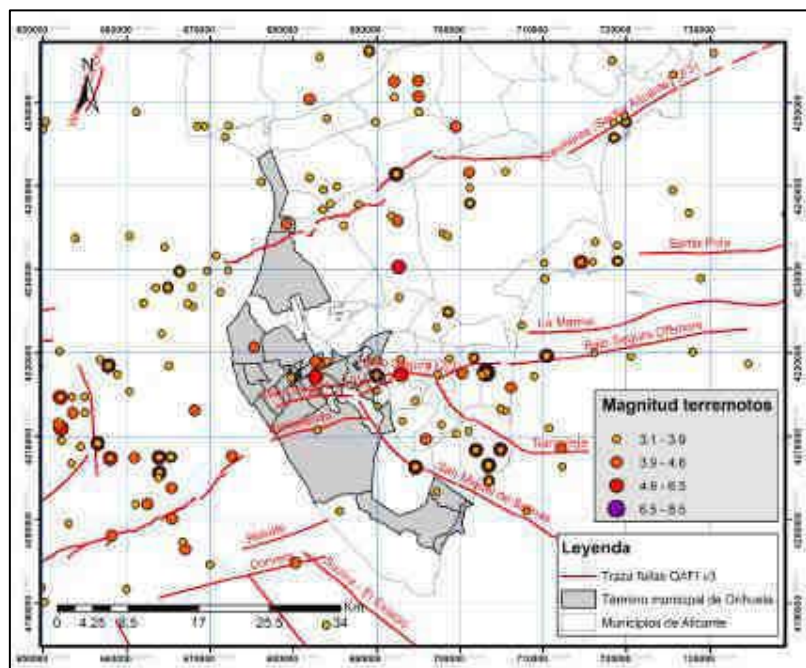


Fig. 5.3. Mapa con principales fallas, accidentes tectónicos y los terremotos de la zona de Orihuela

Fuente: (PAMRS, 2021)

La conclusión de este apartado es que en la zona de Orihuela destacan cuatro fallas principalmente: La falla del Bajo Segura (centro), Crevillente (Norte), San Miguel de Salinas (Sur) y Torrevieja (Este).

5.1.4 Peligrosidad Sísmica

En este apartado exploraremos la peligrosidad sísmica desde dos puntos de vista, el primero en vista al PERSCV para la zona Sudeste y el segundo centrado en el PAMRS de Orihuela.

5.1.4.1 PERSCV

Para comenzar es importante dejar claro que el PERSCV ha realizado la evaluación de la peligrosidad sísmica basándose en métodos probabilísticos y de los cuales se obtiene una intensidad promedio esperada de 100, 500 y 1000 años.

Esto es solamente una estimación, y está basada en un solo tipo de suelo (la roca), por lo que no reflejaría la realidad de Orihuela. Esto es comprensible ya que el documento abarca a toda la Comunidad Valenciana.

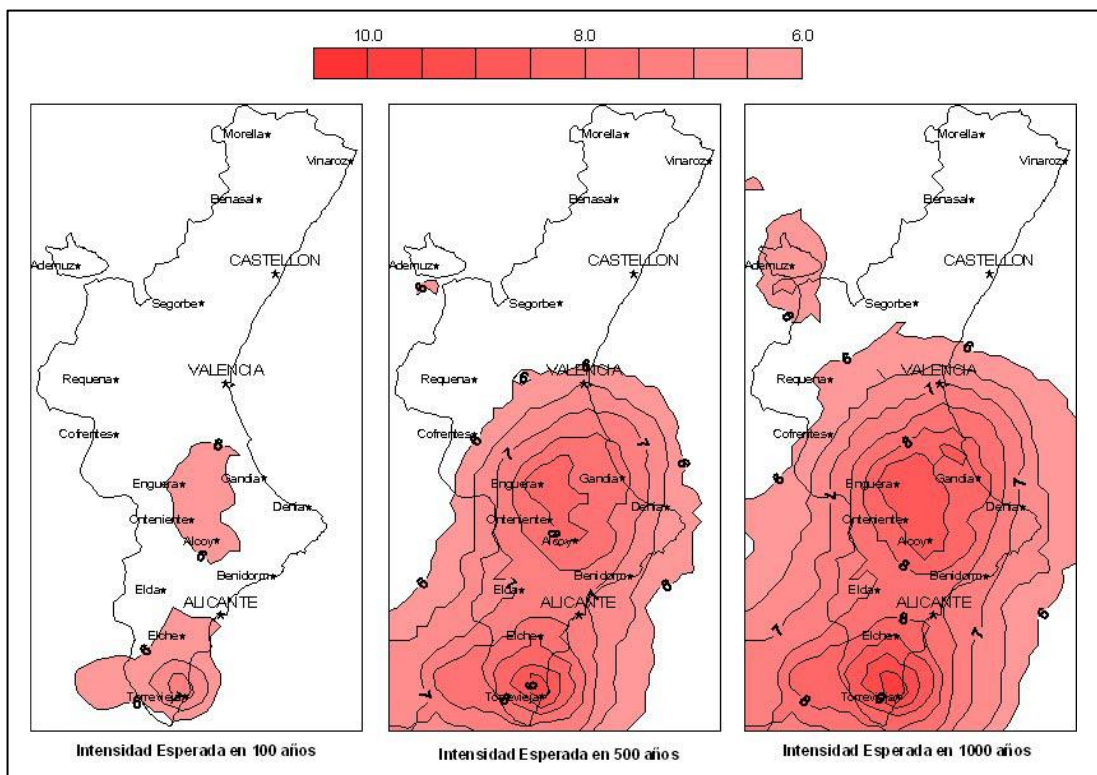


Fig. 5.4. Síntesis de modelos probabilísticos de zonas de influencia con periodos de retorno de 100, 500 y 1000 años en la Comunidad Valenciana. Los números representan las intensidades esperadas.

Fuente: (PERSCV, 2011)

La figura 5.4 muestra las zonas de influencia en la Comunidad Valenciana, con el foco de los terremotos en Torrevieja y Alcoy, aportando las intensidades según períodos de retorno de 100, 500 y 1000 años.

Según el estudio de peligrosidad sísmica del PERSCV se espera se espera en los periodos de retorno:

- 100 años: Intensidad de 6.5 en el foco de Torrevieja y de 6 en la zona de Alcoy.
- 500 años: Intensidad de 8.5 en la zona de la Vega Baja del Río Segura y se mantiene el foco de Alcoy que se extiende hacia el sureste de la provincia de Valencia.
- 1000 años: Intensidad IX en la comarca del Bajo Segura y se mantienen los focos.

Vemos con este análisis que Orihuela se encuentra en una zona de alta peligrosidad sísmica y que la vulnerabilidad del Colegio BIC irá aumentando de forma exponencial a medida que pasen los años.

El único inconveniente es que el análisis se ha realizado sobre roca solamente, pero de todas formas nos muestra una posibilidad.

5.1.4.2 PAMRS

El PAMRS de Orihuela remarca que los métodos probabilísticos utilizados en el PERCV no son recomendados para un Plan de Actuación Municipal, ya que los resultados de este tipo de análisis *“no reflejarían el movimiento del suelo real en cada uno de los distritos del municipio”* (PAMRS, 2021)

La manera en la que se realiza el estudio de la peligrosidad sísmica del PAMRS de Orihuela es de una forma determinista, a través del estudio exhaustivo de la litología de la zona, explorando su respuesta ante un sismo. También nos dice que, en lugar de los métodos probabilísticos, *“el procedimiento debe ser usar la magnitud del terremoto y obtener la peligrosidad sísmica en términos de aceleración para posteriormente, usar una función de correlación que permita convertir la aceleración pico (PGA) en intensidad macrosísmica.”* (PAMRS, 2021)

De su estudio se obtiene que la mayor parte del municipio de Orihuela está situada en zonas de aceleración pico del suelo entre 0.19 y 0.22 g y se esperarían terremotos con una intensidad de VII y VII-VIII con un período de retorno de 475 años aproximadamente. (PAMRS, 2021)

Han pasado aproximadamente 350 años desde el último terremoto de intensidad VIII (1673). Según los modelos probabilísticos del PERSCV estaríamos dentro del período de

retorno de 500 años con posibilidad de que ocurran terremotos en Orihuela con intensidades en entre VII y VIII, justo como establece el PAMRS de Orihuela.

5.1.4.3 Tipos de terreno

Orihuela está comprendida en la Cordillera Bética y su geología principal corresponde a Cuencas Neógeno-Cuaternarias con unidades del Mioceno y Plioceno que van desde Orihuela Costa hacia el Sur del municipio, aunque también en la Sierra de Orihuela existen partes de la Zona Interna en forma de rocas carbonatadas del triásico y pérmico. (PAMRS, 2021)

El PAMRS ha realizado una microzonación sísmica del municipio de Orihuela en base al Eurocódigo 8, utilizando los códigos de “Tipos de terreno” para observar con facilidad que terrenos contribuyen a amplificar el movimiento del suelo procedentes de un terremoto (PAMRS, 2021). Según los resultados, clasifican la zona central del municipio como suelo de tipo D (amarillo), siendo esta la más blanda y la que nos interesa para este trabajo, ya que es donde se ubica el Colegio BIC y es un terreno que amplifica las ondas.

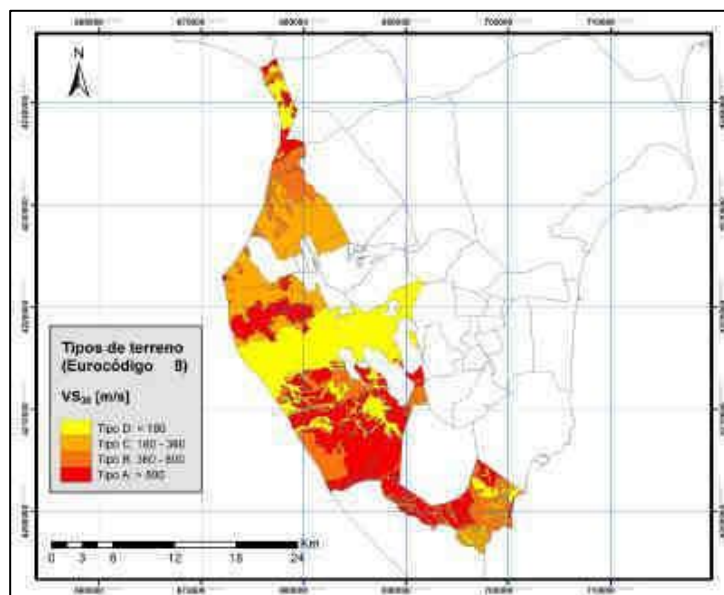


Fig. 5.5 Mapa de tipo de terreno según el Eurocódigo 8 para el término municipal de Orihuela.

Fuente: (PAMRS, 2021)

El Eurocódigo 8 establece cinco clases de terreno, para este apartado nos interesa el suelo D principalmente, ya que es donde se asienta el Colegio BIC.

Los terrenos tipo D son: *“depósitos de suelo sueltos a medios no cohesionados (con o sin algunas capas blandas cohesivas), o principalmente suelos cohesivos de rigidez débil a firme”* (CEN, 2018), con una velocidad media de onda de corte ($V_{s,30}$) inferior a 180 m/s.

En un estudio realizado por (Pujol y Rodríguez, 2019) de un terremoto de magnitud 7.1 en la Ciudad de México que ocasionó el colapso de 40 edificaciones, se observa que la zona donde se produjeron más colapsos fue en la zona con terrenos más blandos y los de transición. La zona principal de colapsos era donde más edificaciones había y superaban los 3 niveles, mientras que, en otras zonas con suelos blandos, pero con edificios de menos plantas no tuvieron tantos colapsos. Aunque declaran que por esa razón no puede asignarse el colapso de los edificios únicamente a los terrenos blandos, probablemente este hecho tuvo un efecto sobre el suceso.

5.2 Daños del terremoto de Lorca como ejemplo

Para este apartado nos basaremos en el **“Informe del sismo de Lorca del 11 de mayo de 2011”**.

Según el (Cabañas Rodríguez et al., 2011) la ciudad de Lorca estuvo sometida el 11 de mayo de 2011 a un terremoto de magnitud 5.1 y una intensidad de VII (EMS-98), llegando a afectar a más de 90.000 personas y desafortunadamente nueve fallecieron.

Al igual que Orihuela, Lorca es una ciudad antigua que cuenta con edificios históricos y modernos. Al mismo tiempo se encuentra dentro de la Cordillera Bética y según los estudios del IGN, la zona donde se produjo el terremoto ha tenido terremotos de intensidad VIII-IX (EMS-98) y magnitudes de 5.0 registradas en diferentes épocas. Dada la similitud, la información que nos aporta el (Cabañas Rodríguez et al., 2011) podría servirnos para imaginar las consecuencias que ocasionaría un terremoto en Orihuela.

Como el caso del Colegio BIC, muchos de los cerramientos de los edificios históricos en Lorca y en general, están formados por cerramientos estructurales, siendo estos, estructuras murarias de mampostería de piedra, que sobre ellas se apoyan los forjados, y si bien los elementos estructurales no son objeto de este trabajo, vale la pena mostrar algunos ejemplos, porque el comportamiento de los cerramientos no estructurales son similares y sus síntomas también, además nos aportan una imagen real de cómo se vería el Colegio BIC afectado.

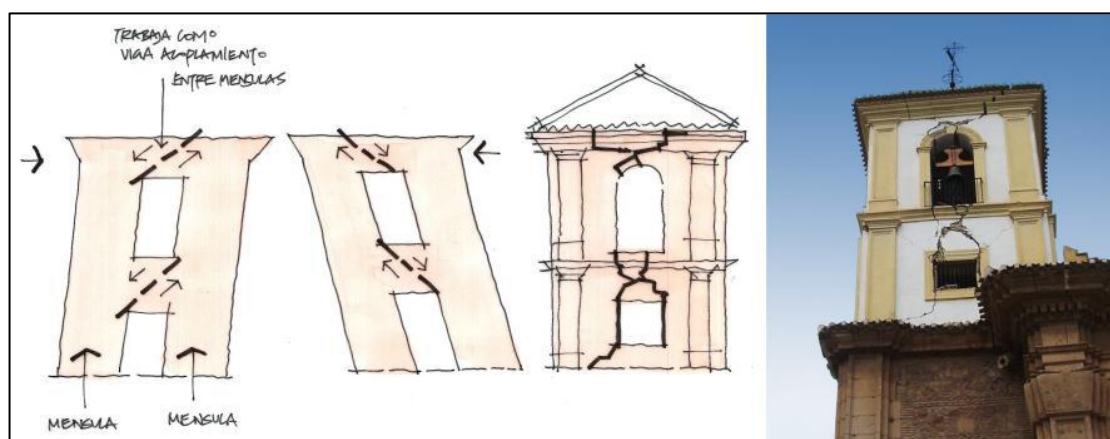


Fig. 5.6 Daños por cortante en forma de X en la torre de la Iglesia de Santiago (Lorca).

Fuente: (Cabañas Rodríguez et al., 2011)

Según el (Cabañas Rodríguez et al., 2011), los daños que sufrieron los edificios de estructura muraria siguen un patrón reconocido con fisuras en forma de X, que se produce por esfuerzos cortantes. Según lo figura 5.6 esto parece generarse principalmente por los huecos, ya que, en medio de estos, existen uniones formadas por el propio cerramiento que conforman todo el sistema constructivo, generando un hueco. En la figura 5.6 “divide” el cerramiento en dos partes verticales y las llama “ménsulas”, el movimiento horizontal en direcciones opuestas de las ménsulas generadas por el terremoto hace que estas uniones estén sometidas a esfuerzos cortantes dando el resultado mencionado.

Este comportamiento no solo ocurre en las estructuras murarias, sino también en los cerramientos de edificios modernos, que se consideran ENE. Y si bien la mayoría de los cerramientos del Colegio BIC son estructuras murarias, hay espacios que están compuestos por cerramientos no estructurales (ver fichas 23 y 28 en anexo).

En sus conclusiones dice que, en todos los estudios de vulnerabilidad y riesgo, los edificios que suelen verse afectados son los más antiguos mientras que los modernos son los más seguros. Sin embargo, en Lorca, muchos edificios modernos construidos dentro del marco temporal de la aplicación de las nuevas exigencias por la última normativa sismorresistente fueron afectados. Posiblemente esto sucedió por el paso en zonas con terrenos duros a blandos en la expansión urbanística. Esto no debería ser un problema si se contempló en el cálculo sísmico, ya que la normativa obliga a hacerlo. Por lo tanto, se concluye que la edificación actual moderna en Lorca es un problema desde el punto de vista sismorresistente. (Cabañas Rodríguez et al., 2011)

El informe declara que la principal causa de las muertes fue el desprendimiento de los ENE, especialmente el de los antepechos y parapetos de fábrica de ladrillo, suponiendo que los edificios afectados fueron anteriores a el establecimiento de la NCSE-02, ya que establece la obligación de anclar estos elementos al forjado a partir de una aceleración de 0,12g y en la anterior a partir de 0,16g. (Cabañas Rodríguez et al., 2011)

No solamente los antepechos, sino que los cerramientos también y aunque el informe no menciona instalaciones u otros elementos colgados en los cerramientos es de probable que estos también cayeron. Las principales causas de desprendimiento de los ENE se pueden consultar en el apartado 4.2.2.



Fig. 5.7 Caída de antepecho de bloque sin armar en un edificio dotacional de Lorca.

Fuente: (Cabañas Rodríguez et al., 2011)



Fig. 5.8 Fallo de cerramientos no estructurales bloqueando las salidas de edificios o locales.

Fuente: (Cabañas Rodríguez et al., 2011)

6 NORMATIVA SISMORRESISTENTE

En este apartado se recopila la información que nos aportan las diferentes normativas sismorresistentes en cuanto a los ENE. Se divide en normativa nacional e internacional.

6.1 Normativa Nacional

Aquí se recoge la información de diferentes normativas sismorresistente españolas.

6.1.1 Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)

Es la normativa sismorresistente vigente de aplicación en España, con el objeto de dar al técnico los criterios a seguir para enfrentar la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de las edificaciones como mínimo. (NCSE, 2002)

6.1.1.1 *Ámbito de aplicación*

Según la (NCSE, 2002), esta se aplica a edificaciones de nueva planta, reformas o rehabilitación, salvo algunas excepciones, a fin de mejorar la seguridad original. Pudiéndose utilizar otros criterios siempre que no sean peores a los establecidos en dicha norma.

6.1.1.2 *Clasificación de las construcciones*

La (NCSE, 2002) clasifica las construcciones en tres grupos en función del uso del edificio y los daños que su destrucción puedan ocasionar:

1. De importancia moderada
2. De importancia normal
3. De importancia especial

El caso del Colegio BIC es el “*De especial importancia*”, que se describe como “*Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos*”, por ser una “*... construcción catalogada como ... bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas*”. (NCSE, 2002)

6.1.1.3 *Reglas de diseño y prescripciones constructivas en edificaciones*

El caso del Colegio BIC es interesante, ya que los cerramientos son estructurales y sobre estos apoyan las cubiertas, a diferencia de los edificios modernos en los que

normalmente apoyan sobre vigas y el cerramiento está compuesto por fábricas de ladrillo con diferentes tipos de revestimientos.

La gran parte de esta normativa está dedicada a los elementos estructurales, ya que estos son los que soportan las acciones y cargas, pero hay una parte prevista para los ENE y son muy importantes, porque si no están anclados de alguna manera a la estructura estos son los primeros elementos de un edificio en verse afectados. Por lo tanto, esta norma nos aporta en su apartado 4.7, las reglas de diseño y prescripciones constructivas en edificaciones de varios elementos, pero la que nos interesa para este trabajo es la *“De otros elementos de la construcción”*.

Nos dice:

“Todos los paños, particiones interiores, falsos techos y otros elementos singulares ... deben enlazarse correctamente a los elementos estructurales para evitar el desprendimiento de las piezas durante las sacudidas sísmicas.” (NCSE, 2002).

A continuación, en la página siguiente, se muestra un resumen del apartado 4.7 del documento NCSE en formato tabla en la que nos explican los criterios de actuación de los ENE frente al sismo:

	Aceleración sísmica de cálculo a_c (g)	Geometría ENE	Criterios de actuación
Cerramientos, particiones y otros	$0,16g > a_c \geq 0,08g$	> 5 m (long.) o 20 m ²	<i>Los paños de cerramiento o paredes de partición deberán subdividirse enlazándolos a elementos secundarios intermedios</i>
	$a_c \geq 0,16g$	≥ 3 m (long.) o 10 m ²	
Antepederos, parapetos, chimeneas y cercas	<i>En cualquier caso</i>		<i>Deben enlazarse a la estructura para garantizar su estabilidad</i>
	$a_c \geq 0,12g$	> 1 m (altura)	<i>Además, se rematarán con un encadenado de coronación, disponiendo refuerzos verticales anclados a la estructura o cimentación</i>
Vías de evacuación	<i>En cualquier caso</i>		<i>En ellas no deben colocarse elementos que puedan desprenderse fácilmente en caso de terremoto</i>
	$a_c \geq 0,16g$	<i>En cualquier caso</i>	<i>Además, no proyectarse escaleras construidas sobre bóvedas tabicadas, ni las formadas por peldaños en voladizo empotrados en muros de fábrica</i>
Carpinterías exteriores	Situación		<i>Dimensionar la altura de galce, los calzos y las juntas del acristalado de las ventanas con capacidad para absorber movimientos que se produzcan en la carpintería por las oscilaciones</i>
	<i>En construcciones de gran altura con grandes superficies acristaladas</i>		
Revestimientos y aplacados	<i>En zonas de tránsito</i>		<i>La fijación de revestimientos y anclaje de aplacados u otros elementos de fachada se realizará con materiales de alta durabilidad y mediante técnicas apropiadas para evitar el desprendimiento de piezas en caso de sismo.</i>
Instalaciones y acometidas	<i>Las acometidas de las instalaciones, sobre todo de gas, electricidad, abastecimiento y saneamiento</i>		<i>Deberán realizarse de forma que permitan los movimientos diferenciales previsibles en su punto de entronque con la construcción y se les dotará de dispositivos para absorber las deformaciones a través de todo tipo de juntas. En el caso de gas dispondrán además de válvulas de control de exceso de caudal en los contadores.</i>

Tabla 6.1. Resumen de apartado 4.7 del NCSE-02

Fuente: Datos obtenidos de (NCSE, 2002)

6.1.2 Norma sismorresistente PGS-1 (1968). Parte A

Esta normativa sismorresistente, a pesar de no ser de obligado cumplimiento actualmente por estar derogada, se ha elegido por tener cierta información sobre los ENE que no aparece en normas futuras como la NCSE-02, además nos permite ver la evolución de la normativa.

Este documento al igual que el anterior tiene la misión de otorgar una guía para los técnicos para aminorar los daños por sismo en las edificaciones y se resumirá en un formato de tabla, donde se recogen los aspectos más importantes de los ENE.

En cuanto a los ENE, esta normativa habla de los muros de fábrica en su apartado 4.3 y los define como *“aquellos construidos con elementos pétreos de pequeñas dimensiones, enlazados entre sí... [con] mortero entre sus juntas...”*. (PGS-1, 1969)

6.1.2.1 Ámbito de aplicación

Según la (PGS-1, 1969), este documento era de aplicación para todo tipo de proyecto y obra de construcción en territorio nacional, sin importar su clase y destino, siendo la aplicación de las acciones sísmicas opcional para construcciones en la zona A y obligatorio para las de las zonas B y C (zonas sísmicas).

6.1.2.2 Zonificación sísmica

El (PGS-1, 1969) clasifica el territorio en tres zonas sísmicas: A, B y C. Utiliza el sistema MSK para definir la intensidad, sistema de medida anterior al EMS.

Dice lo siguiente:

- **Zona A:** sismicidad baja. Con intensidades menores a VI (MSK), excepto el límite superior de la zona.
- **Zona B:** sismicidad media capaz de ocasionar desperfectos en las construcciones. Con intensidades desde VI a VIII (MSK).
- **Zona C:** sismicidad capaz de ocasionar daños graves en las construcciones. Con intensidades que pueden superar VIII y IX (MSK).

Toda la Comunidad Valenciana se encuentra en la Zona B y C.

6.1.2.3 Clasificación de las construcciones

El (PGS-1, 1969) no menciona en su clasificación constructiva los edificios BIC como la actual NCSE-02. Habla de tres grupos, el primero para edificaciones en general, el segundo para caminos y construcciones hidráulicas, excepto depósitos de agua y el

tercero para centrales y conducciones de energía, depósitos y obras diversas. La clasificación del Colegio BIC se asemeja al segundo grupo según sus criterios, ya que la destrucción de su estructura sí podría “ocasionar víctimas humanas, interrumpir un servicio necesario para la colectividad o capaz de producir importante pérdidas económicas” (PGS-1, 1969). Sin embargo, no es posible clasificarlo de una manera clara, por lo tanto, las medidas que se tomarán son las del grupo primero, ya que nos hablan de los ENE de los edificios.

6.1.2.4 Prescripciones constructivas para obras de fábrica

A continuación, se presenta el resumen en forma de tabla que recoge lo que dice la norma (PGS-1, 1969) acerca de los ENE, específicamente de las obras de fábrica:

Obligatorio para zonas sísmicas B y C				
Condiciones				Criterios de intervención
Refuerzos de muros de fábrica no estructurales	Zona B	Si $h > 12$ m (altura)	Distancia entre encadenados paralelos no > 5 m (long.). Se reducirá si la diagonal de dos células $> 50 \times$ Espesor del muro (sin cámara de aire).	Reforzar con encadenados horizontales y verticales de hormigón armado o metálicos. Los encadenados horizontales coincidirán con el nivel del suelo y los verticales con los encuentros de muros. Su cálculo se realizará con las tensiones máximas según el apartado 3.3 del PGS-1.
	Zona C	Si $h > 6$ m (altura)		
	Zona B	Si $h < 12$ m (altura)		Idéntico a los criterios anteriores, con la excepción de que se puede prescindir de los encadenados verticales.
	Zona C	Si $h < 6$ m (altura)		
Muros de cerramiento en entramados	Deben ser < 5 m (long.), 20 m^2 y $100 \times$ Espesor TOTAL (su diagonal)			
Tabiquerías	Se deben unir a muros, suelos y techos. Si no llegan al techo, terminarlos con elementos hormigón armado, metal o madera sujetos a otros elementos estructurales. Los encuentros de tabiques se enlazarán pasando sus hiladas alternativamente.			
Muros con borde libre	Si se producen tracciones en la fábrica se realizará un encadenado de coronación y encadenados verticales anclados a la estructura del edificio o cimentación.			

Tabla 6.2. Resumen de apartado 4.3 del PGS-1 (1968). Parte A, sobre las prescripciones para las obras de fábrica.

Fuente: Datos obtenidos de (PGS-1, 1969)

6.2 Normativa Internacional

Aquí se recoge la información de diferentes normativas sismorresistentes internacionales.

6.2.1 NTC-18 (ITALIA)

Esta normativa, aunque no se de aplicación en España, se tiene en cuenta para este trabajo en cuanto a las observaciones que tiene sobre las medidas a tomar para aminorar el riesgo de los ENE frente al sismo y a lo que puede influir en el edificio de estudio, el Colegio BIC.

La (NTC-18, 2018) nos avisa de que es necesario adoptar medidas para evitar posibles expulsiones de los ENE por medio de fuerzas horizontales (F_a). En su apartado 7.2.3 habla de los criterios de diseño de los ENE y destacan los siguientes puntos:

“La capacità degli elementi non strutturali... deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare” [La capacidad de los ENE... debe ser mayor que la demanda sísmica correspondiente a cada uno de los estados límite a considerar] (NTC-18, 2018), es decir, que la resistencia de los ENE que se coloquen debe ser capaces de resistir las fuerzas sísmicas establecidas según los cálculos de la demanda sísmica de ese lugar.

Nos habla con la sobre la irregularidad en altura vista anteriormente, afirmando que *“Se la distribuzione degli elementi non strutturali è fortemente irregolare in altezza, deve essere considerata la possibilità di forti concentrazioni di danno ai livelli caratterizzati da significative riduzioni degli elementi non strutturali rispetto ai livelli adiacenti.”* [Si la distribución de ENE es muy desigual en altura, se debe considerar la posibilidad de fuertes concentraciones de daño en niveles caracterizados por reducciones significativas de ENE en comparación con los niveles adyacentes”. (NTC-18, 2018)

Nos aportan también con una fórmula para determinar la demanda sísmica de los ENE, a través de una fuerza horizontal (F_a), se muestra en la página siguiente:

$Fa = (Sa \times Wa)/qa$	(6.1)
<p><i>Fa</i> es la fuerza sísmica horizontal distribuida o que actúa en el centro de masas del elemento no estructural, en la dirección positiva desfavorable, resultante de las fuerzas distribuidas proporcionales a la masa;</p> <p><i>Sa</i> es la aceleración máxima, adimensional con respecto a la de la gravedad, que experimenta el elemento no estructural durante el terremoto y corresponde al estado límite en cuestión;</p> <p><i>Wa</i> es el peso del elemento;</p> <p><i>qa</i> es el factor de comportamiento del elemento.</p> <p>En ausencia de determinaciones específicas, la referencia a documentos de validez comprobada puede ser útil para <i>Sa</i> y <i>qa</i>.</p>	

Tabla 6.3 Fórmula de fuerza sísmica horizontal para demanda de los ENE

Fuente: (NTC-18, 2018)

UNE-EN 1998-1:2018 Eurocódigo 8 (EUROPA)

El Eurocódigo 8 (EC 8) en su versión de 2018, es un conjunto de normas técnicas a nivel europeo, a cargo del Comité Europeo de Normalización (CEN), para el diseño sismorresistente de las edificaciones.

El EC 8 es de aplicación obligatoria en España en conjunto al Código Técnico de la Edificación.

En el apartado 4.3.5 del EC 8 nos habla específicamente sobre los ENE. A continuación, se trata de resumir lo que dice:

6.2.1.1 Elementos no estructurales

El EC 8 nos dice que *cualquier ENE, junto a sus conexiones, fijaciones y anclajes que sean capaces de desprenderse y causar daños a personas, a la estructura del edificio o a sus instalaciones críticas, deben ser sometidas a pruebas para resistir la acción sísmica de cálculo*. Además, el análisis sísmico debe basarse sobre un modelo ajustado a la realidad estructural de cada edificio y en el uso de espectros de respuesta de la estructura del edificio. (CEN, 2018)

6.2.1.2 Comprobaciones para resistir los ENE a las fuerzas horizontales un sismo

Aquí el EC 8 nos aportan unas fórmulas que permiten determinar los esfuerzos horizontales necesarios para que un ENE específico se desprenda a través de cálculos físicos.

Si se crease una base de datos con la información obtenida de esos cálculos en función de cada ENE con sus valores límite en cada tipo de terreno específico (que como hemos visto antes en el PAMRS de Orihuela, el EC 8 los clasifica en diferentes tipos y cada uno responde y propaga las ondas de diferentes formas), se podrían utilizar para facilitar el desarrollo de proyectos de obra nueva, reparaciones o reformas, sería una forma de crear un modelo a seguir para establecer una protección mínima posible hasta frente al sismo.

A continuación, se aportan las fórmulas extraídas directamente del EC 8 que permitirían comprobar los efectos de la acción sísmica sobre los ENE:

La fuerza sísmica horizontal **Fa** se obtiene de la siguiente manera:

$F_a = (S_a \times W_a \times \gamma_a) / q_a$	(6.2)
<p>Fa es la fuerza sísmica horizontal que actúa en el centro de gravedad del elemento no estructural en la dirección más desfavorable;</p> <p>Wa es el peso del elemento;</p> <p>Sa es el coeficiente sísmico aplicable a los elementos no estructurales;</p> <p>γa es el coeficiente de importancia del elemento;</p> <p>qa es el coeficiente de comportamiento del elemento;</p>	

Tabla 6.4 Fórmula de fuerza sísmica horizontal para resistencia sísmica cálculo de los ENE

Fuente: (CEN, 2018)

El Coeficiente sísmico Sa se obtiene de la siguiente manera:

$Sa = \alpha \times S \times [3 (1 + z/H) / (1 + (1 - Ta/T1)^2) - 0,5]$	(6.3)
<p>α es el cociente entre el valor de cálculo de la aceleración del suelo en un terreno tipo A, a_g, y la aceleración de la gravedad g;</p> <p>S es el coeficiente de suelo;</p> <p>Ta es el periodo fundamental de vibración del elemento no estructural;</p> <p>$T1$ es el periodo fundamental de vibración del edificio en la dirección apropiada;</p> <p>z es la altura del elemento no estructural sobre el nivel de aplicación de la acción sísmica (cimentación o parte más alta de un sótano rígido); y</p> <p>H es la altura del edificio medida desde la cimentación o desde la parte superior de un sótano rígido.</p> <p>El valor del coeficiente sísmico Sa no puede tomarse menor de $\alpha \times S$</p>	

Tabla 6.5 Fórmula del Coeficiente sísmico para los ENE

Fuente: (CEN, 2018)

Factores de importancia (γa). A este parámetro se le asignarán los números 1,5 y 1,0 en función de los daños que los ENE específicos podrían causar como resultado de su desprendimiento:

Tipos de ENE	γa
<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de anclaje de maquinaria y equipamiento necesario para los sistemas de seguridad vital. • Depósitos y recipientes que contengan sustancias tóxicas o explosivas que se consideren peligrosas para la seguridad del público general. 	1,5
<ul style="list-style-type: none"> • El resto de los casos 	1,0

Tabla 6.6 Valores de γa para los ENE en función de su peligrosidad.

Fuente: (CEN, 2018).

Coeficientes de comportamiento (q_a):

<i>Tipo de ENE</i>	<i>q_a</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Parapetos en voladizo u ornamentaciones.</i> • <i>Señalización y paneles publicitarios.</i> • <i>Chimeneas, mástiles y depósitos colocados sobre pilares que actúan como ménsulas sin arriostrar en la longitud superior a más de la mitad de su altura total.</i> 	1,0
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Muros exteriores e interiores.</i> • <i>Tabiques y fachadas.</i> • <i>Chimeneas, mástiles y depósitos colocados sobre pilares que actúan como ménsulas sin arriostrar en una longitud menor que la mitad de su altura total, o triangulados o sujetos a la estructura en o por encima de su centro de gravedad.</i> • <i>Elementos de anclaje para armario y estanterías de libros apoyadas en el suelo.</i> • <i>Elementos de anclaje para falsos techos (suspendidos) y dispositivos de fijación ligeros.</i> 	2,0

Fig. 6.1 Valores de q_a para ENE en función de su comportamiento.

Fuente: (CEN, 2018).

7 EL CASO DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO

El Colegio BIC se encuentra en la Calle Adolfo Claravana 53, 03300, Orihuela, Alicante. El uso principal actual es docente, está declarado BIC estatal, su código es R-I-51-0000372 y su referencia catastral es 0679901XH8107N0001SP. Estos datos se han tomado de la página web de catastro de (INE) y de su ficha BIC de (Patrimonio Cultural), se pueden consultar en la bibliografía.



Fig. 7.1 Fotografía aérea del Colegio Diocesano Santo Domingo

Fuente: Fotografía extraída de su ficha BIC "Convento de Santo Domingo" (Patrimonio Cultural)

7.1 Situación actual

Según (Sánchez Portas, 2003), en su libro *El Patriarca Loazes y el Colegio Santo Domingo de Orihuela*, la etapa constructiva de este edificio comienza a mediados del siglo XVI y termina aproximadamente a mediados del XVIII principalmente, con varias intervenciones en los últimos años debido al estado y uso actual del edificio. Se han añadido elementos arquitectónicos (EA), instalaciones (INS) y mobiliarios/equipamientos (MEQ) tratando de cumplir con las normativas actuales de habitabilidad, accesibilidad y seguridad para un colegio.

Al ser un edificio tan antiguo, estar en una zona sísmica importante y estar ubicado sobre un terreno que tiende a amplificar las ondas sísmicas (según los estudios del PAMRS de Orihuela de 2021), posiblemente el edificio haya sufrido daños por sismo, de

hecho, como se ve en el subapartado 5.1.2, en la tabla 5.1, gracias a los datos del IGN, queda constancia de que hubo un terremoto en Orihuela en el año 1673 de intensidad VIII. Curiosamente ante tal intensidad, el libro de Sánchez Portas no menciona nada sobre un terremoto ni daños en esas fechas.

De todas maneras, el Colegio BIC tiene daños a nivel estructural y no estructural que, ante un terremoto futuro, en su estado actual los convierte en elementos peligrosos capaces de afectar a los usuarios del edificio.

7.2 Zonificación del colegio

Este apartado está dirigido a la división de los diferentes espacios del edificio en zonas, para posteriormente identificar y localizar los ENE del Colegio BIC en el catálogo de fichas de este trabajo con mayor facilidad y en el futuro poder consultarlo para cualquier intervención.

Para la división de las zonas se les ha asignado números, además de los nombres por los que se les conocen a las diferentes zonas de forma secundaria y se ha tratado de ajustarse a la división real de las zonas.

A continuación, en la siguiente página, se presenta la zonificación del Colegio BIC:

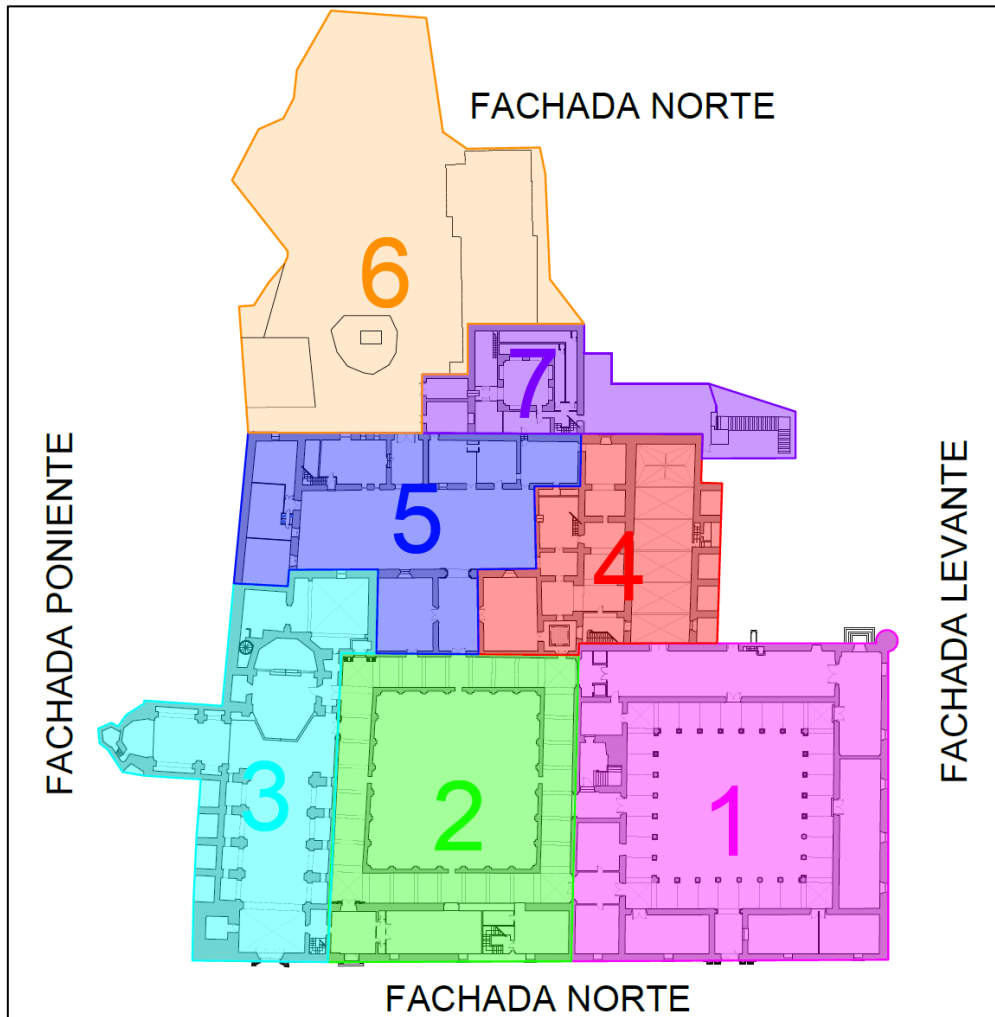


Fig. 7.2 Zonificación general del plano, tomando como base la planta baja.

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos originales aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

ZONIFICACIÓN	ORIENTACIÓN
Zona 1 (Magenta): Claustro de la Universidad.	Fachada Norte Fachada Sur Fachada Levante Fachada Poniente
Zona 2 (Verde): Claustro del Colegio	
Zona 3 (Cian): Iglesia	
Zona 4 (Rojo): Refectorio/Cocina/Cafetería	
Zona 5 (Azul): Patio Juan XXIII	
Zona 6 (Naranja): Patio de la Peña	
Zona 7 (Morado): Búnker/Túnel	

Tabla 7.1 Zonificación del Colegio BIC

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

7.2.1.1 Planta Baja

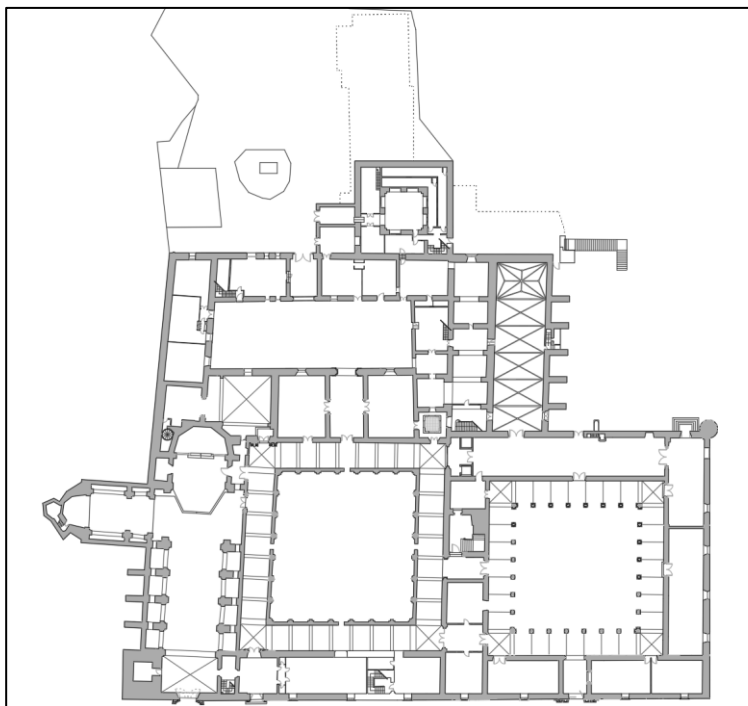


Fig. 7.3 Plano de planta baja del Colegio BIC.

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

7.2.1.2 Planta Intermedia

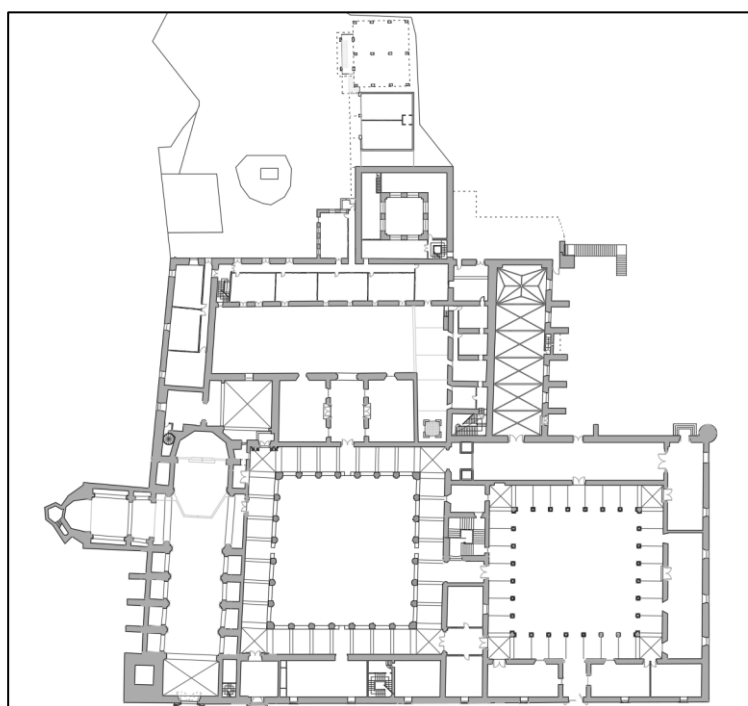


Fig. 7.4 Plano de planta intermedia del Colegio BIC.

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

7.2.1.3 Planta Primera

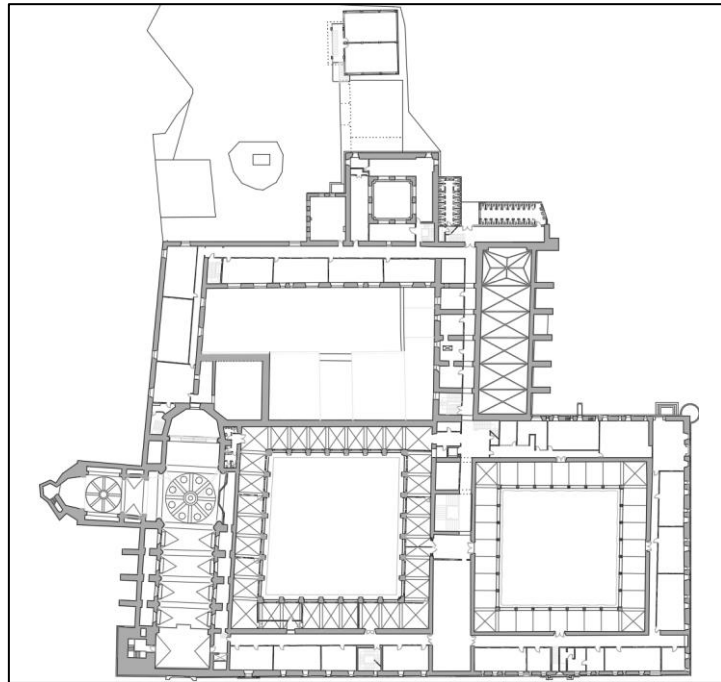


Fig. 7.5 Plano de planta primera del Colegio BIC.

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

7.2.1.4 Planta Segunda

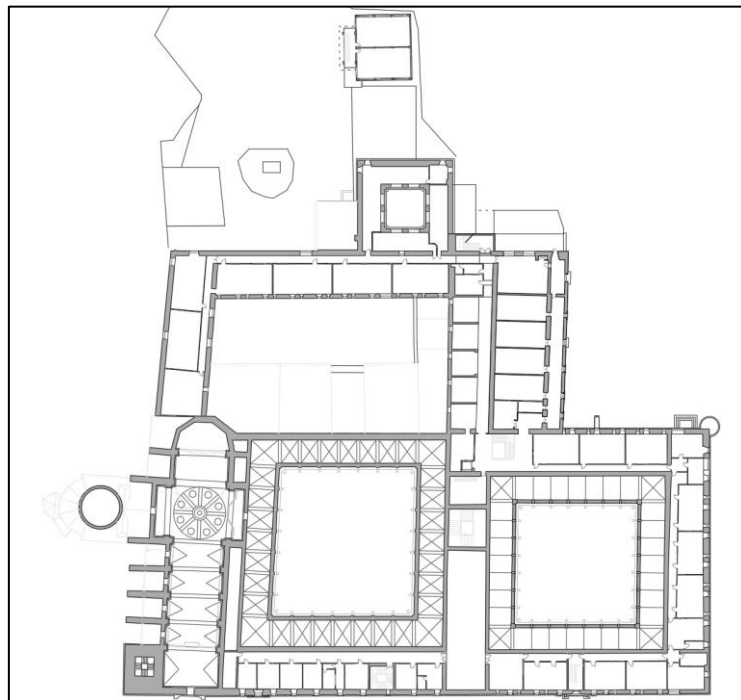


Fig. 7.6 Plano de planta segunda del Colegio BIC.

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

7.2.1.5 Planta Cubierta

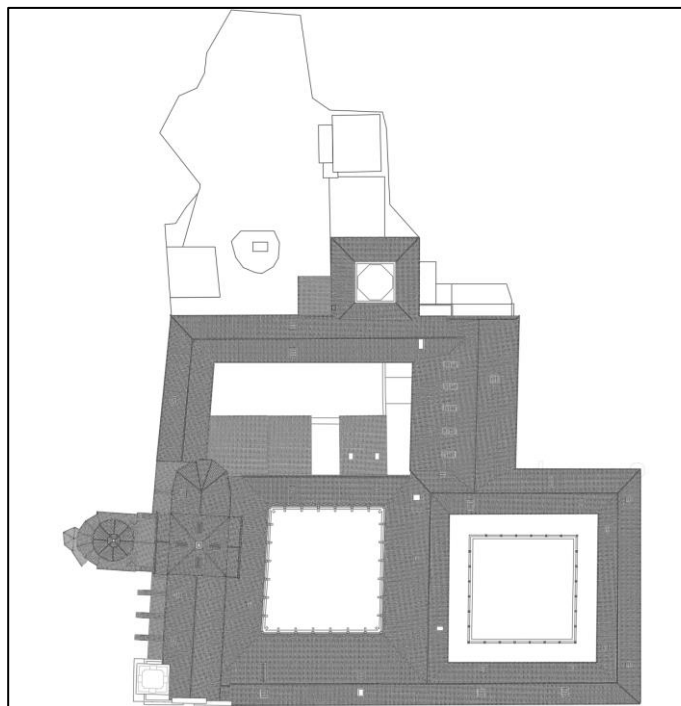


Fig. 7.7 Plano de planta cubierta del Colegio BIC.

Fuente: Juan de Dios de la Hoz Martínez, 2022. Planos aportados por José Antonio Huesca Tortosa.

7.3 Clasificación por sistemas constructivos y materiales

En esta sección, se presenta un listado de códigos que se ha creado para de utilizarlo en el catálogo de fichas de nuestro edificio y referirnos a sus ENE. Es importante clarificar que este listado se ha elaborado en colaboración con Alejandro Juan Martínez Pamies, compañero de la carrera de Arquitectura Técnica. Ambos trabajamos en la misma temática, pero él lo enfoca hacia edificios tecnológicamente modernos.

Con el objetivo de abarcar la mayor información posible en códigos cortos y ante la gran variedad de sistemas constructivos u objetos, se ha decidido clasificar estos en ramales y a medida que avanzan son cada más específicos.

Los códigos identifican en orden de lectura: la ubicación, el tipo de familia del ENE, el ENE específico y el material que lo compone.

La ubicación describe de manera general donde se localizan los ENE. Se ha clasificado en tres familias diferentes, que son: fachada, cubierta e interior. La fachada se ha subdividido en seis con el objetivo de ser más específico, y son: fachada norte, sur, este,

oeste e interior, ésta última se refiere a las fachadas que se encuentran en el interior del recinto.

La familia de los ENE se ha clasificado en tres también, siendo estas: los elementos arquitectónicos, las instalaciones y el mobiliario/equipamiento.

Se han agregado tipos específicos de ENE según los identificados en los edificios.

A continuación se presenta la lista de códigos para los ENE:

LOCALIZACIÓN (1)	COD	ENE (2)	COD	TIPO ENE (3)	COD				
FACHADA	FA	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	ALBARDILLAS	ALB				
				ALTORRELIEVE	ALTR				
				ANTEPECHOS	ANTP				
				BALAUSTRADAS	BLST				
				BARANDILLAS	BAR				
				CAPITELES	CAP				
				CHAMBRANAS	XMB				
				CORNISAS	COR				
				CORNUCOPIAS	FIGP				
				DINTELES	DINT				
				ESCALERA EXT	ESC				
				FÁBRICAS. LADRILLO	LCV				
				FIGURAS. PIEDRA	FIGP				
				MÉNSULAS	MNSL				
				MURO CORTINA	MCORT				
				MURO DE PAVÉS	MPV				
				PILASTRAS	PLSR				
				PORTADAS	PRTD				
				PUERTAS	PRTA				
				REJAS	REJ				
				REVEST. CONTINUO	RCO				
				REVEST. DISCONTINUO	RDIS				
				SEMICOLUMNAS	SMCOL				
SOBREPUERTAS	SPRTA								
VENTANAS	VNT								
VIERTEAGUAS	VRTA								
FACHADA NORTE	FAN	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	CLIMATIZACIÓN/CALEFACCIÓN	CLI				
				DOMÓTICA	DOM				
				ELÉCTRICA	ELEC				
				ENERGÍA RENOVABLES	RNV				
				GAS	GAS				
				PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	INC				
				SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	SAN				
				TELECOMUNICACIONES	TLCO				
				TRANSPORTE	TRPT				
				VENTILACIÓN	VENT				
FACHADA SUR	FAS	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	CARTELERAS PUBLICITARIAS	CPUB				
				ELEMENTOS. SOMBRA	SOM				
				LÁMPARAS	LAMP				
				PLACAS / DIRECTORIOS	PLC				
				RÓTULOS	ROT				
FACHADA ESTE	FAE	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	CLIMATIZACIÓN/CALEFACCIÓN	CLI				
				DOMÓTICA	DOM				
				ELÉCTRICA	ELEC				
				ENERGÍA RENOVABLES	RNV				
				GAS	GAS				
FACHADA OESTE	FAO	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	CLIMATIZACIÓN/CALEFACCIÓN	CLI				
				DOMÓTICA	DOM				
				ELÉCTRICA	ELEC				
				ENERGÍA RENOVABLES	RNV				
				GAS	GAS				
FACHADA INTERIOR	FAI	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	CLIMATIZACIÓN/CALEFACCIÓN	CLI				
				DOMÓTICA	DOM				
				ELÉCTRICA	ELEC				
				ENERGÍA RENOVABLES	RNV				
				GAS	GAS				
INSTALACIONES	INS	INSTALACIONES	INS	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	INC				
				SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	SAN				
				TELECOMUNICACIONES	TLCO				
				TRANSPORTE	TRPT				
				VENTILACIÓN	VENT				
				MOBILIARIO / EQUIPAMIENTOS	MEQ	MOBILIARIO / EQUIPAMIENTOS	MEQ	CARTELERAS PUBLICITARIAS	CPUB
								ELEMENTOS. SOMBRA	SOM
								LÁMPARAS	LAMP
								PLACAS / DIRECTORIOS	PLC
								RÓTULOS	ROT

Tabla 7.2 Listado de códigos de ENE. Parte 1.

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Alejandro Juan Martínez Pamies.

LOCALIZACIÓN (1)	COD	ENE (2)	COD	TIPO ENE (3)	COD
CUBIERTA	CUB	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	ALBARDILLAS	ALB
				ANTEPECHOS	ANTP
				BARANDILLAS	BAR
				CHAPA METÁLICA	CHP
				ESPADAÑAS	ESPD
				MANSARDAS	MAN
				PASARELAS	PSL
				PUERTAS	PRTA
				TEJAS	TJA
				TORREONES	TRN
				VENTANAS	VNT
		INSTALACIONES	INS	CLIMATIZACIÓN/CALEFACCIÓN	CLI
				DOMÓTICA	DOM
				ELÉCTRICA	ELEC
				ENERGÍAS RENOVABLES	RNV
				GAS	GAS
				PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	INC
				SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	SAN
				TELECOMUNICACIONES	TLCO
TRANSPORTE	TRPT				
VENTILACIÓN	VENT				
MOBILIARIO / EQUIPAMIENTOS	MEQ	MOB. EXTERIOR	MBEX		
INTERIOR	INT	ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	EA	ALTORRELIEVE	ALTR
				BARANDILLAS	BAR
				CORNISAS	COR
				ESCALERAS	ESC
				FALSOS TECHOS CONTINUOS	FTC
				FALSOS TECHOS DISCONTINUOS	FTD
				FALSOS TECHOS ESPECIALES	FTE
				FIGURAS. PIEDRA	FIGP
				LUCERNARIO	LCNR
				PART. DESMONTABLES	PDE
				PART. FIJAS	PFI
				PART. MOVILES	PMO
				PASARELAS	PAS
				PAV. CONTINUO	PVCT
				PAV. DISCONTINUO	PVDT
				PUERTAS	PRTA
				VENTANAS	VNT
		INSTALACIONES	INS	ABASTECIMIENTO. AGUA	AGU
				CLIMATIZACIÓN/CALEFACCIÓN	CLI
				DOMÓTICA	DOM
				ELÉCTRICA	ELEC
				ENERGÍAS RENOVABLES	RNV
				GAS	GAS
				PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	INC
				SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	SAN
				TELECOMUNICACIONES	TLCO
				TRANSPORTE	TRPT
				VENTILACIÓN	VENT
		MOBILIARIO / EQUIPAMIENTOS	MEQ	EQ. BAÑO/ASEO	BAÑ
				EQ. COCINA	COC
				EQ. LABORATORIO	LAB
				EQ. RECREATIVO	REC
				EQ. ZONA COMÚN	ZCO
				MOB. AULA	AUL
				MOB. BIBLIOTECA	BIB
				MOB. COMEDOR	COM
				MOB. DORMITORIO	DOR
				MOB. OFICINA/DESPACHO	OFI
				MOB. RELIGIOSO	REL
				MOB. SALÓN	SLN

Tabla 7.3 Listado de códigos de ENE. Parte 2.

Fuente: Elaboración propia en colaboración con Alejandro Juan Martínez Pamies.

Se han separado los materiales del listado general para optimizarlo:

MATERIAL PRINCIPAL (4)	COD	NATURALEZA	MATERIAL
CERÁMICOS	CRMC		ADOQUINES
			AZULEJOS
			BALDOSAS
			LADRILLOS
			LOSAS
CONGLOMERANTES	CNG		CAL
			HORMIGONES
			MORTEROS
			YESOS
HIDROCARBUROS	HDRC		ALQUITRAN
			ASFALTOS
			BETUNES
MADERAS	MAD	NATURALES	ABEDUL
			ARCE
			CAOBA
			CEDRO
			CEREZO
			ÉBANO
			PINO
			ROBLE
		TECA	
		ARTIFICIALES	AGLOMERADO
			CARTÓN
			CONTRACHAPADO
			OSB
			TABLERO CHAPA LAMINADA
TABLERO DE VIBRAS			
TABLERO DE VIRUTAS			
TABLEROS LIGEROS			
METALES	MET		ACERO
			ALUMINIO
			BRONCE
			COBRE
			HIERRO
			PLOMO
			TITÁNIO
PÉTREOS NATURALES	PNAT	VOLCÁNICAS	BASALTO
			DORITA
			GRANITO
			PUMITA
		SEDIMENTARIAS	CALIZA
			LAJA
			TRAVERTINO
		METAMÓRFICAS	MARMOL
			PIZARRA
POLÍMEROS	POL		CAUCHO
			CSM
			EPDM
			EPOXY
			FENÓLICO
			POLIESTER
			POLIETILENO (PE)
			POLIPROPILENO (PP)
			POLIURETANO
			PVC
			SILICONA

Tabla 7.4 Listado de códigos de materiales. Parte 1.

Fuente: Elaboración propia en colaboración de Alejandro Juan Martínez Pamies.

MATERIAL PRINCIPAL (4)	COD	NATURALEZA	MATERIAL
VIDRIOS	VDR		BOROSILICATO
			COMÚN
			DOBLE ACRISTALAMIENTO
			LAMINADO
			TEMPLADO

Tabla 7.5 Listado de códigos de materiales. Parte 2.

Fuente: Elaboración propia en colaboración de Alejandro Juan Martínez Pamies.

Con el objetivo de evitar una lista de códigos extensa, se han asignado nombres y códigos a “tipos de ENE” que se repiten en varios espacios (p.ej. mobiliario de cocina o laboratorio). Estos códigos simplifican la identificación y abarcan una amplia gama de ENE comunes en esos espacios. Además, se elaboró otro listado con detalles sobre el mobiliario y equipamiento específico para cada tipo de espacio (p.ej. sillas, mesas, etc.), facilitando la descripción para las fichas. Estas listas pueden ampliarse para incluir más tipos de ENE comunes en los diferentes espacios.

A continuación, se aporta el listado de los posibles mobiliarios y equipamientos que habría en las aulas:

TIPO ENE	
ELEMENTOS. SOMBRA	CONTRAVENTANAS
	MARQUESINAS
	PANELES DE PROTECCIÓN SOLAR
	PARASOLES
	PERGOLAS
	PERSIANAS
	TOLDOS
MOB. EXTERIOR	COLUMPIOS
	HAMACAS
	LÁMPARAS
	MACETAS
	MESAS
	PERGOLAS
	SILLAS
	SOMBRILLAS
	TENDEDEROS
	TOLDOS
EQ. BAÑO	BAÑERA
	CUBO DE BASURA
	DISPENSADOR DE JABÓN
	DUCHA
	ESPEJO
	SECADOR
	SOPORTE PAPEL WC
	SUMINISTROS DE LIMPIEZA
	TOALLERO

Tabla 7.6 Listado de códigos de mobiliario y equipamiento. Parte 1.

Fuente: Elaboración propia en colaboración de Alejandro Juan Martínez Pamies.

TIPO ENE	
EQ. COCINA	ARMARIOS
	FREGADERO
	HORNO
	LAVAPLATOS
	MESAS
	MICROONDAS
	REFRIGERADOR
	SILLAS
	UTENSILIOS DE COCINA
EQ. LABORATORIO	CALORÍMETROS
	ESCARNERS
	INDICADOR DE PH
	MECHEROS BUNSEN
	MICROSCÓPIOS
	PIPETAS
	REFRACTÓMETROS
	TUBOS DE ENSAYO
VASOS DE PRECIPITADO	
EQ. RECREATIVO	DE CAMPAMENTO
	DE ENTRENAMIENTO
	DE JUEGO
	DEPORTIVOS
EQ. ZONA COMÚN	MUSICALES/ DE AUDIO
	ALARMAS
	ALFOMBRAS
	ARMARIOS
	ASIENTOS
	CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN
	CAMARAS DE SEGURIDAD
	EXTINTORES
	LÁMPARAS
	MAQUINAS EXPREDEDORAS
MESAS	
MOB. AULA	ALTAVOCES
	ARCHIVADORES
	ARMARIOS
	ESCRITORIOS
	PERCHEROS
	PIZARRAS
	PROYECTORES
	SILLAS
	TABLÓN DE ANUNCIOS
MOB. BIBLIOTECA	ESCRITORIOS
	ESTANTERIAS
	IMPRESORAS
	MESAS
	ORDENADORES
	SILLAS
MOB. COMEDOR	CORTINAS
	DECORACIÓN
	ESTANTERÍAS
	LÁMPARAS
	MESAS
	PERSIANAS
	SILLAS
	SOFÁ/SILLÓN
	VENTILADOR
	INSTRUMENTO
	CUADROS
	FIGURAS SIMBÓLICAS
TELEVISOR	

Tabla 7.7 Listado de códigos de mobiliarios y equipamientos. Parte 2.

Fuente: Elaboración propia en colaboración de Alejandro Juan Martínez Pamies.

TIPO ENE	
MOB. DORMITORIO	ARMARIOS
	CAMA
	CESTO DE ROPA
	ESCRITORIO
	ESTANTERÍAS
	LÁMPARAS
	MESITA DE NOCHE
	SILLAS
	TELEVISOR
VENTILADOR	
MOB. OFICINA	ARMARIOS
	ESCRITORIO
	ESTANTERÍAS
	IMPRESORA
	MESAS
	ORDENADORES
	PAPELERA
	PERCHERO
	SILLAS
TABLÓN DE ANUNCIOS	
MOB. RELIGIOSO	TELEVISORES
	CUADROS
	FIGURAS SIMBÓLICAS
	CANDELABROS
	LÁMPARAS
	SILLAS
	BANCOS
INSTRUMENTOS	
MOB. SALÓN	ALFOMBRAS
	ARMARIOS
	CUADROS
	DECORACIÓN
	ESTANTERÍAS
	LÁMPARAS
	MESAS
	SILLAS
	SOFÁ/SILLÓN
	TELEVISOR
VENTILADOR	

Tabla 7.8 Listado de códigos de mobiliarios y equipamientos. Parte 3.

Fuente: Elaboración propia en colaboración de Alejandro Juan Martínez Pamies.

7.4 Identificación de niveles de riesgo

En este apartado se exploran los diferentes niveles de riesgo que pueden existir en los ENE según ciertos patrones. Se ha creado un código de colores que identifica los niveles de riesgo en los ENE del edificio para utilizarlos en el catálogo de fichas que se ha creado para este trabajo. El desarrollo del código de colores se ha realizado conjuntamente a las fichas, ya que mientras estas se creaban se iban averiguando los patrones que generaban los niveles riesgos.

Este tema es hasta cierto punto relativo e individual a cada caso específico, ya que cada edificio es único, por lo tanto, para identificar los niveles de riesgo que ocasionarían los diferentes ENE de un edificio durante un terremoto, realmente es necesario estudiar cada caso de manera individual. De todas formas, aunque esto no es algo que se cumpla de manera garantizada para cada caso, nos puede servir como guía para identificar los niveles de riesgo de los ENE.

Queda clarificar que, para simplificar la elaboración de este código de colores, se considerará cada ENE en el peor caso de fallo, provocando la fisuración, fragmentación o desprendimiento de dichos objetos.

7.4.1 Niveles de riesgo

Se utilizarán los colores verde, amarillo y rojo para identificar tres niveles de riesgo en los ENE: Nivel de riesgo bajo (verde), medio (amarillo) y alto (rojo).

Explicándolos a continuación:

7.4.1.1 Nivel de riesgo bajo (verde)

Los ENE asociados a este nivel suelen estar o ser:

1. Generalmente de poca masa, volumen y altura, en general de poco peso.
2. Apoyados sobre el suelo.
3. Anclados a los paramentos verticales y a poca distancia del nivel del suelo, aproximadamente a la altura promedio de una persona adulta (1,75 m).
4. No anclados en los techos.
5. Generalmente alejados de las zonas de tránsito, cercanas a los paramentos verticales, no obstaculizando el paso.
6. De base amplia y estable, resistiendo empujes horizontales con facilidad.
7. Elementos cuyo máximo peligro probable sea el de obstaculizar el paso en su vuelco.

8. Elementos que no generen fragmentos cortantes al dañarse.
9. Elementos que no liberen sustancias tóxicas al dañarse.
10. Elementos que no sean inflamables.
11. Elementos que no produzcan riesgos eléctricos.
12. Elementos que tengan probabilidad muy baja de generar atrapamiento si cayesen.

7.4.1.2 Nivel de riesgo medio (amarillo)

Lo que diferencia a este nivel del bajo es principalmente su ubicación y su disposición. Los mismos objetos del nivel de riesgo bajo dispuestos a mayor altura o en zonas donde habitualmente haya personas pueden resultar mucho más peligrosas.

Los ENE asociados a este nivel suelen estar o ser:

1. Generalmente de poca masa, volumen y altura. Si son elementos de masa y/o volúmenes grandes, no serán de mucha altura, con poca probabilidad de volcar y no estarán anclados al paramento vertical, sino apoyados en el suelo.
2. Anclados únicamente a los paramentos verticales y a una altura máxima de 2,5 m del nivel del suelo.
3. No anclados en los techos.
4. Ubicados en los laterales de zonas habitables, de tránsito principal o de salidas.
5. Elementos dispuestos de manera muy próxima entre sí que dificultan el paso a través de ellos en zonas de mucho aforo.
6. Elementos que tengan la posibilidad de caer sobre las personas u obstaculizar.
7. Elementos que no generen fragmentos cortantes al dañarse, aunque si se produjera este hecho en zonas donde no pasan personas, se podría considerar en este nivel.
8. Elementos que no liberen sustancias tóxicas al dañarse.
9. Elementos que no sean inflamables.
10. Elementos que no produzcan riesgos eléctricos.
11. Elementos que tengan probabilidad baja de generar atrapamiento si cayesen.

7.4.1.3 Nivel de riesgo alto (rojo)

Los ENE asociados a este nivel suelen estar o ser:

1. De mucha masa, volumen y altura
2. De poca masa, volumen y altura, pero ubicados en techos a una altura superior a 2 m.
3. Apoyados sobre el suelo.
4. Anclados a las paredes y techos en altura.
5. Ubicados a nivel del suelo o en cubierta.
6. Ubicados encima o en los laterales de zonas habitables, de tránsito principal o de salidas.
7. Elementos que tengan la posibilidad de caer sobre las personas u obstaculizar.
8. Elementos que generen fragmentos cortantes al dañarse.
9. Elementos que liberen sustancias tóxicas al dañarse.
10. Elementos que sean inflamables.
11. Elementos que produzcan riesgos eléctricos.
12. Elementos que vayan a generar atrapamientos si cayesen.

8 INTERVENCIÓN PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS ENE FRENTE AL SISMO

Existen algunas soluciones constructivas que nos permiten mejorar el comportamiento de los ENE frente a los movimientos o esfuerzos que se generan en ellos durante un sismo. Estas soluciones están pensadas para mitigar el riesgo y prolongar la funcionalidad de los ENE durante un sismo.

Para este apartado del trabajo se utilizará la *“Guía para la prevención de daños por sismo en centros escolares”* de MAPEI (2017) y *“The ATC-48 report, Built to Resist Earthquakes, The Path to Quality Seismic Design and Construction”* de Applied Technology Council y Structural Engineers Association of California (ATC/SEAOC) (1999) para proponer soluciones a algunos de los ENE del Colegio BIC.

En el Colegio BIC se han utilizado técnicas basadas en la guía de MAPEI (2017) para reparar la cúpula de la Sacristía y las bóvedas del segundo nivel del Claustro del Colegio y del Refectorio.

8.1 Identificación de las soluciones constructivas

La guía de MAPEI, en cuanto a los ENE, propone soluciones constructivas para *“cerramientos, tabiques, falsos techos y otros elementos secundarios con láminas”* en sus apartados S4-1 y 2.

De la ATC/SEAOC, se han podido encontrar soluciones o sistemas constructivos para ENE basados en sus documentos (ATC-48). Son detalles constructivos más genéricos en comparación a los de MAPEI, por lo que no presentan tanta rigurosidad en cuanto al empleo de materiales o técnicas de aplicación y por lo tanto su aplicación requiere de un estudio pormenorizado del elemento en cuestión y de sus características.

Dada la envergadura del edificio, se tratará de explorar la aplicación de las siguientes soluciones a: los cerramientos no estructurales de fábrica de ladrillo (identificados con nivel de riesgo alto por encontrarse en zonas de tránsito principales), a los falsos techos discontinuos y a los equipamientos apoyados sobre el suelo o un soporte.

Antes de adentrarse, es necesario aclarar que en el documento guía de MAPEI se detallan los productos comerciales específicos a los que se refieren los materiales que se mencionan en la parte de la aplicación del sistema, que no se mencionan en el siguiente apartado para simplificar la explicación. La prescripción de los sistemas para mejorar el

comportamiento de los ENE debe ser estudiada previamente para comprobar que son compatibles con éstos y de que proporcionan una eficacia juntamente con el comportamiento sísmico de su estructura.

8.1.1 Cerramientos

8.1.1.1 Para minimizar el riesgo de vuelco (MAPEI)

Según (MAPEI, 2017), para evitar el vuelco de los cerramientos, se recomienda el “uso de materiales compuestos fibrorreforzados de matriz inorgánica **MAPEI FRG SYSTEM**”. El sistema que proponen consiste en la conexión entre el cerramiento y la parte estructural del edificio en sus puntos de unión, reforzando así, la unión y evitando/prolongando el vuelco.

Se realiza principalmente a través del empleo de un mortero cementoso, mallas de fibra de vidrio y fibras de acero (“fioccos”), y se ayudan con otros elementos auxiliares. El conjunto total debería tener un espesor máximo de 5 cm.

Previo a la aplicación de cualquier producto, la superficie del soporte debe estar exenta de cualquier desperfecto y limpia, esto es para asegurar la adherencia. Una vez hecho esto, se moja el soporte hasta saturarlo, dejando sin agua a la superficie, y si el soporte fuera muy absorbente, recomiendan una imprimación “a base de resinas sintéticas en dispersión acuosa”. (MAPEI, 2017)

A continuación, se describe de manera resumida la aplicación del sistema según (MAPEI, 2017):

1. Aplicación de primera capa de mortero de 25 mm sobre las superficies que se desean conectar.
2. Aplicación de malla de fibra de vidrio, comprimiéndola con llana lisa sobre la superficie del mortero, solapándose 5 cm como mínimo entre mallas adyacentes.
3. Aplicación de segunda capa de mortero de 25 mm, enluciéndola con llana lisa y cubriendo completamente la malla.
4. Se deja secar el conjunto.
5. Se realizan agujeros (los que sean necesarios) de 18 mm de diámetro en el cerramiento y se retiran los residuos generados en el proceso.
6. Se cortan las fibras de acero que se vayan a usar a medida, y en su parte central, se impregna con estuco epoxídico con longitud igual a la del cerramiento. Después, se le espolvorea arena fina y seca. La longitud de las fibras de acero será de 30 cm + espesor cerramiento + 30 cm.

7. Dentro del agujero se realizan dos capas de imprimación epoxídica de consistencia líquida de fácil absorción y, estando fresca, sobre ella, se extiende estuco epoxídico.
8. Finalmente se insertan las fibras de acero con su impregnación de estuco epoxídico en sus partes centrales listas, dejándolas en el interior del cerramiento.
9. Se emplastecen con estuco epoxídico las extremidades de 30 cm, estando los filamentos de las fibras desplegadas sobre el soporte y, estando fresco se esparce arena fina y seca de cuarzo para facilitar adhesión de acabados posteriores.



Fig. 8.1 Unión de cerramiento con forjado a través del empleo de mortero cementoso, mallas de fibra de vidrio y fibras de acero.

Fuente: (MAPEI, 2017)

8.1.1.2 Para minimizar el riesgo de rotura (MAPEI)

MAPEI tiene un sistema constructivo llamado **MAPEWRAP EQ SYSTEM**, cuya función es la de “...aumentar el tiempo de evacuación de los edificios en caso de sismo.”. El sistema aporta un “...efecto de “contención” en los elementos típicamente afectados por mecanismos de rotura frágil...”, como son los cerramientos no estructurales de fábrica de ladrillo, sobre todo si se construyeron con anterioridad a las normativas sismorresistentes. Según (MAPEI, 2017) este sistema constructivo sirve para el refuerzo estructural de paramentos de albañilería, sean o no estructurales y, se pueden aplicar tanto en el interior como en el exterior de los paramentos y directamente sobre revoques existentes o no.

Los materiales principales que se usan para este sistema son un “adhesivo monocomponente al agua, ...a base de dispersión poliuretánica con bajísima emisión de sustancias orgánicas volátiles...”; mallas de fibra de vidrio con armadura bidireccional y

un “mortero de enlucido cementoso hidrófugo monocomponente, de granulometría fina, con endurecimiento normal, a base de aglomerantes especiales de alta resistencia, áridos seleccionados, aditivos y polímeros sintéticos en polvo”. (MAPEI, 2017)

Al igual que el sistema anterior, antes de comenzar con cualquier aplicación es necesario limpiar la superficie soporte de cualquier desperfecto (como restos de pintura o revoco) y polvo. Si existiera una capa de revoco, no sería necesario eliminarla únicamente si se encuentra en condiciones idóneas. Los revestimientos delgados de pintura, papel pintado o similares se eliminarán siempre. También se dejará la superficie lo más lisa posible, rellenando con materiales de características físicas similares a las originales si hubiera grandes huecos. La aplicación se debe hacer sobre el soporte limpio y seco. (MAPEI, 2017).

A continuación, se describe de manera resumida la aplicación del sistema según (MAPEI, 2017):

1. Aplicación de primera capa de adhesivo monocomponente al agua.
2. Extensión del tejido de fibra de vidrio inmediatamente después del paso anterior, dejándolo liso, sin pliegues y con solapes de 15 cm longitudinalmente y de 10 cm transversalmente entre los tejidos adyacentes.
3. Aplicación de segunda capa de adhesivo monocomponente al agua y compactándolo para permitir la penetración del adhesivo en las fibras del tejido.
4. Eliminar bolsas de aire con el rodillo correspondiente.
5. Una vez endurecido, como protección del conjunto, utilizar el mortero de enlucido cementoso hidrófugo monocomponente, de 3 mm por capa (máximo total 6 mm).



Fig. 8.2 Aplicación de adhesivo monocomponente, malla de fibra de vidrio y enlucido de mortero sobre la superficie del soporte.

Fuente: (MAPEI, 2017)

Este sistema constructivo se puede utilizar también en falsos techos continuos de escayola o yeso.

8.1.2 Falsos techos discontinuos (ATC-48)

Se han podido encontrar sistemas constructivos basados en documentos estadounidenses de FEMA y de ATC en conjunto con SEAOC, que proponen las mismas soluciones, por lo menos en cuanto a este apartado.

Según (ATC/SEAOC, 1999), existen métodos para mitigar los daños a los falsos techos suspendidos discontinuos durante un sismo. Estos son:

- Instalación de tirantes de alambre a 45 grados para arriostrar la retícula de perfiles metálicos del falso techo frente a movimientos horizontales.
- Instalación de postes (perfiles) de compresión metálicos verticales para arriostrarla frente a los movimientos verticales.
- Proporcionar juntas de separación en el perímetro para permitir el movimiento frente a los cerramientos o particiones que puedan aprisionar la retícula metálica.

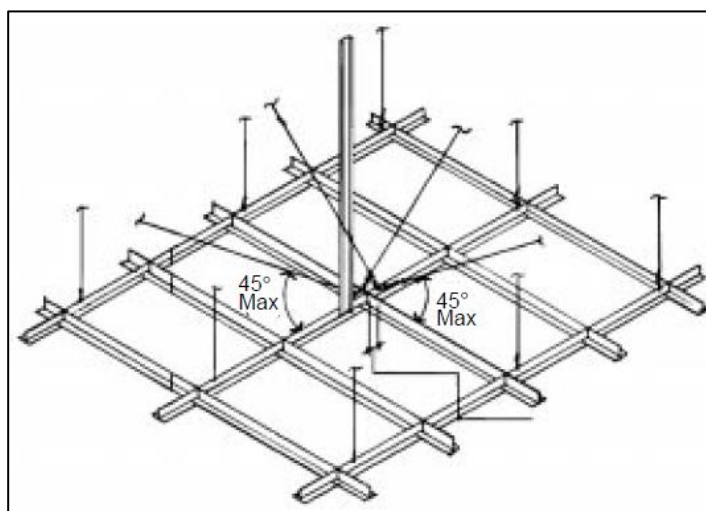


Fig. 8.3 Ejemplo de retícula de perfiles metálicos debidamente arriostrado, con el poste de compresión vertical y los tirantes de arriostramiento a 45 grados.

Fuente: (ATC/SEAOC, 1999)

8.1.3 Equipamiento montado sobre el suelo (ATC-48)

Según la (ATC/SEAOC, 1999) muchos equipamientos suelen estar montados en el suelo o el tejado, sobre todo se trata de equipamiento eléctrico y, a menudo, suelen ser grandes y pesados. Para ello nos dicen que existen diferentes métodos para prevenir el daño de estos elementos:

- Anclaje del equipamiento a la estructura sobre la que se apoya para resistir el deslizamiento o vuelco durante un sismo u otras fuerzas.
- Proporcionar amortiguadores sísmicos para equipamientos montados en aisladores de vibración.
- Proporcionar tuberías, conductos y conexiones flexibles que permitan acomodarse a los movimientos que se generan sobre el equipamiento.

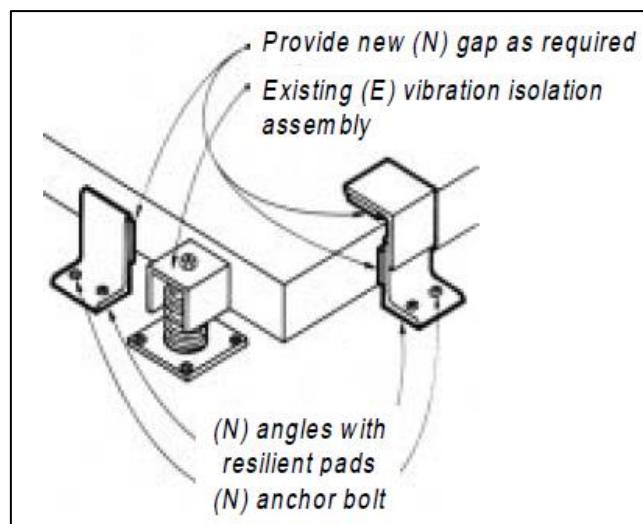


Fig. 8.4 Se muestra el anclaje de la base de un equipamiento a un soporte estructural a través de perfiles metálicos con juntas de goma, con un aislador de vibración previamente existente.

Fuente: (ATC/SEAOC, 1999)

9 CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido catalogar y valorar el riesgo del comportamiento de los ENE en las edificaciones. Tras la realización del trabajo, se ha hecho evidente una necesidad insatisfecha en España de contar con un documento guía oficial detallado sobre cómo mejorar el comportamiento de la gran variedad de ENE existentes en los edificios frente a los terremotos. También, durante la elaboración de este trabajo, ha resultado desafiante encontrar documentos nacionales que presentaran sistemas constructivos o medidas específicas a tomar para ello. Sin embargo, gracias a documentos como la guía FEMA E-74, se ha logrado comprender en gran medida como interactúan las fuerzas sísmicas con los edificios y sus consecuencias para una amplia variedad de ENE, basándose en experiencias reales de diferentes partes del mundo. Aunque existen documentos como el CTE que proporcionan medidas para que los ENE resistan los terremotos en obra nueva, reparaciones o reformas, estas medidas son una sección pequeña dentro del documento y no ofrecen una guía detallada que explique la interacción de los ENE con los terremotos, ni cubren la gran cantidad de ENE existentes. Sería necesario contar con una guía similar a la de FEMA, una guía práctica de aplicación específica para los ENE en edificios, como el caso estudiado en este trabajo.

Es de suma importancia documentar y realizar un seguimiento estricto de los ENE en los edificios antiguos, especialmente en los históricos como el Colegio BIC, con el fin de garantizar la máxima seguridad posible de las personas durante un terremoto y prevenir lo sucedido en Lorca. Tras la finalización de las fichas, se ha evidenciado la existencia de varios ENE vulnerables a caer en zonas donde hay presencia de personas o en áreas muy frecuentadas, especialmente en zonas de tránsito o paso. Aunque determinar la peligrosidad de los ENE es complejo debido a la gran cantidad de variables que hay, se ha basado en la experiencia de una gran variedad de informes sobre su comportamiento durante un terremoto. Tras analizar los ENE, queda claro que algunos por su estado físico actual (por deterioro y tamaño) y ubicación los convierten en elementos muy peligrosos que se deben tener en cuenta y que, la documentación detallada, similar a las fichas creadas, permiten realizar un seguimiento sistemático y visualizar la información relevante de cada ENE específico, lo que nos permite priorizar las intervenciones de acuerdo con la urgencia de cada elemento en particular.

El Colegio BIC se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, rodeado por varias fallas activas, entre las que destacan la falla del Bajo Segura (asociada a terremotos históricos significativos en Orihuela), que atraviesan el centro del término municipal de Orihuela, y la falla de Crevillente, que afecta a la zona norte. Según los métodos probabilísticos del PERCSV y deterministas del PAMRS, los posibles terremotos que podrían ocurrir en cualquier momento tendrían una intensidad superior a VI, lo que generalmente ocasiona daños, caídas o desprendimientos a los ENE. Han pasado más de 100 años desde el último terremoto (350 años desde el terremoto de 1673), y no estamos acercando al período de 500 años que, según dichos estudios, se asocia con intensidades de VII a VIII. Por lo tanto, como se mencionó anteriormente, la necesidad de realizar un seguimiento y documentación para futuras intervenciones en los ENE se vuelve más evidente, ya que existe la probabilidad de que el próximo terremoto en alguna de las fallas sea de magnitud elevada.

10 PROPUESTAS PARA FUTUROS TFG

Una de las principales frustraciones que he experimentado durante este trabajo ha sido la falta de garantía y certeza al buscar documentos que expliquen de manera clara y sencilla el comportamiento de los ENE ante los terremotos, así como las formas de mejorar su comportamiento frente al sismo y las variables que los afectan durante este tipo de fenómenos.

No existe una guía oficial, como menciono anteriormente, similar a la de FEMA en España, este documento no es una normativa, sino una guía práctica no destinada a personas técnicas según dice el documento, pese a ello, ha resultado inmensamente esclarecedor para llegar a comprender los patrones de comportamiento de los edificios y su influencia en los ENE, y viceversa. Aunque es probable que existan documentos que expliquen los temas que mencionaba, dichos documentos parecen estar dispersos y no de manera conjunta y centralizada. Considero que es fundamental contar con recursos claros y accesibles para aquellos que estudian carreras técnicas como Arquitectura Técnica, debido a la peligrosidad que representan los ENE si no se les da la debida importancia.

Con esta pequeña reflexión concluida, me gustaría proponer una posible línea de trabajo futura para un Trabajo de Final de Grado. Sería inmensamente valioso desarrollar una guía práctica de aplicación específica para los ENE en edificios, similar a la de FEMA E-74. Esta guía abordaría temas como el impacto de los movimientos

sísmicos en los edificios y en los propios ENE. Sería especialmente necesario contar con una guía para edificios históricos con estructuras murarias, aunque también sería igualmente relevante contar con una guía para edificaciones más modernas que utilizan pórticos de hormigón armado, metálicos o mixtos.

11 BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, P., & FERNÁNDEZ, C. (2019). *¿Cuántas placas hay en el planeta tierra?* Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT), 27(3): 246-256. <http://hdl.handle.net/10045/111357>
- ALVAREZ CACHEIRO, P. (2014). *Estudio de los elementos no estructurales y su comportamiento frente al sismo*. [Unpublished doctoral dissertation]. Universidad de Alicante.
- APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL & STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION OF CALIFORNIA ATC/SEAOC. (1999). *Built to resist earthquakes: ATC/SEAOC Training Curriculum: The Path to Quality Seismic Design and Construction*. Redwood City: ATC/SEAOC Joint Venture.
- BRAILE, L. (2004). *Seismic Wave Demonstrations and Animations 1*. Purdue University. <https://web.ics.purdue.edu/~braile/edumod/waves/WaveDemo.htm>
- CABAÑAS RODRÍGUEZ, L., CARREÑO HERRERO, E., IZQUIERDO ÁLVAREZ, A., MARTÍNEZ SOLARES, J., CAPOTE, R., MARTÍNEZ-DÍAZ, J., . . . MURPHY CORELLA, P. (2011). *Informe del sismo de Lorca del 11 de mayo de 2011*. Madrid, España: Instituto Geográfico Nacional. <http://hdl.handle.net/10261/62381>
- CEN. (2018). *UNE-EN 1998-1: 2018 Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación*. AENOR y COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN.
- DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO SÍSMICO. (1995). *Resolución de 5 de mayo de 1995, de la Secretaría de Estado de Interior, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico*. Boletín Oficial del Estado, (124). [https://www.boe.es/eli/es/res/1995/05/05/\(1\)/con](https://www.boe.es/eli/es/res/1995/05/05/(1)/con)
- FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY FEMA. (2012). *Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage - A Practical Guide (FEMA E-74)* (Cuarta ed.). Washington, DC, United States. https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management/building-science/publications?name=REDUCING&field_keywords_target_id=49441&field_document_type_target_id=All&field_audience_target_id=All

- GARCÍA-MAYORDOMO, J., MARTÍN-BANDA, R., & ALFARO, P. (2021). *Falla del Bajo Segura (complete onshore): ES621*. In: *Quaternary Active Faults Database of Iberia v.4*. - March 2022 (García-Mayordomo et al., eds.), IGME, Madrid.
- GARCÍA-MAYORDOMO, J., PEREA, H., ALFARO, P., & MARTÍN-BANDA, R. (2013). *Falla de Torreveja: ES616*. In: *Quaternary Active Faults Database of Iberia v.4*. - March 2022 (García-Mayordomo et al., eds.), IGME, Madrid.
- IGME. (2022). *Quaternary Active Faults Database of Iberia*. Retrieved 2023, from IGME web site: <https://info.igme.es/QAFI>
- IGN. (2023). *Instituto Geográfico Nacional*. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Retrieved 2023, from <https://www.ign.es/web/ign/portal/terremotos-importantes>
- INE. (2022). *Cifras oficiales de población de los municipios españoles en aplicación de la Ley de Bases del Régimen Local (art. 17)*. Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2856#!tabs-tabla>
- INE. (s.f.). *Consulta y Certificación de Bienes Inmuebles*. Instituto Nacional de Estadística. <https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?del=3&mun=99&UrbRus=U&RefC=0679901XH8107N0001SP&Apenom=&esBice=&RCBice1=&RCBice2=&DenoBice=&from=nuevoVisor&ZV=NO&anyoZV=>
- MAPEI. (2017). *Guía para la prevención de daños por sismo en centros escolares*. Valencia: Instituto Valenciano de la Edificación.
- MARTÍNEZ SOLARES, J. M., & BATLLÓ ORTIZ, J. (2017). *Terremotos de la Vega Baja del Segura*. *Física de la Tierra*, (29), 121-134. <https://doi.org/10.5209/FITE.57600>
- MOLINA, S., GINER, J. J., & JÁUREGUI, P. (2004). *Tamaño de los terremotos: intensidad y magnitud*. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (1), 99-107. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/106545>
- NCSE-02. (2002). *Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)*. Boletín Oficial del Estado, (244), 35898-35967. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2002/09/27/997>

- NGDC. (2009). *Natural Hazards Slide Sets*. National Geophysical Data Center (NGDC), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), U.S. Department of Commerce.
https://data.noaa.gov//metaview/page?xml=NOAA/NESDIS/NGDC/MGG/Hazard_Photos/iso/xml/33.xml&view=iso2faq/FAQ_ISO&altview=none
- NTC-18. (2018). *Norme tecniche per le costruzioni*. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Roma: Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, (42), p. 207-288.
- PAMRS. (2021). *Plan Actuación Municipal frente al Riesgo Sísmico de Orihuela*. Ayuntamiento de Orihuela, Orihuela. <https://www.orihuela.es/bienestar-social-juventud-sanidad-y-seguridad/proteccion-civil/planes-de-emergencia/>
- Patrimonio Cultural. (s.f.). *Ficha inmueble Convento de Santo Domingo*.
<https://eduwp.edu.gva.es/patrimonio-cultural/ficha-inmueble.php?id=1717&lang=es>
- PERSCV. (2011). *Decreto 44/2011, de 29 de abril, del Consell, por el que aprueba el Plan Especial frente al Riesgo Sísmico en la Comunitat Valenciana. [2011/5012]*. Diario Oficial de la Comunitat Valenciana, (6512). <https://dogv.gva.es/es/eli/es-vc/d/2011/04/29/44/>
- PGS-1. (1969). *Decreto 106/1969, de 16 de enero, por el que se aprueba la aplicación de la «Norma sismorresistente PGS-1 (1968), parte A»*. Boletín Oficial del Estado, (30), 1685-1675. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1969-148>
- PUJOL, S., & RODRÍGUEZ, M. (2019). *Evaluación del comportamiento de muros no estructurales en edificios de la Ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017*. Ingeniería Sísmica, (101), 53-66.
<https://doi.org/10.18867/ris.101.529>
- SÁNCHEZ PORTAS, J. (2003). *El Patriarca Loazes y el Colegio Santo Domingo de Orihuela*. Orihuela: Caja Rural Central. <http://hdl.handle.net/10045/110067>

12 GLOSARIO DE TÉRMINOS

En este apartado se aportan definiciones sobre los términos más importantes de los terremotos. Las definiciones están extraídas directamente del Anexo III de la (Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico, 1995):




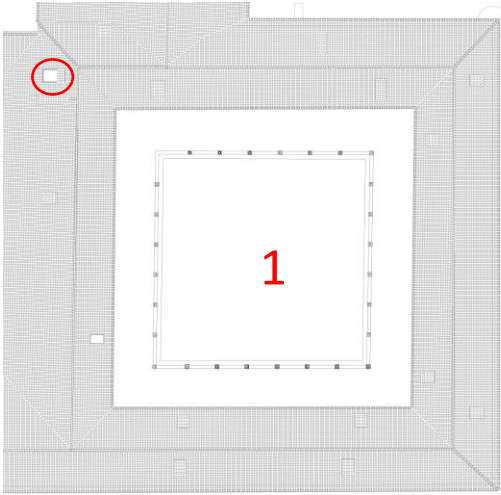
- **Aceleración sísmica:** *Aceleración del movimiento del terreno producido por las ondas sísmicas generadas por un terremoto.*
- **Cartografía oficial:** *La realizada con sujeción a las prescripciones de la Ley 7/1986, de Ordenación de la Cartografía, por las Administraciones Públicas o bajo su dirección y control.*
- **Coordenadas hipocentrales:** *Son las coordenadas del foco sísmico. Están formadas por las coordenadas epicentrales y la profundidad focal.*
- **Elementos en riesgo:** *Población, edificaciones, obras de ingeniería civil, actividades económicas y servicios públicos que se encuentren en peligro en un área determinada.*
- **Epicentro:** *Proyección del hipocentro sobre la superficie terrestres.*
- **Hipocentro [o foco]:** *Punto donde se produce el terremoto.*
- **Intensidad sísmica:** *Número escalado que indica los daños o efectos de un terremoto en un lugar determinado sobre las personas, estructuras y material terrestres. La escala utilizada en Europa y la oficial en España es la MSK (actualmente es EMS), con grados de I a XII.*
- **Isosista:** *Línea que une puntos de igual intensidad sísmica.*
- **Magnitud:** *Cuantificación de la energía liberada por un terremoto basada en la medida instrumental de la amplitud de las ondas sísmicas. Hay diferentes escalas dependiendo del tipo de onda medida. La más utilizada es la escala de Richter.*
- **Método determinista:** *Método de cálculo de la peligrosidad sísmica basado en la hipótesis de que la sismicidad futura será igual que la ocurrida en el pasado.*
- **Método probabilista:** *Método de cálculo de la peligrosidad sísmica basado en que, conocida la sismicidad pasada, se pueden establecer las leyes estadísticas que definen los fenómenos sísmicos de una zona.*
- **Método zonificado:** *Método de cálculo de la peligrosidad sísmica en el que se consideran las fuentes sismogénicas, es decir, zonas de características sismotectónicas comunes.*

- **Movilización:** Conjunto de operaciones o tareas para la puesta en actividad de medios, recursos o servicios que hayan de intervenir en emergencias.
- **Peligrosidad sísmica:** Probabilidad, en términos no siempre estrictamente matemáticos, de que en un intervalo de tiempo y como consecuencia de la sismicidad y del medio de propagación de las ondas sísmicas, se supere en determinada zona un valor del parámetro (I , a , etc.) que nos mida el movimiento del suelo.
- **Período de retorno:** Es la inversa de la probabilidad anual.
- **Profundidad focal:** Profundidad a la que se produce un terremoto.
- **Réplicas:** Terremotos que siguen al terremoto principal de una zona y ligados genéticamente con él.
- **Riesgo sísmico:** Número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y alteración de la actividad económica debido a la ocurrencia de terremotos.
- **Vulnerabilidad sísmica:** Es el grado de pérdida de un elemento en riesgo dado, expresado en una escala de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total), que resulta de la ocurrencia de un terremoto de una determinada magnitud.

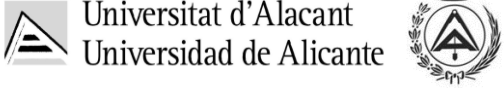

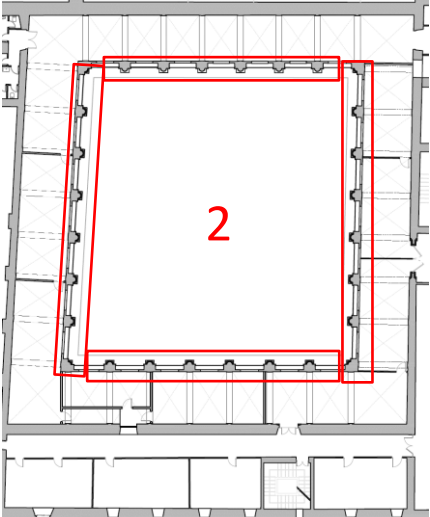
13 ANEXO

13.1 Catálogo de fichas de identificación y clasificación de los ENE




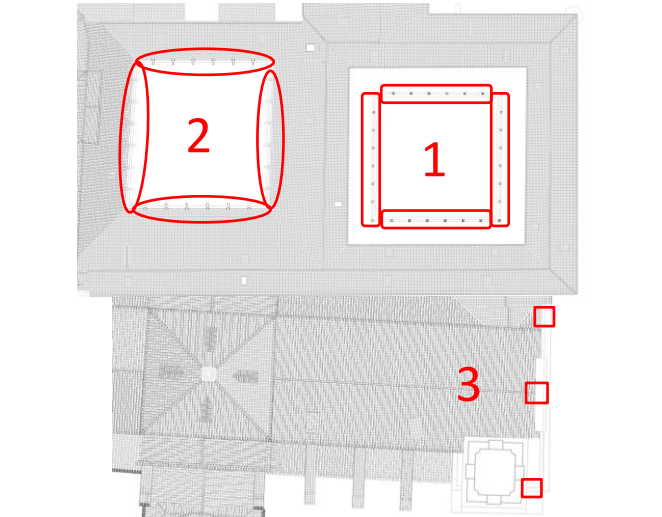
13.1.1 Ficha 1

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 1 – ZONA 1		CÓDIGO: CUB_INS_VENT_NET	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Tubería metálica de ventilación con sombrero giratorio, posiblemente de acero inoxidable. Sobresale por lo menos un metro del plano de la cubierta. Relativamente ligero, dúctil y de gran esbeltez en relación con su diámetro.</p>		<p>La tubería se localiza en la cubierta de la zona 1, al extremo noroeste, en la zona marcada, sobre alguna plataforma construida.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>La ductilidad posibilita su capacidad de resistir esfuerzos horizontales, absorbiéndolos ligeramente, pero su gran esbeltez hace que probablemente se genere un momento que haga ceder al elemento y finalmente vuelque.</p> <p>Si cae, probablemente lo haría sobre el patio de la zona 2 (debido a la pendiente) y en el peor de los casos, cerca del área de recreo infantil de la zona 5.</p>		<p>MEDIO</p> <p>El peligro principal es la caída directa sobre personas, o de manera muy extraña, sobre alguna ventana, rompiéndola y generando fragmentos peligrosos. Si cayese sobre el patio de la zona 2, lo podría hacer sobre alguien, ya que, en caso de pánico, es una posible área de refugio, al estar abierto, cercano a los pasillos y alejado mínimamente del edificio.</p> <p>Pese a que está ubicado en cubierta, se considera de riesgo medio al no ubicarse sobre una zona de tránsito principal.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Ni la tubería, ni el sombrero parecen presentar síntomas de oxidación, por lo que su resistencia sería óptima, suponiendo que todo se encuentra correctamente anclado. Se podría considerar que se encuentra en buen estado de conservación.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que el elemento se encuentra debidamente anclado y las piezas unidas entre sí. - Asegurar que los materiales no presentan oxidación. - Colocación de algún tirante para evitar el vuelco. 	



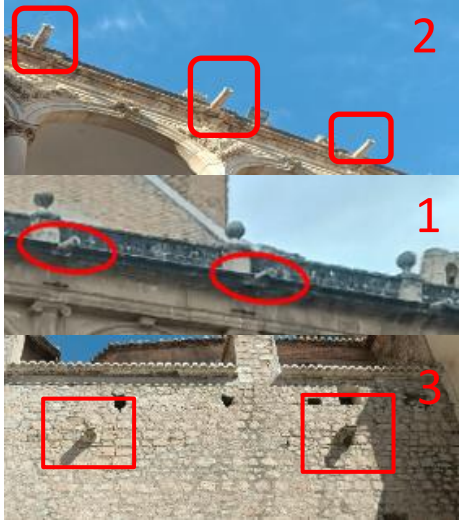
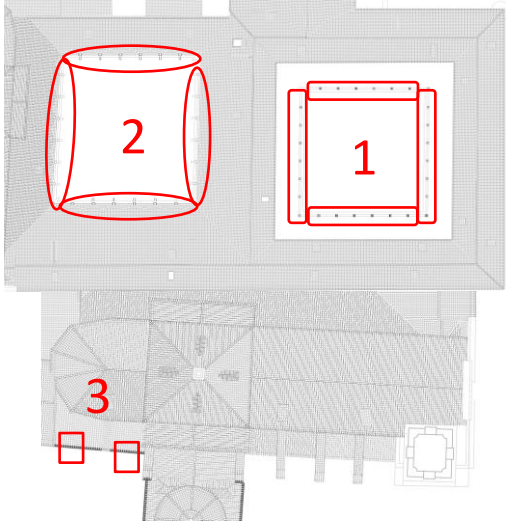
13.1.2 Ficha 2

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 2 – ZONA 2	CÓDIGO: FAI_EA_VNT_VDR	
		
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Ventanas de vidrio no modificado, con carpinterías de madera rectangulares y circulares en la fachada.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Se ubican a lo largo del perímetro de toda la fachada interior de la zona 2, en el Claustro del Colegio, a la altura de la planta primera, en el área marcada.</p>	
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Las carpinterías y los vidrios serían sensibles principalmente a vibraciones y al aplastamiento. Si los movimientos sísmicos llegaran a generar deformaciones en la fachada, las fuerzas podrían viajar hasta los puntos débiles como los huecos de ventana, pudiendo llegar a romper el vidrio y caer sobre el suelo de la zona 2.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO ALTO</p> <p>Son muchas las ventanas que hay en esta zona, son elementos altamente cortantes y muy peligrosos al caer, generando fragmentos que saltarían en cualquier dirección. Si bien esta zona no es una de tránsito principal, es posible que se busque como refugio en caso de pánico, al ser un espacio abierto y de más fácil acceso que la salida principal para personas cercanas al patio, en ese caso sería altamente peligroso.</p> <p>Debido al gran número de ventanas y que se encuentran en todo el perímetro de la zona, se considera de riesgo alto.</p>	
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>No se ha podido observar ningún deterioro en los vidrios y la madera presenta ligeros síntomas de desgaste en el color en su capa de protección.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar estos vidrios con unos templados que no rompan en fragmentos peligrosos. - Revisar el estado de los vidrios y ver si están correctamente unidos a las carpinterías. 	

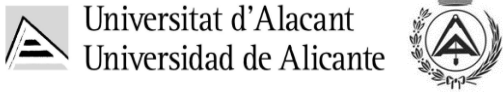

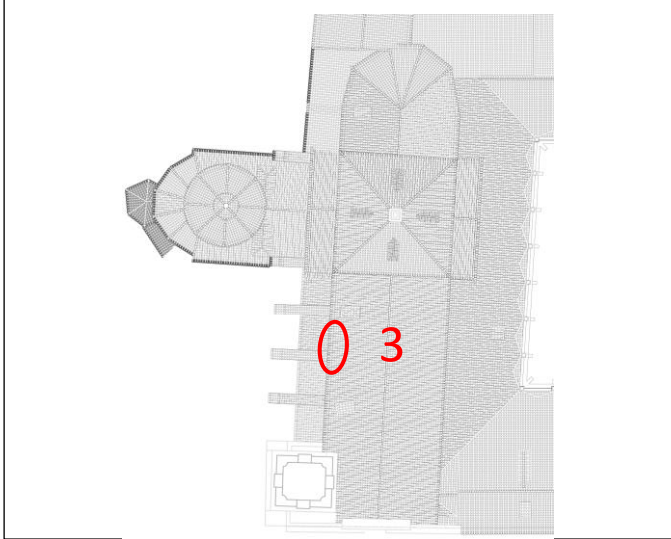
13.1.3 Ficha 3

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO	 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 3 – ZONA 1, 2 y 3	CÓDIGO: CUB_EA_FIGP_PNAT	
		
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Pináculos de piedra en antepechos de cubierta, estos ENE originalmente estaban "anclados" con algún mortero. Actualmente esta unión se encuentra deteriorada en algunos de estos elementos, por lo que su intervención es urgente. El material es probablemente una roca sedimentaria, concretamente piedra caliza.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Estos elementos se han podido observar en las zonas 1, 2 y 3, en los perímetros de la cubierta, en los antepechos. Se ubican específicamente en las zonas marcadas.</p>	
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Son elementos de masa considerablemente alta y su ubicación en altura aumenta su peligrosidad. Los de la zona 1 y 2 no son esbeltos, pero el área de su base es inferior a la parte superior, haciéndolos inestables. Los de la zona 3 son esbeltos. Un empuje horizontal podría generar un momento de fuerza que supere el límite de rotura del material y, si es en dirección perpendicular a sus fachadas, caerían directamente al suelo o sobre las personas. A esto se le añade su unión deteriorada, que aumenta las probabilidades de caída.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO</p> <p style="text-align: right;">ALTO</p> <p>Son especialmente peligrosos los pináculos de la zona 3, que caerían directamente sobre una zona de tránsito, siendo ésta la calle que enfrenta la fachada sur. Los de las zonas 1 y 2 caerían sobre los patios en todas las direcciones, que podrían ser zonas de refugio al ser espacios abiertos y de fácil acceso.</p> <p>Se consideran de riesgo alto por caer directamente por zonas de tránsito (zona 3) y por su gran cantidad, que rodean todo el perímetro de los claustros (zona 1 y 2).</p>	
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>Los pináculos de la zona 3 aparentemente se encuentran en mejor estado que los de la zona 1 y 2, por lo menos superficialmente. Es muy probable que el material de unión de la mayoría del remate/pináculos se encuentren en un estado muy deteriorado, pudiendo haberse arenizado por posibles filtraciones de agua cargadas de sal. Uno de los pináculos de la torre de la iglesia no se encuentra en su lugar original.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posible introducción de barras de acero para anclarlas, idealmente, a la estructura, o sino a los antepechos, teniendo en cuenta de que también habría que anclarlos a la estructura. - Posible restauración con un mortero específico y adecuado para la unión de las cabezas con los antepechos, tomando las medidas necesarias para su correcta unión. 	

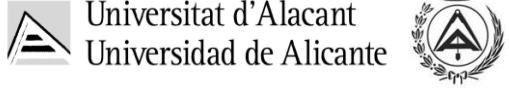
13.1.4 Ficha 4

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO	 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 4 – ZONA 1, 2 y 3	CÓDIGO: FAI_EA_FIGP_PNAT	
		
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	
<p>Gárgolas de piedra natural destinadas a evacuar el agua que se extienden aproximadamente 30-40 cm hacia el exterior. Se observan manchas abundantes en las gárgolas de la de zona 1 y, en menor medida los de la zona 3. El material es probablemente una roca sedimentaria, concretamente piedra caliza.</p>	<p>Se han podido localizar en tres zonas diferentes, en las zonas 1 y 2 se encuentran adjuntas a las cornisas al nivel de la cubierta y en de la zona 3, se encuentran al extremo noroeste, en la fachada poniente. Se ubican específicamente en las áreas marcadas.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	NIVEL DE RIESGO	ALTO
<p>Son elementos volados, pequeños, pero de masa considerable. En caso de encontrarse deteriorada la unión de este elemento con la fachada o la cornisa, cualquier movimiento o empuje haría que estos cayesen directamente sobre el suelo.</p>	<p>Son elementos en altura y pequeños, pero pesados, que pueden caer directamente sobre las personas. Las de la zona 1 podrían ser las más vulnerables por el deterioro que provoca la acidificación de las plantas menores, finalmente disminuyendo su resistencia. En términos de localización, las zonas 1 y 2 serían las más peligrosas porque caerían al patio de los claustros, que podrían ser un lugar de refugio al ser espacios abiertos, también rodea todo el perímetro de los patios, por lo que aumentan las probabilidades de caer sobre las personas. El nivel 3 se encuentra abierto al público y es el menos peligroso. Por estas razones se consideran ENE de riesgo alto.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN	MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Los de la zona 1 se encuentran con manchas por plantas menores que podrían deteriorar la piedra, al ser de piedra caliza (sedimentaria) esta es vulnerable a los ácidos en frío, por lo que la exposición a estas plantas con el paso del tiempo seguramente la hayan deteriorado, disgregándola y disminuyendo sus propiedades físicas, sobre todo si se produce este fenómeno cerca de la unión de las gárgolas con el elemento al que está anclado. Esto aumenta su riesgo frente a los daños que provocarían un sismo. Las demás se observan en mejores condiciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza con los productos correspondientes de las gárgolas en la zona 1 para eliminar los hongos. También comprobar las de las zonas 1 y 2. - Anclar todas las gárgolas a algún elemento resistente de la fachada mediante la introducción de barras de acero. 	




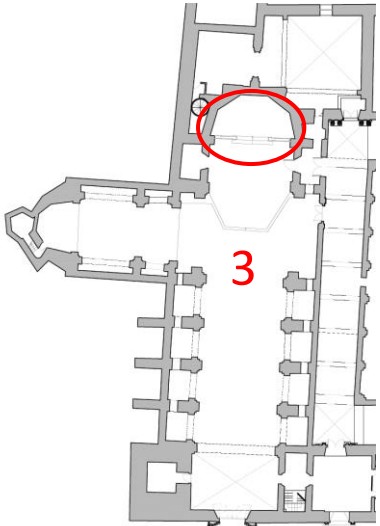
13.1.5 Ficha 5

<p>CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO</p>	
<p>ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 5 – ZONA 3</p>	<p>CÓDIGO: FAO_EA_TJA_CRMC</p>
	
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Tejas cerámicas en cubierta del Colegio BIC. Se observa el desprendimiento de parte del cerramiento junto con partes de teja, este suceso ha ocurrido durante el año 2023.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Las tejas rotas se ubican en la cubierta, en el alero de la fachada poniente, al lado izquierdo del contrafuerte intermedio, específicamente en el área marcada de la zona 3.</p>
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Los terremotos pueden generar movimientos en el edificio haciendo que el mortero que agarra las tejas se desprenda de este, de manera que en ese momento o en el futuro las tejas caigan porque no están sujetas por nada.</p> <p>Es conocido que específicamente en la zona de la torre de la fachada poniente, ha habido asientos diferenciales por problemas de cimentación, ya que el debajo del terreno existen escorrentías subterráneas, esto además de otros problemas por humedades, acrecientan el peligro de esta área en caso de sismo.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO ALTO</p> <p>Son especialmente peligrosas las tejas de los aleros, ya que muchas suelen ubicarse encima de zonas de paso frecuentes. Son elementos pequeños, pero pesados, que ubicados en altura pueden provocar la muerte si cae sobre alguien, además de romper en fragmentos que saltarían en cualquier dirección.</p> <p>Es importante remarcar que estos fragmentos se cayeron por algún problema anterior, posiblemente se hayan generado filtraciones que hayan disgregado el material de agarre y, por lo tanto, lo hayan debilitado y a consecuencia de algún empuje, se han caído. Es un edificio antiguo y se desconoce cuántos aleros pueden padecer de circunstancias similares.</p> <p>Por estos motivos las tejas en los aleros, y especialmente los dañados como en esta fotografía se consideran de riesgo alto.</p>
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>Las tejas de esta zona se encuentran en especial deterioradas, probablemente se hayan producido por filtraciones de agua diluidas con sal del entorno que hayan arenizado el mortero de agarre de las tejas, dejando así la teja suelta. Lo mismo para el cerramiento de ladrillo, además de las fisuras generadas posiblemente por los asentamientos del terreno.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar el estado de las tejas, su unión con el mortero y la presencia de las tejas. - Si existen fisuras vivas supervisarlas y controlarlas. - Reparar con mortero de cal las zonas en las que sea posible.




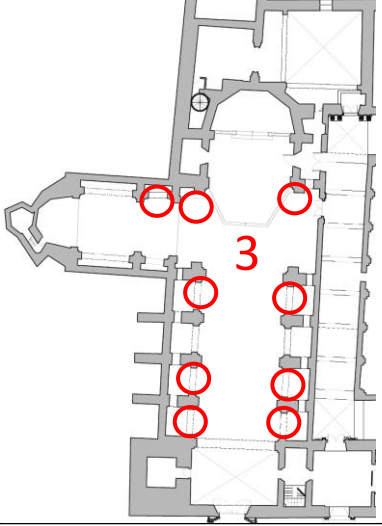
13.1.6 Ficha 6

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 6 – ZONA 3	CÓDIGO: CUB_EA_ESPD_CRMC	
		
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	
<p>Espadaña de mampostería de ladrillo en desuso, solía sostener una campana. Se encuentra aislado de cualquier elemento estructural en sus laterales y se encuentra actualmente desplomado. Se apoya sobre el forjado de cubierta que se encuentra encima de la Capilla Mayor.</p>	<p>Se localiza en la cubierta de la zona 3, en la zona norte de la cúpula de la iglesia. Específicamente en el área marcada.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	NIVEL DE RIESGO	ALTO
<p>Debido a su masa, su falta de anclaje y su contexto espacial, supone un elemento fácilmente abatible ante cualquier fuerza horizontal en dirección EO-OE. Hasta el momento no ha caído, debido que las fuerzas probablemente hayan venido en dirección paralela a su lado más largo (NS-SN).</p>	<p>Si bien este elemento no se encuentra cerca de una zona de tránsito, se ubica encima de una zona donde frecuentemente hay personas, por lo tanto, debido a que se encuentra en un estado muy vulnerable, sin elementos que lo sostengan, a su gran masa y a su desplome, este ENE sería de peligro muy alto y su intervención inmediata es necesaria para prevenir riesgos.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN	MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>El estado de conservación a simple vista no parece ser el mejor, ya que el ENE ha sido abandonado, no cumple con su propósito original de sostener una campana y se encuentra aislado de cualquier elemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Empleo de tirantes que lo aten a un elemento estructural para evitar el vuelco. - Anclar directamente la espadaña a la estructura a través de barras de acero. 	




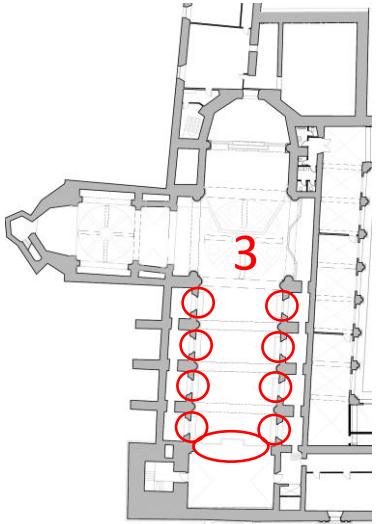
13.1.7 Ficha 7

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 7 – ZONA 3		CÓDIGO: INT_MEQ_REL_MET; INTE_EA_FIG_PNAT; INT_EA_ALTR_PNAT	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>En esta imagen se observa una mezcla de varios ENE. De entre todos, destacan la presencia de candelabros, figuras de piedra pintadas y altorrelieve. El altorrelieve forma parte del paramento vertical, mientras que los demás ENE están sujetos mediante un elemento de conexión. Los santos parecen estar anclados en su base y su cara trasera, mientras que los ángeles solo en su base. El resto estarían sujetos a través de algunos anclajes.</p>		<p>Todos los elementos se localizan principalmente en el paramento vertical de la capilla mayor, formando parte del paramento en sí o anclados mediante un material u objeto como elemento de interconexión. Se encuentran específicamente en la zona marcada de la zona 3.</p> <p>Los ángeles en la parte superior, los santos en la parte intermedia y los candelabros inmediatamente debajo suya.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Ante un terremoto podrían generarse fisuras o desprendimientos en el altorrelieve. Los candelabros, sujetos mediante cadenas, podrían balances y caer. Las figuras de piedra, según el estado actual de los anclajes y del material, podrían desprenderse parcial o totalmente (como se remarca en el estado de conservación), son elementos pesados y esbeltos.</p>		ALTO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Se observa la ausencia de una cabeza de los santos (el marcado con un rectángulo) por posible desprendimiento ante empuje horizontal, deterioro del material o simplemente por reparación. Toda esta fachada interior se pintó en el pasado, por lo que el estado de algunos elementos estaría oculto.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Comprobar el estado actual de la sujeción de las figuras de piedra. - Si presentan deterioro se podrían introducir barras de acero para anclarlas a la ménsula que las soporta. - Como alternativa menos destructiva se podrían utilizar morteros específicos para su reparación. - Quitar los candelabros o reposicionarlos en una zona menos elevada. 	



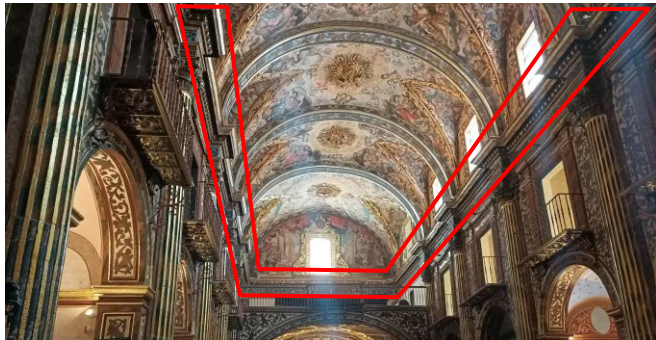
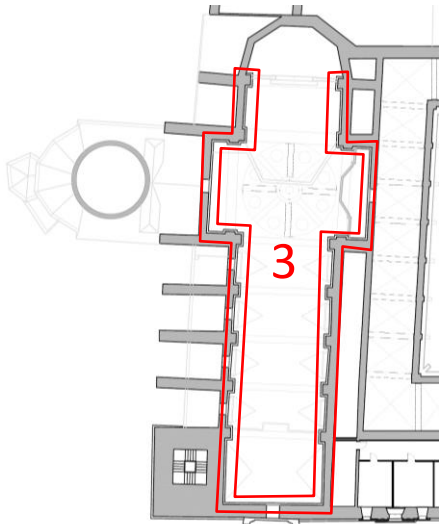
13.1.8 Ficha 8

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 8 – ZONA 3		CÓDIGO: INT_MEQ_REL_POL/MET	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Se han observado nueve televisores elevados a través de una pieza metálica vertical de aproximadamente 2 m apoyados sobre una base amplia de tamaños intermedios.</p>		<p>En el interior de la iglesia, en la zona 3, específicamente en las áreas marcadas.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>ENE susceptible al vuelco o desplazamiento ante los movimientos superficiales del terreno. Los televisores tienen una base de área grande para evitar el vuelco, pero su debilidad es la altura.</p>		MEDIO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Estos ENE son independientes al edificio, por lo que por lo general se mantienen en buen estado, limpios y sin síntomas de que muestren deterioro.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Posible sujeción de los televisores al paramento vertical. - Disminuir su cantidad. - Alejarlos de los recorridos. - Disminuir su altura. 	

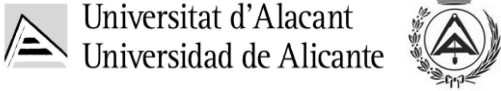
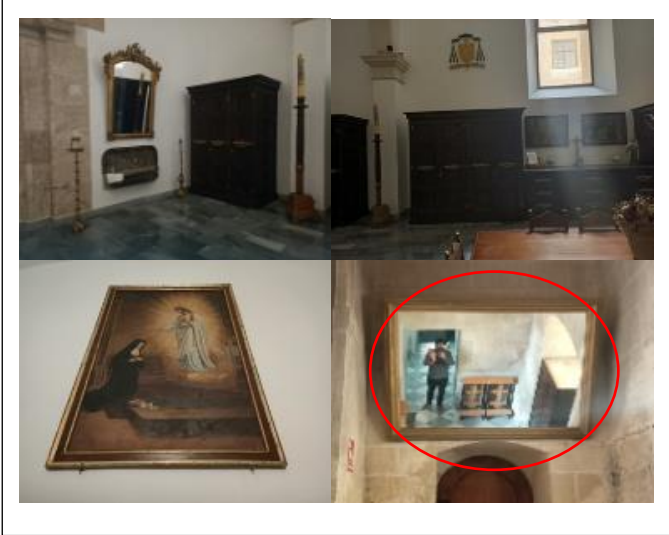
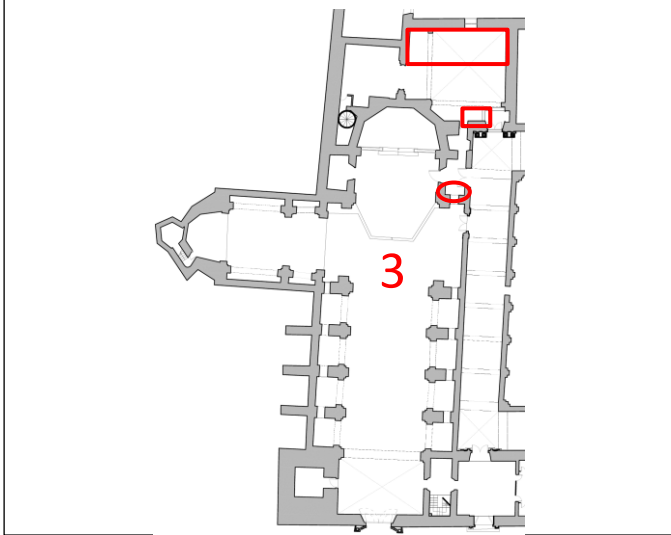
13.1.9 Ficha 9

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 9 – ZONA 3		CÓDIGO: INT_EA_BAR_MET	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Barandillas metálicas colocadas en altura, la fachada poniente sufre asentamientos por problemas en el terreno, por lo tanto, toda esta parte, estructuralmente es vulnerable, esto le afecta a la planta alta en la que se ubican estas barandillas. Se encuentra especialmente arqueada la parte sur, y también tiene barandillas.</p>		<p>Las barandillas se ubican en la planta primera de la iglesia, próximas a la entrada sur, se encuentran encima de las hiladas de bancos, en sus extremos hacia los muros, aunque no directamente sobre ellas. Se ubican específicamente en las áreas marcadas.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>No son elementos muy pesados, ni de gran volumen, están anclados a partes de la estructura muraria y a su soporte, por lo que seguramente sean capaces de soportar los esfuerzos que le acometan, probablemente fallen antes los soportes sobre los que se anclan horizontalmente. En caso de que cayesen, podrían causar daños importantes, incluso podrían matar a alguien, además de obstaculizar el paso.</p>		MEDIO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>La fachada poniente sufre de asientos de cimentación y toda la zona donde se encuentran las barandillas está desnivelada, las barandillas se encuentran en buen estado aparentemente, pero su soporte no.</p>		<p>En cuanto a los ENE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar que los anclajes a sus soportes resistentes están en buenas condiciones. - En caso de no estarlo, realizar las reparaciones necesarias, asegurando su adecuado anclaje y soporte de cargas correspondiente. 	




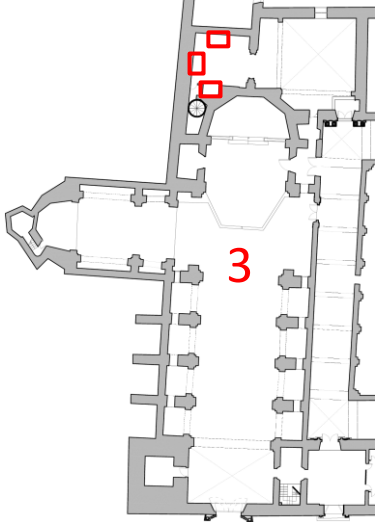
13.1.10 Ficha 10

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 10 – ZONA 3		CÓDIGO: INT_EA_COR_PNAT	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Cornisas de piedra natural pintadas durante la última restauración, estarán desniveladas por el asiento de la fachada poniente por el terreno, lo que probablemente haya generado fisuras en toda la zona.</p>		<p>Estas cornisas se encuentran en todo el perímetro interior de la iglesia, en la zona 3, en las áreas marcadas. Las que se ubican en las zonas de los bancos, al igual que las barandillas, se encuentran próximas a los extremos de los bancos o cerca del perímetro.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Es posible que se produzcan desprendimientos de fragmentos de cornisa durante un terremoto, especialmente en las esquinas, ya que son puntos en los que confluyen las fuerzas, además de las posibles fisuras que se hayan generado por los asientos que la han debilitado aún más.</p>		ALTO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Es difícil observar desperfectos desde la planta baja, además la pintura podría estar tapando fisuras o grietas existentes. Aparentemente se mantiene bien.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Lo primero sería observar si existen fisuras vivas. - En caso de haberlas seguirlas y tratar de controlarlas. - Para aumentar su resistencia y unión se podrían utilizar morteros de reintegración en base cal, con refuerzo de mallas de fibra de vidrio. 	

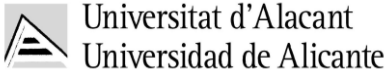

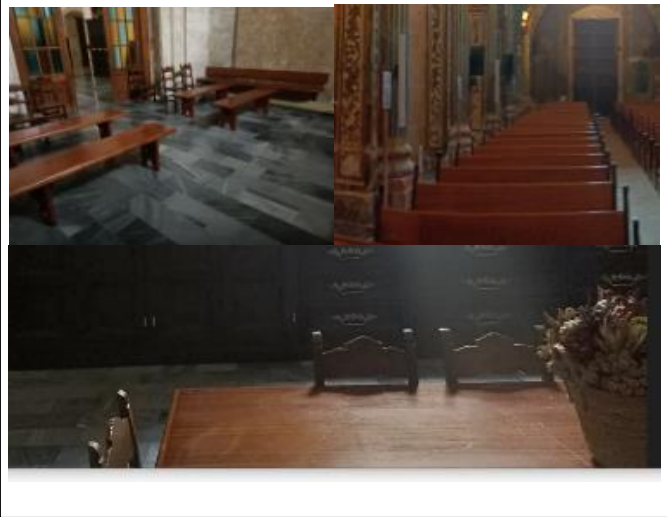
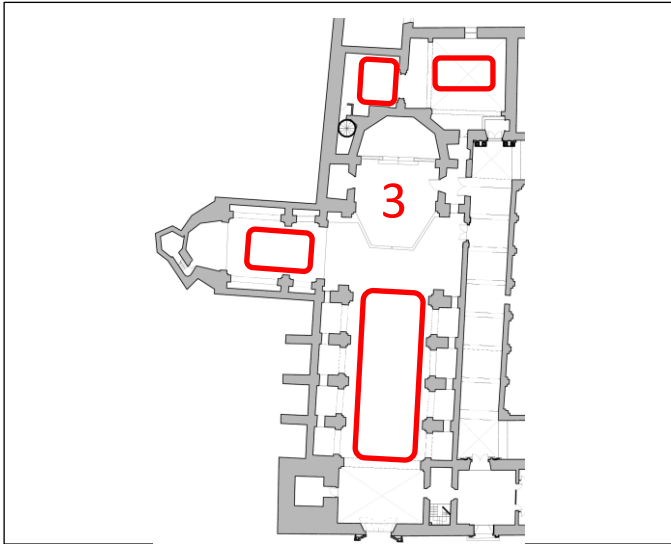
13.1.11 Ficha 11

<p>CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO</p>			
<p>ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 11 – ZONA 3</p>	<p>CÓDIGO: INT_MEQ_REL_MAD</p>		
			
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>En esta habitación hay varios elementos comunes en zonas habitables, tales como armarios, espejos, cuadros, mesas y sillas. Los cuadros están sujetos en sus cuatro esquinas mediante anclajes en la pared, los espejos están inclinados desde su zona superior, sujetos mediante algún tipo de tirante o anclaje. El resto de los elementos no se ha podido observar ningún anclaje. Por lo general la zona está despejada y con suficiente espacio para moverse sin obstáculos.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Este conjunto de ENE se encuentra en la pequeña habitación adjunta a la iglesia (sacristía), en la zona noreste de la zona 3. Todos los objetos se encuentran a nivel de planta en el suelo o colgados en la pared.</p>		
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Las mesas y sillas son los más seguros de entre todos por su base más estable. Las mesas pueden ser un elemento de refugio incluso. Estos podrían deslizarse principalmente y su posibilidad de vuelco es baja.</p> <p>Los armarios son fácilmente abatibles ante cualquier temblor o empuje horizontal de un sismo, dada su esbeltez.</p> <p>Los cuadros y espejos son elementos sujetos mediante anclajes insertados en la pared, es más difícil que caigan.</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO</td> <td style="background-color: yellow; text-align: center;">MEDIO</td> </tr> </table> <p>Los armarios tienen un nivel de riesgo alto por su volumen, peso y facilidad de vuelco. Si caen pueden causar atrapamiento u obstaculizar el paso al ser elementos grandes y pesados.</p> <p>Los cuadros y espejos son de gran volumen, con marcos de madera pesados, en su situación actual las probabilidades de caer son bajas, pero al estar a cierta altura, si cae, podrían ser dañinos, especialmente el gran espejo.</p> <p>Las mesas y sillas un nivel bajo, siempre pueden obstaculizar, pero pueden servir de refugio también.</p> <p>No son elementos en altura, pero si llegan a ser pesados y de volumen medio, pero en general no es una zona muy habitada y está cerrada al público. Por estos motivos se considera de riesgo medio.</p>	NIVEL DE RIESGO	MEDIO
NIVEL DE RIESGO	MEDIO		
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>Los elementos se encuentran en buen estado físico. No se han podido comprobar el estado de los anclajes de los espejos por su falta de visibilidad.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anclaje de los armarios a los paramentos verticales para evitar el vuelco. - Comprobar el estado de los anclajes de los espejos. 		

13.1.12 Ficha 12

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 12 – ZONA 3		CÓDIGO: INT_MEQ_REL_MAD	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Figuras de madera ancladas a la pared y otra apoyadas sobre el suelo. Se desconoce si son huecas en su interior o macizas.</p>		<p>Las figuras se ubican en la resacristía, adjunta a la sacristía o en una habitación adjunta a la iglesia, que se ubica en la zona noroeste de la zona 3, específicamente en las áreas marcadas.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Estos ENE anclados podrían caer en caso de sacudidas fuertes, pero en principio, son más seguros que el ENE apoyado y esbelto, que con gran facilidad se puede generar un momento y volcar.</p>		BAJO	
<p>Son elementos no muy pesados, su ubicación a baja altura y el hecho de que se localizan en una zona no pública y de poca concurrencia en general hace que no sean tan peligrosos. Lo más probable es que obstaculicen el paso si caen por zonas de tránsito de la habitación, aunque se encuentran alejados del recorrido hacia el exterior. Por estos motivos se consideran de riesgo bajo.</p>			
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>No presentan deterioro físico y los anclajes no se han podido observar.</p>		<p>- Tratar de tener estos elementos lo más alejado posible de zonas de tránsito.</p>	




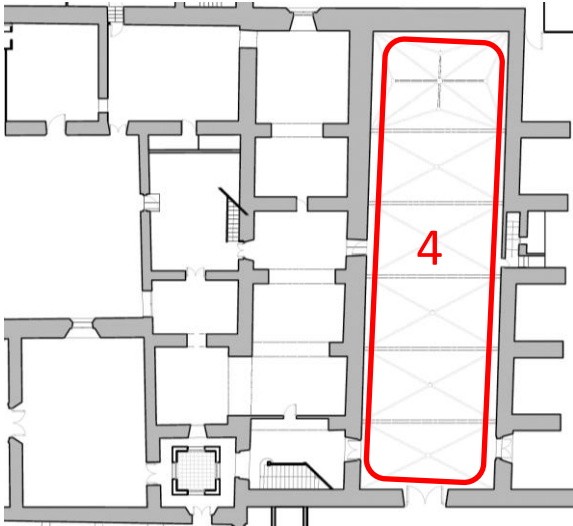
13.1.13 Ficha 13

<p>CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO</p>		
<p>ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 13 – ZONA 3</p>	<p>CÓDIGO: INT_MEQ_REL_MAD</p>	
		
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Se observa la presencia de bancos, mesas, reclinatorios y sillas de madera.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Los bancos se localizan en la iglesia de santo domingo (área marcada inferior), en la capilla de la virgen del rosario (izquierda) y la resacristía (superior izquierda), en las áreas marcadas. Las mesas y sillas se ubican en la sacristía (superior derecha). Todas están en la zona 3.</p>	
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Todos estos elementos tienen mayor base que altura, por lo que la probabilidad de vuelco es baja. Durante un terremoto estos ENE podrían deslizarse principalmente, el vuelco es difícil.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO</p>	<p style="text-align: center;">MEDIO</p>
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>Se mantienen en buen estado. No parece haber pudrición en la madera que pueda debilitar su resistencia.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separar los reclinatorios a una distancia suficiente de los bancos para permitir el paso sin obstaculizarlo. - Aumentar el espacio entre bancos en sentido longitudinal (dirección norte). 	

13.1.14 Ficha 14

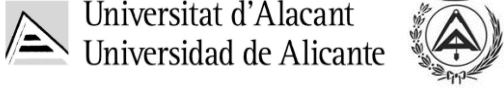

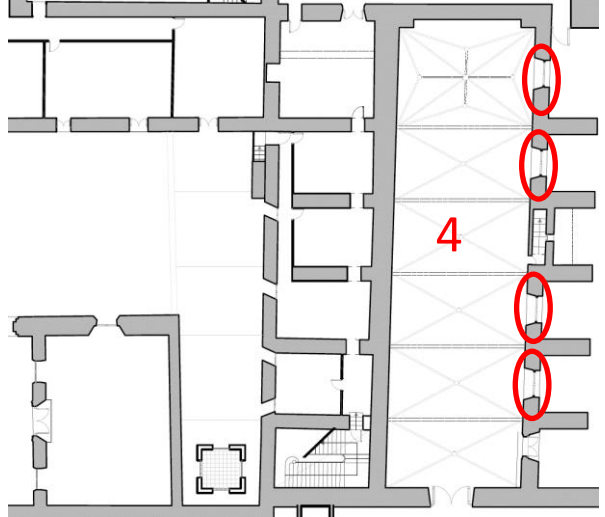
CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 14 – ZONA 3		CÓDIGO: INT_INS_ELEC	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Instalación de cuadros eléctricos dentro de envolvente de grandes dimensiones, altura aproximada de 1,80 m. Parece estar anclada al paramento vertical por medio de perfiles metálicos horizontales, como mínimo uno en su parte superior.</p>		<p>El espacio se ubica entre la iglesia y la sacristía, al noreste de la zona 3, específicamente en el área marcada.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Es posible que durante un sismo los anclajes fallen o que los elementos que conforman la pared donde están los anclajes fallen por algún deterioro y produzcan el vuelco de la envolvente con los paneles.</p>		ALTO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>No es posible determinar el estado de los anclajes. Los materiales se mantienen sin deterioro aparentemente.</p>		<p>- Revisar el estado de los anclajes si los tiene, y si no los tiene, utilizar un sistema de perfiles y tornillos que lo aten al paramento vertical.</p>	

13.1.15 Ficha 15

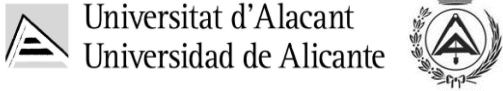
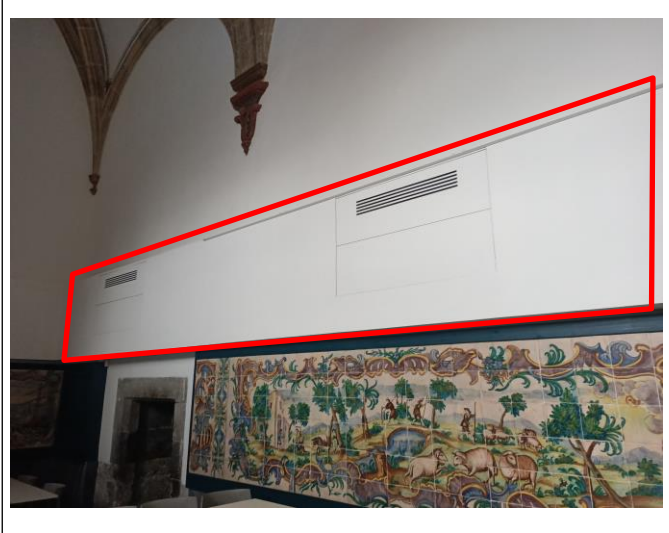
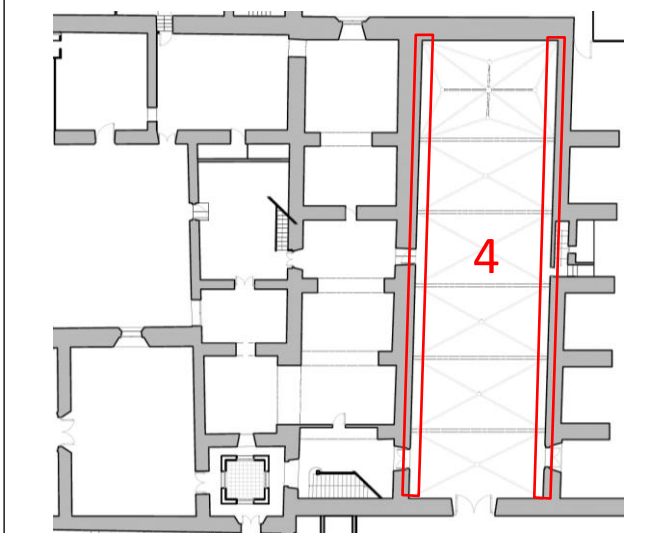
CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 15 – ZONA 4		CÓDIGO: INT_MEQ_COM_MAD/POL	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Se observa en esta aula una gran cantidad de mesas de madera y sillas de algún polímero dispuestos de manera extremadamente próxima, aunque dejando una zona de paso en el centro aproximadamente.</p>		<p>Se ubican en el refectorio, pegados en las paredes oeste y este de la zona 4 sobre el suelo.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>La anchura y baja altura le aportan una gran estabilidad a las mesas y a las sillas, haciendo que sean un objeto difícil de volcar. Lo más probable es que puedan deslizarse de su lugar original ante un terremoto.</p>		MEDIO	
<p>Dada la disposición próxima de las mesas, al deslizamiento que se generaría en ellas y a la inestabilidad que daría un terremoto a las personas, toda esta zona convierte a los ENE en un obstáculo grande para el paso, haciéndolos peligrosos en caso de terremoto si el aula se encuentra ocupada, aunque al mismo tiempo son elementos sobre los que se podría buscar refugio, aunque con la gran cantidad de sillas que hay, esto sería difícil. Dadas las condiciones del lugar y la disposición de los ENE, se consideran de nivel medio.</p>			
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Aparentemente estos ENE se mantienen en buenas condiciones.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Separar las unidades que conforman las mesas y sillas para proporcionar una separación adecuada por la que moverse con facilidad. - Disminuir el número de unidades. 	

13.1.16

Ficha 16



CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 16 – ZONA 4	CÓDIGO: INT_EA_VNT_VDR	
		
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	
<p>En esta zona hay cuatro ventanas rectangulares, con marcos de madera y vidrios no modificados.</p>	<p>Las cuatro ventanas se ubican en la fachada este, comunican el refectorio con el exterior, están ubicados en altura justo encima de los embellecedores de ventilación, a la altura de la planta intermedia. Se localizan en las áreas marcadas de la zona 4.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	NIVEL DE RIESGO	ALTO
<p>Son especialmente preocupantes para los vidrios los esfuerzos horizontales en sentido paralelo a la fachada que generan fisuras en formas de aspa, ya que los desvíos del edificio en su parte superior constantes harían que el vidrio se fisure o rompa. Es posible también que las vibraciones generadas por un terremoto hagan que el material vibre hasta alcanzar la rotura.</p>	<p>La fragilidad del vidrio lo convierte en un material peligroso ante los terremotos, tanto por los esfuerzos horizontales como las vibraciones.</p> <p>En este caso el vidrio se ubica justo al lado del comedor y de la zona exterior de recreo. En el caso de rotura es probable que caigan fragmentos cortantes, grandes o pequeños cerca o sobre personas, tanto fuera como dentro del edificio. Por este motivo se considera de riesgo alto.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN	MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>No se han observado fisuras en los vidrios de las ventanas.</p>	<p>- En las zonas especiales como es necesario poner vidrios templados para minimizar el riesgo de desprendimiento de fragmentos cortantes de vidrio sobre las personas.</p>	

13.1.17 Ficha 17




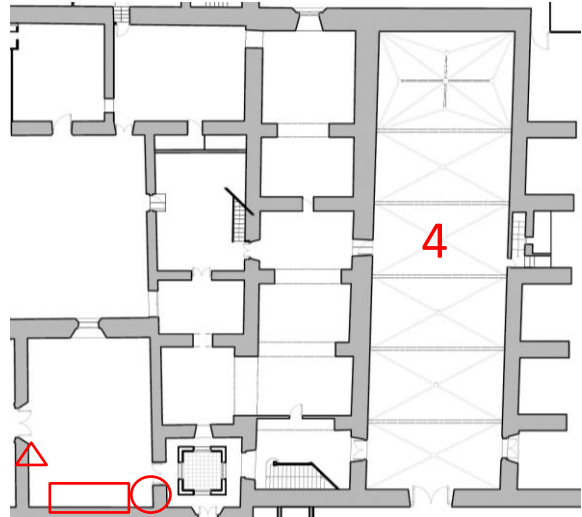
<p>CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO</p>	
<p>ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 17 – ZONA 4</p>	<p>CÓDIGO: INT_INS_CLI_CNG</p>
	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Envoltorio de yeso para ocultar instalaciones de ventilación.</p>	<p>LOCALIZACIÓN</p> <p>En los dos lados del perímetro del refectorio, los marcados en el área de la zona 4.</p>
<p>COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Los movimientos del edificio por un terremoto podrían generar fisuras, en el peor de los casos podría llegar a la rotura generando escombros o fragmentos. El yeso es un material ligero que al deformarse se fisura fácilmente y suelen mantener la forma al recibir golpes.</p>	<p>NIVEL DE RIESGO BAJO</p> <p>La rotura de estos elementos no es tan preocupante, la caída de estos tampoco, ya que es un material bastante ligero, es más preocupante que caigan las instalaciones en el interior. Por este motivo se considera de nivel bajo.</p>
<p>ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>No se ha podido observar fisuras ni desprendimientos de yeso. El elemento se encuentra en buen estado.</p>	<p>MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <p>- Reforzar la capa superficial mediante algún tratamiento para disminuir el riesgo de desprendimiento durante su fisuración o rotura.</p>

13.1.18

Ficha 18



CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 18 – ZONA 4		CÓDIGO: INT_EA_LCNR_VDR	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Lucernario compuesto por una retícula metálica y piezas de vidrio individuales cuadradas insertadas en los huecos de la retícula.</p>		<p>Se ubican en altura en el pasillo que conectan el refectorio y la cafetería. En el área marcada de la zona 4.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO ALTO	
<p>El vidrio es un material frágil que no resiste deformaciones a penas. Las posibles deformaciones que se generen en el edificio en esa zona inevitablemente se transmitirán a los vidrios, y en ellos se generarán fisuras o se romperán en el acto. También podrían sufrir lesiones por vibraciones. A parte de esto tenemos la estructura metálica que soporta los vidrios, si no soporta los empujes, podría llegar a deformarse, estirándose o comprimiéndose, finalmente rompiendo o soltando los vidrios.</p>		<p>No son piezas demasiado grandes, pero al tenerlos directamente encima de una zona de tránsito y a una altura elevada los convierte en un elemento de riesgo alto en caso de sismo. En el caso de que se produzca la rotura del vidrio o el desprendimiento de las piezas individuales podrían caer directamente sobre las personas, y si no, serían un obstáculo en el camino. Por estos motivos se considera de riesgo alto.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Se observa desconchamiento de pintura en retícula metálica por posible oxidación. El vidrio no presenta fisuras ni roturas, se encuentra en buenas condiciones.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Sustituir por piezas de vidrio no templado, aunque no es la mejor solución. - Reemplazar por láminas de carbonato. - Como medida drástica se podría cerrar esa zona. 	

13.1.19 Ficha 19

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO	 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 19 – ZONA 4	CÓDIGO: INT_MEQ_SLN	
		
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	
<p>Se trata de una cafetería, pero se observan elementos muy comunes de un salón, tales como televisores, lámparas, cuadros, instrumentos y figuras de madera.</p>	<p>Estos objetos están dispersos por el interior de la cafetería, en el área marcada de la zona 4, pegados al paramento vertical.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	NIVEL DE RIESGO	MEDIO
<p>Estos elementos ligeros son de los primeros en caer ante un terremoto, especialmente aquellos que se descansan sobre el suelo, tienen poca base y son esbeltos. Por otro lado, están los elementos colgantes en altura, que dependiendo del tipo de anclaje que lleven resistirán en mayor o menor medida.</p>	<p>Todos estos ENE resultan bastante inofensivos, pero con ciertas excepciones. Los cuadros dada su bajo volumen y altura, resultan los más inofensivos. El piano no está a mucha altura, pero es pesado, pudiendo obstaculizar el tránsito. Por otro lado, el televisor se encuentra muy cercano a la salida y justo encima de una mesa, pudiendo caer encima de las personas u obstaculizar la salida, aunque los elementos anclados suelen resistir bien las sacudidas. Por estos motivos se considera de riesgo medio.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Los ENE se encuentran en perfecto estado. No se ha podido comprobar el estado de los anclajes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mover el televisor cercano a la salida a otra zona donde no haya mesas ni salidas. - Comprobar el estado de los anclajes. 	

13.1.20

Ficha 20




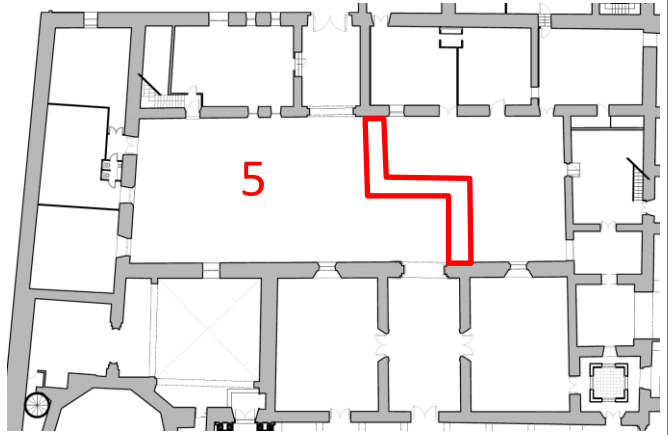
CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 20 – ZONA 4		CÓDIGO: INT_INS_VENT_POL	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Tres aparatos de aire acondicionado anclados de alguna manera al paramento vertical. Se observa una especie de cajeadado de yeso para ocultar el paso de las instalaciones. Se encuentra muy próxima a las mesas y sillas de la cafetería y sobre una puerta de salida hacia el pasillo que conecta con el refectorio.</p>		<p>Se encuentran en la pared este de la cafetería, a la altura de la planta intermedia, en las áreas marcadas de la zona 4.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Suelen estar anclados a las paredes a través de perfiles metálicos horizontales, por lo que los movimientos o empujes que se puedan provocar los recibirían los anclajes. Al no tener mucho vuelo, si el anclaje se ha realizado correctamente y si el paramento al que está anclado resiste los movimientos del edificio, lo más seguro es que resistan las sacudidas.</p>		<p>MEDIO</p> <p>Son elementos anclados al paramento vertical y sin vuelo apenas, proporcionándoles de mayor seguridad, pero, en el caso de su caída lo haría directamente sobre las personas sentadas alrededor de las mesas. Simplemente su posicionamiento y altura empeora su nivel de seguridad, por lo tanto, se considera de riesgo medio.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>No se pueden observar los anclajes de los aparatos, aparentemente se mantiene todo en buen estado.</p>		<p>- Cambiar ubicación de las mesas o la de los aparatos para que no coincidan.</p>	

13.1.21 Ficha 21




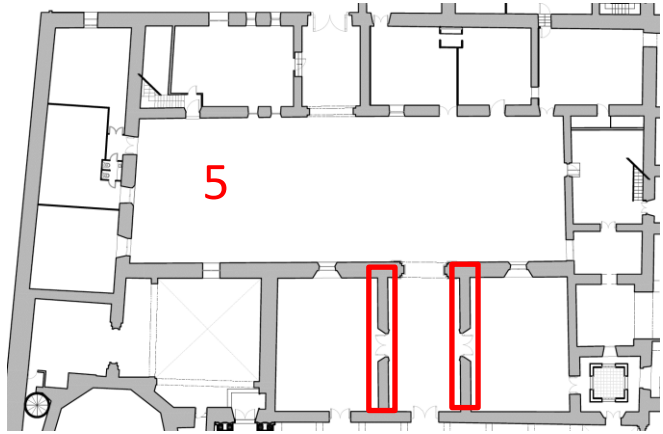
CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 21 – ZONA 4		CÓDIGO: CUB_EA_MAN_CRMC	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Mansardas compuestas de mampostería de ladrillo revisitadas con mortero de cal, en ellas hay carpinterías de madera y vidrio.</p>		<p>Se han podido observar cinco mansardas que se ubican en la cubierta del refectorio, en las áreas marcadas de la zona 4.</p> <p>Nota*: El área blanca intermedia de la zona 4, está cerrada mediante una cubierta en la vida real.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Estos ENE son puntos singulares de cubierta, no son muy pesados ni esbeltos, pero son especialmente sensibles a los empujes horizontales, de manera similar a los antepechos. Si estos ENE carecen de anclaje los empujes provocarán en algún momento que cedan y se producirá su vuelco, además del deterioro por su exposición a los agentes atmosféricos, que posiblemente haya disminuido la resistencia de los materiales.</p>		ALTO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Su posición dificulta ver su estado actual, pero se observan algunas zonas con mortero fisuradas, cambios de color, roturas y desprendimientos.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Inyección de anclajes para atarlo a la estructura. - Refuerzo de la fábrica con revestimiento de mortero de cal con malla de fibra de vidrio para prolongar su vida y aumentar el tiempo de rotura en caso de sismo. 	

13.1.22

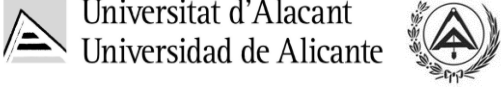

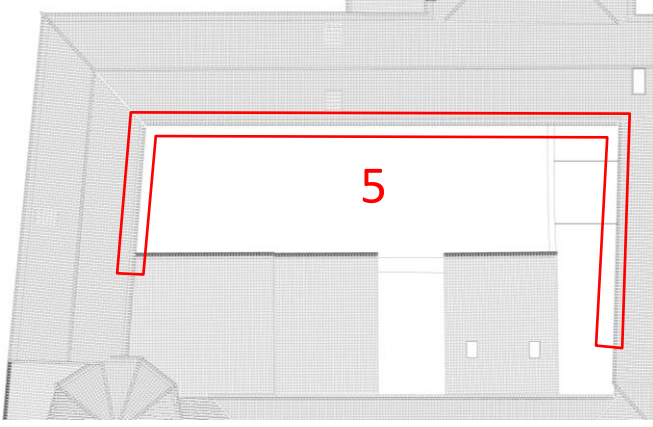
Ficha 22

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 22 – ZONA 5		CÓDIGO: INT_EA_BAR_MAD	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Barandillas de protección de madera con una altura aproximada de 1,20 m. Ancladas al suelo.</p>		<p>Las barandillas se ubican específicamente en el área marcada de la zona 5, que delimitan el área de recreo de los niños en el patio Juan XXIII.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Son elementos de poca masa, baja altura, anclados en sus bases en el paramento horizontal. A las barandillas y elementos similares de poca altura le afectarían empujes perpendiculares a su plano con frecuencias extremadamente cortas. Un terremoto probablemente no generaría su caída.</p>		BAJO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEDIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>No presenta síntomas de pudrición en la madera que puedan debilitar su estructura y mantienen el acabado superficial que se le aplicó.</p>		<p>- Reemplazar las barandillas por otro tipo de protección en la que no se puedan atrapar los pies en caso de su caída total.</p>	

13.1.23 Ficha 23

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 23 – ZONA 5		CÓDIGO: INT_EA_FTD_CNG	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Dos cerramientos compuestos de mampostería de ladrillo visto, con huecos y zonas que parecen haber sido rellenadas o reparadas con diferentes materiales a los originales. El segundo cerramiento no visto en la fotografía no presenta huecos y parece estar en mejores condiciones, manteniendo un aspecto uniforme en su superficie.</p>		<p>Se ubican en el pasillo que conecta el patio Juan XXIII con el Claustro del Colegio, en altura y en los laterales, en el área marcada de la zona 5. La fotografía corresponde al cerramiento situado hacia el oeste.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
<p>Este tipo de cerramientos relativamente ligeros son los más sensibles a los terremotos, pudiendo llegar a caer ante los empujes horizontales de las ondas sísmicas o generar fisuras por cortantes si van en dirección paralela a la fachada. El estado en el que se encuentra claramente no es el mejor, y con puntos débiles como los huecos y las partes rellenas de diferentes materiales, probablemente caerían ante un sismo de magnitud elevada. La caída se facilita si no existe anclaje a la estructura.</p>		ALTO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>El cerramiento presenta huecos y zonas rellenas con diferentes materiales, en general presenta un aspecto descuidado. No se observan fisuras. El segundo cerramiento no mostrado en la fotografía se encuentra en buenas condiciones aparentemente, sin ninguno de los desperfectos mencionados.</p>		<p>- Refuerzo mediante revestimiento de mortero de cal con mallas de fibra de vidrio para aumentar su resistencia y su tiempo de rotura en caso de sismo.</p>	

13.1.24 *Ficha 24*

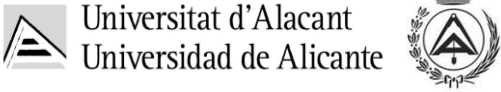

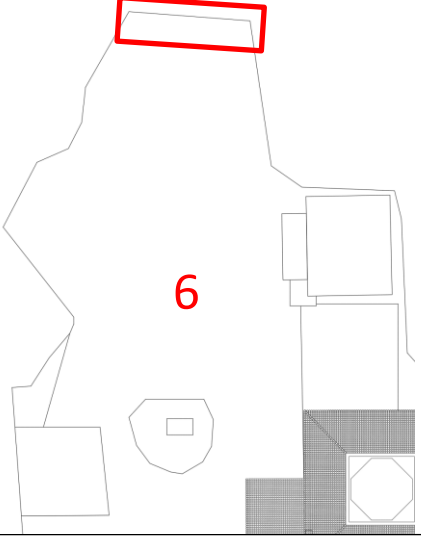
CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 24 – ZONA 5	CÓDIGO: INT_EA_PFI
	
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Se observa la presencia de lo que se asemejan a cornisas de piedra caliza que cumplen con la función de vierteaguas.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Se localizan en altura en la fachada, alrededor de todo el patio Juan XXIII, en las áreas marcadas de la zona 5.</p>
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Los huecos de ventana en la fachada suponen un punto débil donde las fuerzas que fluyen en un edificio durante un terremoto suelen ir a parar. Se suelen producir fisuras en forma de aspa cerca de los huecos si los empujes son en sentido paralelo a la fachada, pudiendo generar roturas en alguna zona y ocasionando desprendimientos como en las cornisas.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO ALTO</p> <p>La zona norte y oeste de la fachada son las más peligrosas al ser las más cercanas en zona de paso para ir a la zona 2. Principalmente en la fachada norte si se generasen fisuras que desprendan fragmentos de cornisa existe la posibilidad de que caigan sobre las personas. En el mejor de los casos se desprenderían pequeños trozos como se ven en las fotografías y en el peor, fragmentos grandes, pero a cierta altura incluso piedras pequeñas pueden dejar inconsciente a alguien. Por lo tanto, se considera de riesgo alto.</p>
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>Todas presentan un estado con manchas por plantas menores en su cornisa superior, mientras que la inferior se mantiene más limpio en este aspecto y la mayoría presenta algunos desprendimientos de fragmentos pequeños de piedra.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lo importante aquí sería evitar la caída de fragmentos de piedra durante las fisuraciones. - Emplear un sistema constructivo similar al de mortero de cal con malla de fibra de vidrio, para aumentar su resistencia y tiempo de rotura durante un sismo.

13.1.25 Ficha 25

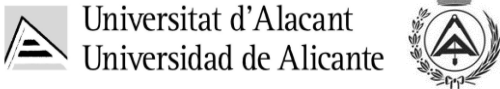

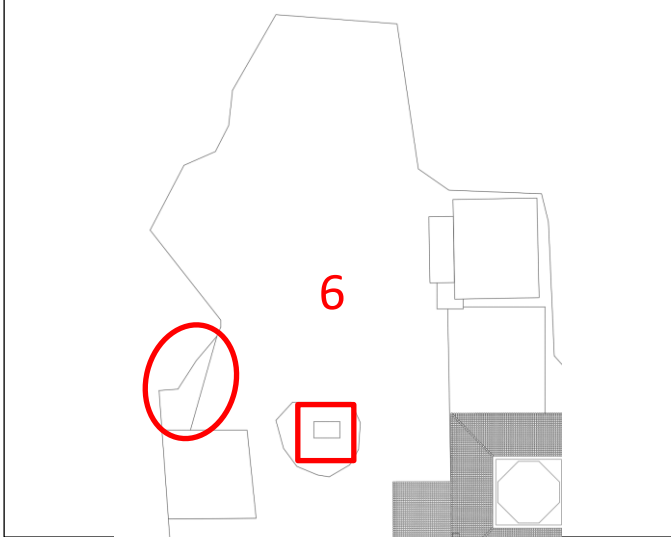
CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		Universitat d'Alacant Universidad de Alicante	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 25 – ZONA 5	CÓDIGO: INT_EA_FIGP_PNAT		
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Sistema constructivo de falso techo registrable con placas de yeso y estructura de perfilaría metálica. Este sistema constructivo se encuentra en varios lugares del edificio.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Este falso techo en particular se encuentra en el área remarcada de la zona 5, adjunta a las escaleras que dan acceso a las aulas de clase, se accede a través del patio Juan XXIII.</p>		
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Los movimientos o deformaciones del edificio podrían dañar a la estructura reticular que conforma el falso techo y alguna de las placas. Estos dos elementos trabajan conjuntamente, las placas le aportan estabilidad a la retícula y esta última soporta las placas. Si alguno de las dos fallas, el falso techo se volvería inestable y colapsaría ante los movimientos generados por el terremoto.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO</p>	<p style="text-align: center;">ALTO</p>	
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>El falso techo en esta zona se mantiene en buenas condiciones, no hay desprendimientos, ni manchas, ni roturas.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Independizar el falso techo de los cerramientos o particiones, permitiendo que se acomode la estructura reticular a los movimientos. - Asegurar una pequeña holgura entre las placas y el remate de los perfiles para permitir su libre movimiento. - Colocar un sistema constructivo a base de tirantes a 45° y perfiles verticales metálicos que aten la estructura al ENE (más detalle en el apartado 8.1.2 de este documento). 		

13.1.26


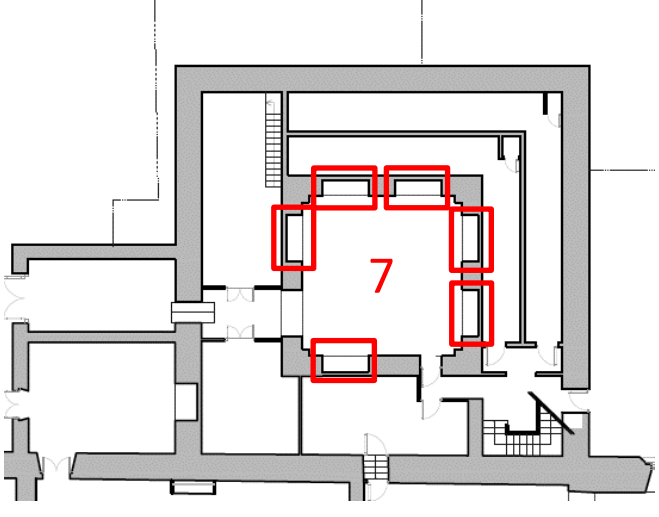
Ficha 26

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 26 – ZONA 6	CÓDIGO: FAI_EA_LCV_CRMC	
		
DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	
<p>Muro de fábrica revestido con mortero de cemento y pintado que impide el paso a la cueva, no tiene función estructural, ya que no soporta otra cosa más que su propio peso. De alguna manera está “arriestrada” en los laterales por la montaña.</p>	<p>Este muro se ubica en el patio de la peña, adjunto a la montaña, al norte de la zona 6.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO	NIVEL DE RIESGO	ALTO
<p>Es un elemento de mucha masa y gran esbeltez, lo que generaría fuerzas inerciales fuertes ante los empujes de los terremotos. Este sería vulnerable ante empujes horizontales en dirección perpendicular a su plano. De alguna manera parece estar arriestrada en sus lados por la montaña.</p>	<p>Este muro probablemente esté armado en su interior, pero no es estructural y se ubica en una zona un tanto alejada del área de tránsito y del edificio, pero durante el recreo podría ser un lugar muy ocupado. Si cayera el muro o fragmentos estando los niños sería extremadamente peligroso.</p> <p>El posible “arriestramiento” tal vez ayude a que este no vuelque en caso de que se den los empujes necesarios para ello, de todas maneras, ante las características que presenta este muro y su posicionamiento, se le debe clasificar como de riesgo alto.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN	MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>La fábrica presenta zonas con desconchamientos de pintura probablemente por humedad capilar, pero no se observan fisuras ni grietas en el revestimiento. Parece estar en buenas condiciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar puntales o tirantes para evitar en alguna de las caras del muro. - Reforzarlo con mortero y mallas de fibra de vidrio para aumentar su resistencia y su tiempo de rotura. 	




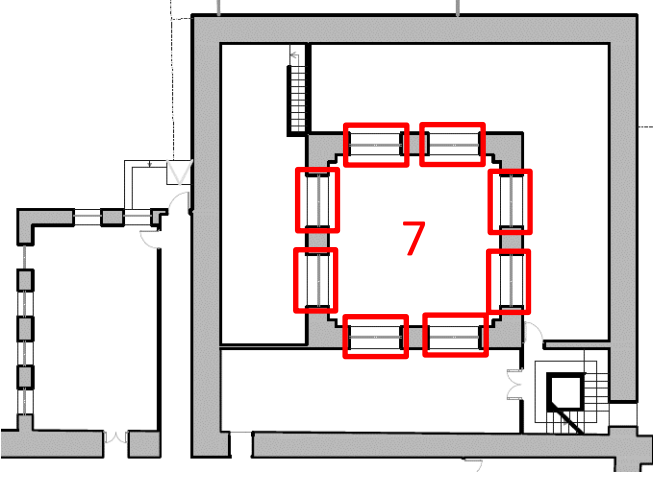
13.1.27 Ficha 27

<p>CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO</p>	
<p>ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 27 – ZONA 6</p>	<p>CÓDIGO: INT_EA_FIGP_PANT</p>
	
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Por un lado, tenemos una exposición de restos arqueológicos de pilares antiguos y por otro tenemos la figura de piedra. Los pilares actualmente no están anclados a ningún elemento estructural, realmente están apoyados sobre el pavimento (ligeramente introducidos) con una capa de mortero como acabado y algunos de ellos también se apoyan en parte de la montaña, la mayoría están apoyados exclusivamente sobre el suelo. La figura de piedra debe estar anclada de alguna manera a la base de hormigón que tiene debajo, pero está exenta de cualquier otro arriostramiento.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Estas figuras de piedra se localizan en el patio de la Peña, aproximadamente en las áreas marcadas de la zona 6. Existen más pilares que los de la fotografía.</p>
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Los pilares son básicamente elementos pesados, esbeltos, de gran masa y volumen apoyados sobre el suelo, que, ante las fuerzas y movimientos generados por un terremoto de elevada magnitud, probablemente volcarían, rodarían o los dos al mismo tiempo.</p> <p>La figura de piedra es un elemento pesado, esbelto, de gran masa y volumen. Está totalmente expuesto a las fuerzas inerciales que ocasionaría un terremoto a elementos como este, ocasionando el vuelco si el anclaje está debilitado o no lo soporta.</p>	<p style="text-align: center;">NIVEL DE RIESGO ALTO</p> <p>Para empezar estos ENE se encuentran en la zona de recreo de los niños, está vallado, pero son elementos muy pesados que no están propiamente anclados y caerían de manera descontrolada, es probable que vuelquen la valla consigo si caen encima de ella. Es una zona un tanto alejada de la zona de paso más cercana a la salida, pero es una zona muy frecuentada por los niños durante el recreo. Además, la figura de piedra se encuentra en una base elevada, ubicada en el centro (área marcada del 6), que podría caer sobre una zona de paso. Por estos motivos se considera de riesgo alto.</p>
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>Las figuras y los pilares parecen conservarse en buenas condiciones, no se ha observado alveolización o arenización.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducir taladros ocultos en su interior para arriostrarlos a un elemento resistente capaz de soportar las fuerzas. - Cambiar su ubicación, no deberían estar cerca del área de recreo de los niños. - Crear estructuras que las soporten adecuadamente.




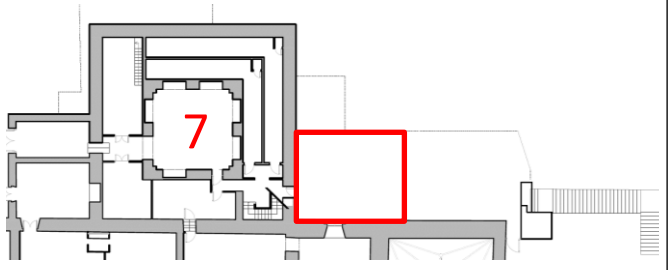
13.1.28 Ficha 28

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO				
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 28 – ZONA 7	CÓDIGO: FAI_EA_LCV_CRMC			
				
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN</p> <p>Cerramiento compuesto probablemente por una hoja exterior principal con ladrillo perforado y un trasdosado interior con ladrillo hueco enlucido con un mortero de cemento. Hay 5 cerramientos iguales en esta zona. Incluye carpinterías de madera e instalaciones de abastecimiento de agua acopladas en el cerramiento. Están aprisionadas por muros estructurales de sillería.</p>	<p style="text-align: center;">LOCALIZACIÓN</p> <p>Los cerramientos se localizan en el antiguo dormitorio de las secretas, lo que se conoce como el búnker hoy en día, en el área marcada de la zona 7.</p>			
<p style="text-align: center;">COMPORTAMIENTO SÍSMICO</p> <p>Este cerramiento se encuentra aprisionado entre muros de sillería de mayor masa y volumen, y son elementos independientes, en este sentido es similar a un hueco de ventana, de manera que es un punto débil. Si llegase a moverse de lado a lado el edificio este cerramiento junto con las carpinterías, restringirían su movimiento y posiblemente el cerramiento de ladrillo cedería en cierto grado ante los esfuerzos, al buscar los componentes que conforman el muro de sillería el equilibrio.</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;">NIVEL DE RIESGO</td> <td style="width: 50%; background-color: red; color: white;">ALTO</td> </tr> </table> <p>Son elementos de muchas masa y volumen que si vuelcan o colapsan podrían causar la muerte, atrapar u obstaculizar el paso en gran medida o totalmente. Los cerramientos más peligrosos se ubican en dirección sur y este, ya que son los más cercanos a la zona de tránsito o salida hacia el exterior. Por estos motivos se considera de riesgo alto.</p>		NIVEL DE RIESGO	ALTO
NIVEL DE RIESGO	ALTO			
<p style="text-align: center;">ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN</p> <p>El cerramiento por lo general mantiene un buen aspecto y parece estar en buenas condiciones, aunque parece haber una mancha blanca en uno de ellos que se asemejan a eflorescencias salinas, pero el resto no presenta estos síntomas.</p>	<p style="text-align: center;">MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA</p> <p>- Para evitar la fragmentación y reforzar el cerramiento se podría usar un sistema constructivo compuesto de mortero de cal con mallas de fibras de vidrio. Esto claramente cambiaría su aspecto original, pero le proporcionaría de mayor seguridad.</p>			

13.1.29 Ficha 29

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 29 – ZONA 7		CÓDIGO: FAI_EA_VNT_VDR	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
Ventanas en fachada con carpinterías de madera y vidrio no modificado. No se ha podido observar deterioro en los vidrios.		Las ventanas se ubican en todo el perímetro de la fachada, en la primera y segunda planta. Se localizan en el antiguo dormitorio de las secretas, lo que se conoce como el búnker hoy en día, en el área marcada de la zona 7.	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO	
Las ventanas serían muy sensibles a los aplastamientos que se pudieran producir en las fachadas, tienen un límite elástico escaso. También les podría afectar las vibraciones, rompiendo de manera súbita. Esta zona es posible que sea más vulnerable que el resto por lo pequeña que es la zona que forma la fachada, al tener los movimientos que mover menos materia.		ALTO	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
No se ha podido observar desperfectos en las carpinterías y vidrios de la zona.		<ul style="list-style-type: none"> - Reemplazar estos vidrios con unos templados que no rompan en fragmentos peligrosos. - Revisar el estado de los vidrios y ver si están correctamente unidos a las carpinterías. - Considerar reemplazar vidrios por láminas de policarbonato para estas zonas. - Recomendable aplicar estos tratamientos a todas las ventanas que están en zonas que pongan en riesgo a la gente. 	

13.1.30 Ficha 30

CATÁLOGO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES DEL COLEGIO DIOCESANO SANTO DOMINGO		 Universitat d'Alacant Universidad de Alicante 	
ALUMNO: Kevin Cortés Delgado TUTOR: José Antonio Huesca Tortosa FICHA 30 – ZONA 7		CÓDIGO: INT_INS_ELEC_MET	
			
DESCRIPCIÓN		LOCALIZACIÓN	
<p>Bandejas de cableado metálicas para el paso de cables.</p>		<p>Las bandejas se localizan en el techo del pasillo entre el "búnker" y el exterior hacia la zona de recreo. Es una especie de túnel. Se ubican específicamente en el techo del área marcada de la zona 7.</p>	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO		NIVEL DE RIESGO MEDIO	
<p>Estos elementos parecen estar anclados directamente a las viguetas que forman el forjado de la planta superior mediante unos perfiles verticales. Los movimientos que provoquen un terremoto podrían hacer que estos elementos tiendan a generar un movimiento de balanceo, pero los perfiles son rígidos y metálicos, por lo que este movimiento se vería resistido por los perfiles. La caída o no de este ENE depende de la capacidad resistente que tengan esos perfiles o de los anclajes que lo unen a la estructura.</p>		<p>La entrada a esta zona es exclusiva al personal autorizado, y suele ser un lugar poco frecuentado, probablemente no habría nadie aquí si cae el ENE y también son elementos ligeros, sin embargo, dadas su elevación en altura, a que su caída podría generar graves daños si caen sobre alguien y a que se encuentra justo encima de la zona de paso, se debe considerar de riesgo medio.</p>	
ESTADO DE MANTENIMIENTO / CONSERVACIÓN		MEIDAS DE INTERVENCIÓN / MEJORA	
<p>Las bandejas y los tirantes no parecen presentar oxidación, tampoco se observan deterioros en la zona de anclajes.</p>		<p>- Estudiar la posibilidad de cambiar los perfiles que atan los ENE a la estructura de unos rígidos a otros más flexibles (resistentes) que permitan su libre movimiento para adaptarse.</p>	