



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de la Alquería de
la Torre

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Zanasi, Elena

Tutor/a: Basset Salom, Luisa

Cotutor/a: Guardiola VÍllora, Arianna Paola

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Alquería de la Torre (Valencia).



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

CURSO 2022/2023

Autor: Elena Zanasi

Tutores: Luisa Basset Salom y Arianna Guardiola Villora

ÍNDICE

0. Presentación

Resumen

Objetivos Desarrollo Sostenible- Agenda 2030

1. Introducción

- 1.1. Objeto del estudio.
- 1.2. Metodología.
- 1.3. Tradición de las Alquerías en Valencia.
- 1.4. La Alquería de la Torre
- 1.5. El estado actual de la Alquería
- 1.6. Tipología y descripción del edificio.
- 1.7. Descripción de usos del edificio
- 1.8. Técnicas constructivas
- 1.9. Levantamiento y planos

2. Estudio

- 2.1. La vulnerabilidad sísmica
- 2.2. El metodo italiano
- 2.3. Aplicación del metodo italiano
- 2.4. Obtención del índice de vulnerabilidad sísmica
 - 2.4.1 Cuadro resumen del estudio
- 2.5. Observaciones sobre el estudio de vulnerabilidad sísmica

3. Propuestas de mejora

- 3.1. Propuestas de mejora.
- 3.2. Resultados de las propuestas de mejora
 - 3.2.1. Cuadro resumen del estudio con las propuestas de mejora

4. Conclusión

5. Bibliografía

6. Anexos

- 6.1. Plantas de la Alquería de la Torre
- 6.2. Plantas superficies de muros resistentes de la Alquería de la Torre
- 6.3. Tablas de superficie resistentede la Alquería de la Torre.
- 6.3. Tablas de calculo del volumen de la estructura resistente
- 6.4. Tablas de calculo para la obtención de α

0. PRESENTACIÓN

RESUMEN

Este trabajo final de grado consiste en el análisis constructivo y la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Alquería de la Torre, también conocida como Alquería de Castellar, situada en el Camino Viejo de Burjasot del barrio de Benicalap de Valencia. Se trata de un ejemplo de casa señorial del siglo XVIII, remodelada sobre una antigua alquería tardo-medieval, declarada Bien de Relevancia Local (BRL).

Debido a su estado de deterioro y abandono se incluye en la lista roja de patrimonio en 2010. A pesar de haber sido adquirida por el Ayuntamiento de Valencia en 2015, en el momento de la redacción de este trabajo no se ha llevado a cabo ningún tipo de intervención.

A pesar de que Valencia es una zona de sismicidad baja a moderada, la vulnerabilidad sísmica de sus edificios tradicionales ha demostrado ser bastante alta, siendo recomendable que cualquier futura intervención tenga en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo, además de las medidas propuestas de mejora del comportamiento de la estructura frente a un posible evento sísmico.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica; índice de vulnerabilidad; Alquería de la Torre; patrimonio, arquitectura vernácula.

ABSTRACT

This final degree project consists of the constructive analysis and the seismic vulnerability assessment of the “Alquería de La Torre”, also known as Alquería de Castellar, located in the “Camino Viejo de Burjasot”, Benicalap neighbourhood of Valencia. It is an example of a Valencian manor house from the 18th century, remodelled on an ancient late-medieval farmhouse, declared an Asset of Local Relevance (ALR).

Due to its state of disrepair and abandonment, it was included on the red heritage list in 2010. Despite being owned by the Valencia City Council since 2015, at the time of writing this work no intervention of any kind has been carried out.

Despite being Valencia an area of low to moderate seismicity, the seismic vulnerability of its vernacular architecture has proven to be quite high, and it is recommended that any future intervention take into account the results obtained in this work, in addition to the proposed measures to improve the seismic response of the structure.

Keywords: Seismic Vulnerability; vulnerability index; Alquería de la Torre; heritage, vernacular architecture.

RESUM

Aquest treball final de grau consisteix en l'anàlisi constructiva i l'avaluació de la vulnerabilitat sísmica de l'Alqueria de la Torre, també coneguda com a Alqueria de Castellar, situada en el Camí Vell de Burjassot del barri de *Benicalap de València. Es tracta d'un exemple de casa senyorial del segle XVIII, remodelada sobre una antiga alqueria tarde-medieval, declarada Bé de Rellevància Local (BRL).

A causa del seu estat de deterioració i abandó s'inclou en la llista roja de patrimoni en 2010. Malgrat haver sigut adquirida per l'Ajuntament de València en 2015, en el moment de la redacció d'aquest treball no s'ha dut a terme cap mena d'intervenció.

A pesar que València és una zona de sismicitat baixa a moderada, la vulnerabilitat sísmica dels seus edificis tradicionals ha demostrat ser bastant alta, sent recomanable que qualsevol futura intervenció tinga en compte els resultats obtinguts en aquest treball, a més de les mesures proposades de millora del comportament de l'estructura enfront d'un possible esdeveniment sísmic.

Paraules clau: vulnerabilitat sísmica, índex de vulnerabilitat; Alqueria de la Torre; patrimoni, arquitectura vernacle

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS NACIONES UNIDAS (ODS)-AGENDA 2030.

En la redacción de este TFG se pretende tener en cuenta los Objetivos de Desarrollo sostenible de las naciones unidas de la Agenda 2030.

De todos los 17 puntos redactan concreto los objetivos relacionados con este trabajo son:

- **Objetivo número 11 “*ciudades y comunidades sostenibles*”:** con el presentes se pretende enfocar la expansión urbana de manera sostenible, ya que la rápida urbanización de las ciudades está dando como resultado contaminación del aire, empleo de muchos recursos y desarrollo de infraestructuras y servicios adecuado para hacer frente a las necesidades de la población. Dentro de este objetivo los puntos que más se ajustan al trabajo realizado son:
 1. “11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.
 2. 11.5 De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
 3. 11.a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.
 4. 11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.”(1)

Haciendo referencia a estos puntos, en el trabajo de fin de grado se pretende intervenir en el patrimonio para poder preservarlo e implementar su conservación y transmisión a futuras generaciones. Además se quiere intervenir en la puesta en seguridad del edificio ya que, tras un análisis de la vulnerabilidad sísmica del mismo, se van a proponer soluciones para su mejora. A raíz de eso se favorece evitar desastres que puedan ocasionar perjuicios o pérdidas económicas a la sociedad. Asimismo se procura reintegrar en la ciudad de Valencia, un edificio que pertenece a su tradición rural y que en la actualidad se encuentra en desuso y abandonado fomentando la relación entre la ciudad urbana y su paisaje más periférico. Finalmente se pretende promover la reutilización de edificios preexistentes para un “uso eficiente” de los recursos de los cuales dispone la ciudad, pudiendo aprovechar una estructura disponible y evitar la construcción innecesaria de un edificio de nueva planta para albergar un determinado uso.

- **Objetivo número 12 “*Producción y consumo responsables*”:** que se centra en “reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.” (1)

Este punto se relaciona con el trabajo desarrollado en cuanto se promueve una reutilización del patrimonio existente y por lo tanto mira a una reducción de emisiones provocadas por edificios de plantas nuevas, consiguiendo mitigar los efectos del cambio climático y contribuye a un desarrollo sostenible de la ciudad.

- **Objetivo número 15 “Vida de ecosistemas terrestres”:** Este objetivo se pone como reto preservar los ecosistemas, rehabilitar las tierras y suelos degradados, luchar contra la desertificación y deforestación y desarrollar prácticas que para restaurar la relación entre los seres humanos con la naturaleza.(1)

La Alquería de la Torre se sitúa en una zona más periférica de la ciudad y en contacto con la huerta que la rodea. Es un edificio que pertenece al mundo rural y a la tradición agrícola de Valencia. Con el siguiente estudio se pretende reintegrar esta parte de la ciudad, proteger la biodiversidad de los lugares de la huerta, tratar con atención un lugar de interés para su preservación y finalmente devolver a la sociedad un edificio que permite una relación con el paisaje y al pasado rural de la ciudad.



Producido en colaboración con TROLLBÄCK + COMPANY | TheGlobalGoals@trollback.com | +1.212.529.1010
 Para cualquier duda sobre la utilización, por favor comuníquese con: dpicampaigns@un.org

Imagen 1. Objetivos de desarrollo sostenible.

1. INTRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DEL EDIFICIO

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de este trabajo de fin de grado es el estudio del comportamiento y vulnerabilidad sísmica de una tipología de edificios que forman parte de la tradición valenciana, en concreto, de las alquerías.

Dentro del panorama valenciano y en una ciudad con una fuerte cultura agrícola, el tejido de la ciudad contemporánea se ha ido superponiendo al paisaje hortícola; poco a poco se han ido englobando estas construcciones tradicionales y propias de la vida de campo en la trama urbana de la ciudad.

Este estudio se centrará en la zona de la huerta norte de Benicalap, donde se eleva la Alquería de la Torre, el edificio protagonista de este estudio, que desde el 2010 es declarado por el ayuntamiento como bien de interés local. No solo cuenta con la precedente catalogación sino que además forma parte del conjunto de la Alquería del Moro y de su ámbito de protección como bien de interés cultural.(2)

Tras años de controversia sobre el estado de abandono del conjunto, la alquería del Moro ha sido por fin rehabilitada y se prevé un proyecto de intervención también para la alquería de la Torre (aunque su función se tiene aún que determinar con exactitud tras un debate sobre las distintas posibilidades de intervención).(3)

A pesar de no ser una ciudad de elevada sismicidad, en la rehabilitación de edificios y sobre todo de los que se encuentran en estado de abandono y hayan sufrido ataques vandálicos, la vulnerabilidad sísmica es un factor que hay que tener en cuenta ya que un sismo podría tener consecuencias sobre la seguridad estructural del conjunto que no pueden ser del todo despreciadas. Para el desarrollo y la justificación de este trabajo se utilizará el método italiano de cálculo de vulnerabilidad sísmica, que permite una evaluación del comportamiento de la estructura frente al terremoto y de su inclinación a sufrir posibles daños.

Una vez analizados todos los parámetros que componen este método y que confluyen en la obtención de un coeficiente representativo del grado de vulnerabilidad del edificio, se podrá comparar el mismo y evaluar efectivamente la sensibilidad del edificio frente a acciones sísmicas. Tras haber analizado el posible comportamiento del edificio se propondrán soluciones constructivas para reforzar la estructura, sobre todo en las partes que hayamos clasificado más sensibles, es decir, que se hayan identificado durante el estudio como pertenecientes a clases más vulnerables y por lo tanto más susceptibles a sufrir daños. Esto permitirá disminuir la vulnerabilidad global del edificio frente al sismo y asegurar que las partes indicadas como “más vulnerables” puedan tener un comportamiento más estable.

1.2. METODOLOGÍA

La primera parte del trabajo consta en una introducción sobre la tipología de la alquería. La misma comprende una investigación sobre la historia de las alquerías en la huerta valenciana y su desarrollo a lo largo de la historia. Además de esta introducción se analizará la Alquería de la Torre, este estudio comprenderá distintas partes a partir de su tradición y su conformación. Este análisis concluye en el levantamiento sobre soporte digital de las plantas de la alquería que se utilizarán en el desarrollo del método para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Se procederá evaluando su estado actual de conservación (de abandono) y se analizará tanto in situ como con el apoyo de trabajos precedentes (allí donde no se pueda acceder por motivos de seguridad) todas las técnicas y materiales de construcción empleados.

Una vez concluida la primera parte de investigación sobre el edificio y después de haber recabado toda la información necesaria para proceder con el método de cálculo, se llevarán a cabo los cálculos relativos al método italiano para evaluar la vulnerabilidad del edificio. En ese paso será imprescindible un buen conocimiento del edificio, sobre su estado actual y su estructura ya que serán elementos determinantes en la clasificación de los distintos parámetros. También será necesario tener el levantamiento en soporte digital correctamente dibujado a escala, ya que a lo largo de los cálculos se necesitaran cotas y áreas relativas

Finalmente, una vez obtenido el índice de vulnerabilidad, se plantean soluciones de mejora para los parámetros más desfavorables. Para el desarrollo de esta parte se utilizarán manuales y bibliografías sobre soluciones constructivas en edificios históricos. Se propondrán soluciones compatibles con la estructura y materialidad de la alquería y que respeten en todo momento su valor histórico y de autenticidad.

1.3. LA TRADICIÓN DE LAS ALQUERÍAS EN VALENCIA

Valencia a lo largo de su historia siempre ha sido caracterizada por la importancia de su paisaje rural y en concreto de su huerta. La cercanía de la ciudad con el agua ha representado un factor clave para el desarrollo de actividades como la agricultura, presentándose como un lugar favorable al crecimiento de un importante sistema de acequias para proporcionar riego a sus tierras y a la floración de cultivos.

El primer elemento que se enlaza con la aparición de la cultura agrícola en Valencia y que podemos datar de la época musulmana es parte de la red de acequias, que será luego integrada y debidamente estructurada en la fase cristiana de la ciudad en el siglo XIII. La misma permite el regadío de los cultivos (que hasta hoy en día sigue en uso) y tras el dominio del agua por parte del hombre el desarrollo de las alquerías y vida en la huerta valenciana.

Los orígenes de las primeras alquerías que coinciden con un sistema tradicional de casas rurales, que coinciden con las alquerías que conocemos hoy en día, han de buscarse en la fase árabe de la ciudad.

La alquería ha sido un concepto cambiante a lo largo de la historia en cuanto su significado y concepción ha coincidido siempre con las variaciones que se han producido en la sociedad a lo largo de los años y de las distintas fases que ha vivido Valencia.

Su origen, como antes anticipado, proviene del árabe ya que la presencia de este tipo de construcciones ya se difundió desde la época islámica en la península. Los primeros testigos que relatan la aparición del concepto de alquería asociada a la vida rural datan de mitad del siglo VIII, por lo cual al contrario de lo que se podría suponer, la noción de alquería tiene sus raíces en la cultura islámica y no en una costumbre o “manera de habitar” típicamente valenciana y relativamente reciente.

Las primeras alquerías, que se enlazaban la infraestructura de acequias desarrollada en el entorno rural de la ciudad, se conformaban por pequeños colectivos de 10-15 casas cada una dirigida por su propio jefe de familia.(4)

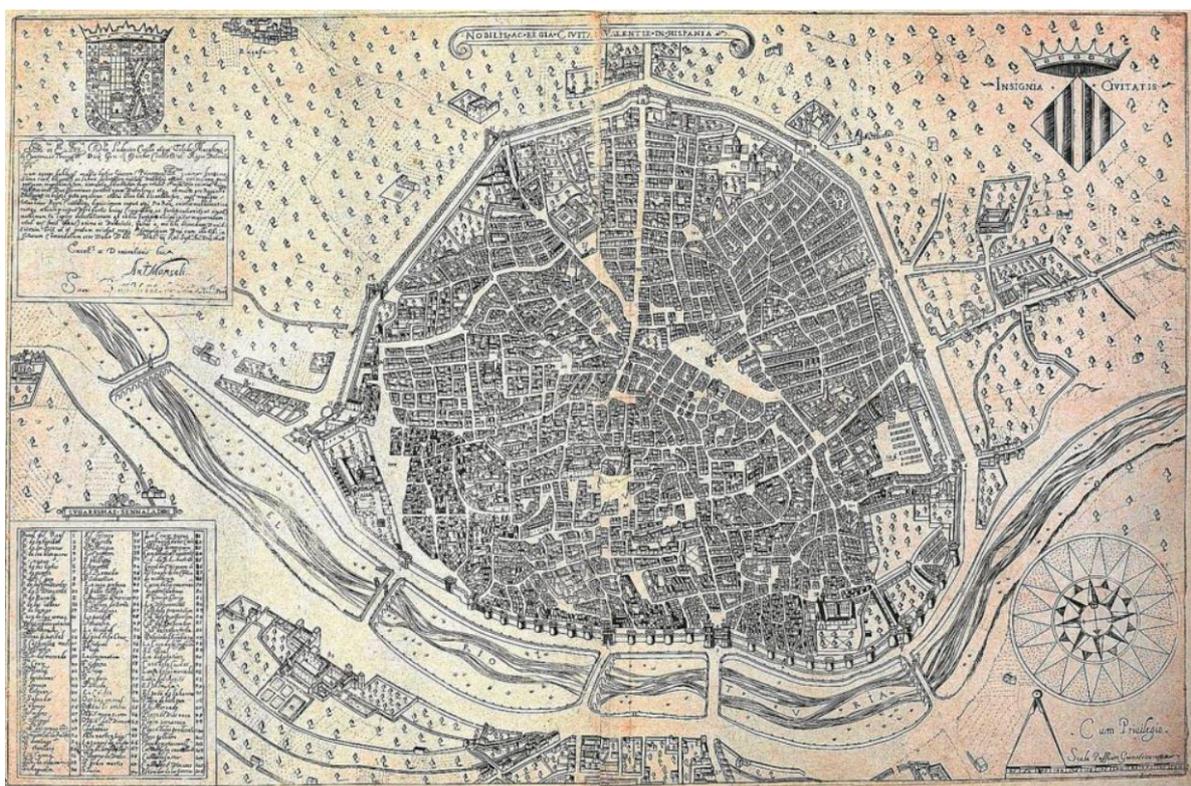


Imagen 2. Plano de Valencia de 1608 - Plano de Mancelli

A partir del siglo XIII y tras la “reconquista cristiana” por parte de Jaime I en 1238 hay un cambio drástico en la sociedad y se abre una nueva etapa caracterizada por el feudalismo.

Las alquerías, herencias de los musulmanes, y las tierras de alrededor fueron repartidas sobre todo entre los nobles y el clero que había tenido una relación con la guerra.

Tras esta redistribución de propiedades, estas casas rurales adquieren de manera progresiva una forma más cercana a una tipología de casa señorial que disponían en la mayor parte de los casos una parte reservada a residencia noble, y de una parte que alberga alojamientos sencillos para los trabajadores además de almacenes y graneros para guardar los productos de las tierras de explotación agraria que se extendían alrededor.(4) (11)

En el periodo siguiente del siglo XVI al XVIII no hay un cambio importante en el concepto de alquería que sigue conservando su función de residencia temporal de la nobleza o su función de explotación agraria para el abastecimiento del propio conjunto de la alquería. Es a partir del XVIII de hecho que una pequeña parte de la burguesía mercantil valenciana empieza a desarrollar el concepto de producción agraria de las alquerías dirigidas al mercado local. Esto resulta en un aprovechamiento por parte de esa clase social mercantil de los terrenos de los pequeños propietarios y de sus terrenos dispersos por la huerta por sus fines de enriquecimiento. (4)

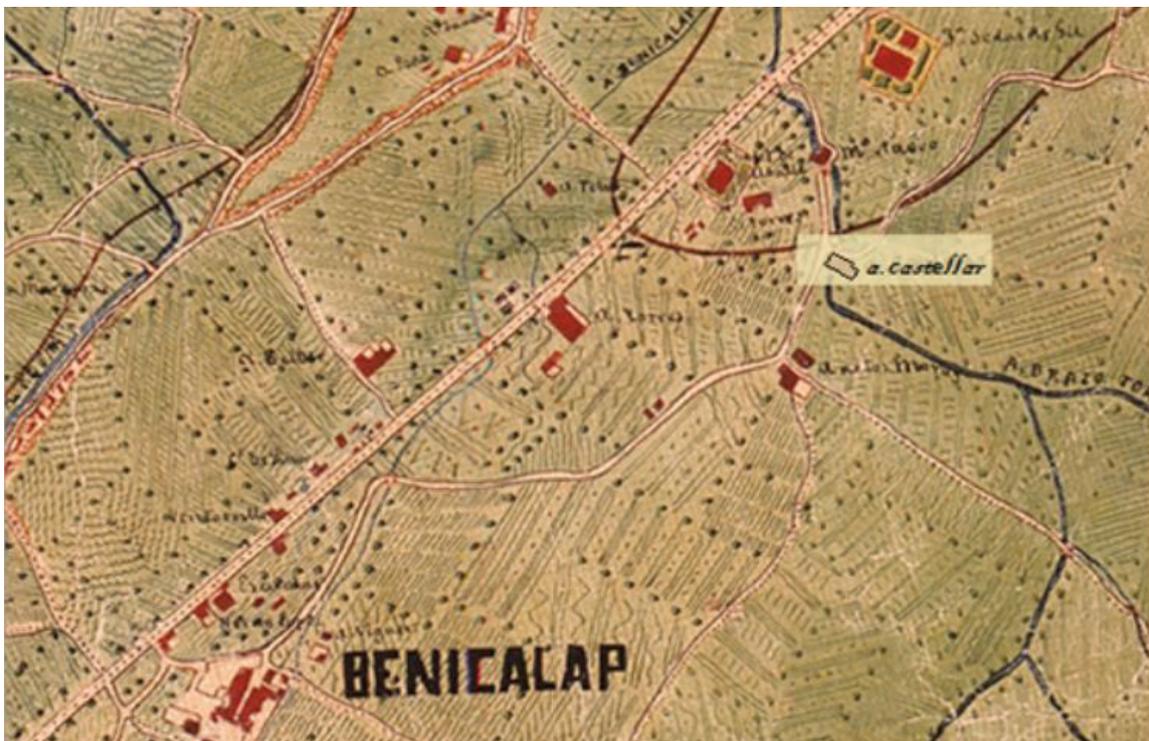


Imagen 3. Plano de Valencia de F. Ponce de León de 1.883 (11)

El panorama de la huerta valenciana durante el siglo XVIII y XIX se acerca siempre más a la idea de las alquerías como sede de la explotación de los campos circundantes. Se hace siempre más común en estos edificios tener un propietario absentista que utiliza la alquería solo como residencia temporal en cuanto del trabajo en el campo se encarga el proletariado, que es quien habita la huerta valenciana durante esta etapa. Además, también las pequeñas propiedades rurales, visto el éxito y enriquecimiento obtenido por los burgueses propietarios de las que venían a ser explotaciones agrarias, empiezan a desaparecer para dejar paso a un número creciente de alquerías dedicadas no solo a abastecimiento interno sino a explotación con fines económicos.(4)

Durante la segunda mitad del siglo XIX y el principio del siglo XX sigue protagonizando transformaciones en su organización. Los campesinos, que habían conquistado un cierto poder adquisitivo, pueden acceder a la compra de tierras propiedad del burgués de la Valencia de la época y los arrendatarios consiguen poco a poco ser pequeños propietarios de la huerta.

Se difunden en estas circunstancias pequeñas casas dispersas, construidas en los márgenes de sus parcelas, en el paisaje valenciano por lo tanto en esta época son muy frecuentes las alquerías entendidas como propiedad y hogar de pequeñas familias locales. Según las posibilidades económicas de cada núcleo, las alquerías tienen tipologías y técnicas constructivas muy diferentes que reflejan la diversidad social de aquellos tiempos. Se pueden encontrar construcciones realizadas con técnicas tradicionales como la tapia valenciana así como el uso de mampuestos para la estructura portante vertical. (4)

Las alquerías a lo largo de los años han ido surgiendo sobre todo en el perímetro más próximo a la ciudad. Vista la expansión urbanística que está sufriendo la ciudad de Valencia, podemos notar cómo se están englobando este tipo de construcciones campesinas, (que habían surgido en lo que un tiempo era un entorno agrícola) en la trama urbana, definiendo el paisaje de barrios como el de Benicalap donde se encuentra la alquería objeto de este análisis. (4)

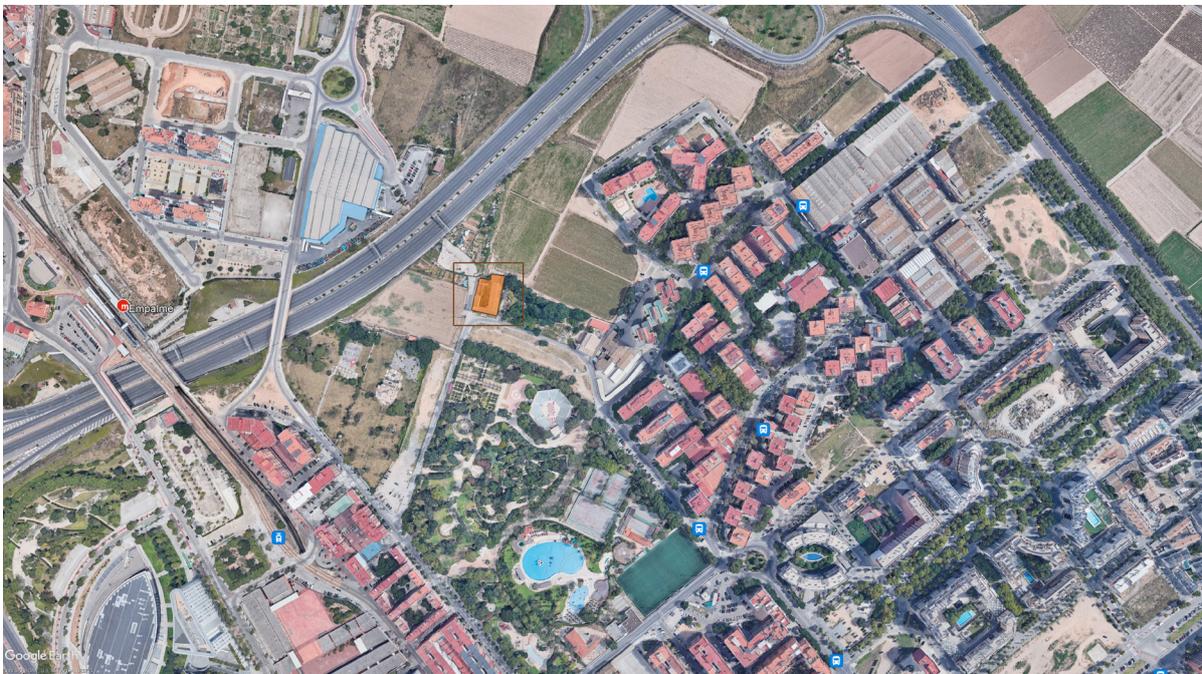


Imagen 4. Vista de Valencia en la actualidad, inserción de la alquería de la torre en la trama urbana - Google Earth Pro

1.4. LA ALQUERÍA DE LA TORRE

La Alquería de la Torre se ubica en el complejo de la Alquería del Moro que queda englobado en lo que hoy es el barrio urbano de Benicalap en la parte norte de la ciudad.

Tras la expansión de la ciudad fuera de sus murallas, han ido integrándose al tejido urbano estos edificios típicos de la cultura rural; podemos entonces encontrarnos frente a testigos de arquitectura tradicional dentro de los propios barrios de Valencia.

Se trata de una alquería tardomedieval que tras la reconquista fue entregada a una familia que había participado activamente en ella.(4)

Sin embargo, el edificio que podemos apreciar hoy, es el resultado de una remodelación de los siglos XVII y XVIII por parte del conde de Castellví también conocido como Conde de Castellá, del que, consecuentemente, toma el nombre la Alquería de Castellá, nombre por el que se conoce también la Alquería de La Torre.(5)

El elemento más característico de esta remodelación fue la incorporación de la torre que representa un elemento distintivo también en nuestros días. Asimismo, durante esta etapa se datan pinturas de gran belleza de las cuales solo quedan trazas tras el mal estado de abandono de la alquería.(6)



Imagen 5. Vista exterior de la Alquería de la Torre desde el sur, Septiembre 2023 - fuente propia



Imagen 6. Vista exterior de la Alquería de la Torre desde el este, Septiembre 2023 - fuente propia

Su importancia dentro de la tipología de arquitectura vernácula valenciana ha llevado a su declaración en 2010 como bien de Relevancia Local y protegida por el *Plan General de Valencia* (PGOU BOE 14/01/1989) además de la inclusión del edificio en la declaración de bien de interés cultural (BIC) del conjunto de la Alquería del Moro del cual forma parte. (7)

REVISIÓN SIMPLIFICADA DEL PLAN GENERAL DE VALENCIA
 CATALOGO DE BIENES Y ESPACIOS PROTEGIDOS
 Ordenación Estructural

EPA – CONJUNTO ALQUERIA DEL MORO Y ALQUERIA DE LA TORRE

<p>SITUACIÓN: C/ ALQUERIA DELS MORS, 2 BARRIO: 2- CIUTAT FALLERA DISTRITO: 16- BENCALAP CODIGO: BRL 16. 02. 04 CATEGORIA: ESPACIO DE PROTECCION ARQUEOLOGICA</p> <p>1. IDENTIFICACION: REF. CATASTRAL VIGENTE: Coordenadas UTM: X: 723.980,81 Y: 4.375.642,75 CART. CATASTRAL: 376-19-IV / 20-III SUPERFICIE: 7114,48 M2</p> <p>2. IMPLANTACION: TITULARIDAD: Pública-Privada TIPO DE YACIMIENTO: URBANO ADSCRIPCION CULTURAL: BAJOMEDIEVAL INTERVEN. REALIZADA: Exp. 320/27 Patrimonio Histórico CONSERVACION: Edificios en mal estado RIESGO DESTRUCCION: Elevado USO DOMINANTE: SP (Servicio Público) USO DOM. PROPUUESTO LOCALI. CRONOLOGICA: Siglo XIII-XX</p> <p>3. CIRCUNSTANCIAS URBANISTICAS Y PATRIMONIALES VIGENTES: PLANEAMIENTO: PGOU (BOE 14/01/1989) HOLIA PLAN GENERAL: 19 CLASE DE SUELO: SNU CALIFICACION: GEL-2 (Sistema General de Espacios Libres) PROTECCION ANTERIOR: OTROS: Conexión de Errores: DOGV 03.05.1993</p>	<p>BIEN DE RELEVANCIA LOCAL (BRL)</p>  <p>Foto aérea 2008 SIGESPA con ámbito arqueológico propuesto</p>  <p>Parcelario Municipal 2009 SIGESPA con ámbito arqueológico propuesto</p>
--	---

AJUNTAMENT DE VALENCIA
 ÀREA DE URBANISME VIVIENDA Y CALIDAD URBANA - DIRECCION GENERAL DE PLANEAMIENTO

1/4

REVISIÓN SIMPLIFICADA DEL PLAN GENERAL DE VALENCIA
 CATALOGO DE BIENES Y ESPACIOS PROTEGIDOS
 Ordenación Estructural

EPA – CONJUNTO ALQUERIA DEL MORO Y ALQUERIA DE LA TORRE

4. REFERENCIAS HISTORICAS:

Conjunto de la Alquería del Moro.
 Constituye una de las alquerías más relevantes de la comarca de l'horta Nord por sus especiales particularidades. Se encuentra situada en el Pla de Sant Bernat y su huerta es regada por un entramado de acequias alimentadas por la acequia de Tormos. Posee un interés histórico, artístico y científico singular por constituir una magnífica muestra de compendio de la arquitectura señorial y rural de la huerta valenciana de los siglos XIII, XIV, XVI y XVIII, y por poseer elementos característicos de un estilo de vida, de explotación y de dominio del territorio, tanto medievales como modernos. Desde el Camino Viejo de Burjassot, a la derecha se sitúan un subgrupo de edificios, de los cuales uno abre fachada al Camino Viejo y el resto lo hacen al camino de La Alquería. La casa principal se sitúa a la izquierda y posee su acceso desde el camino que toma su nombre. La alquería poseyó diversas barracas destinadas a vivienda para labradores; hoy desaparecidas.

Es una edificación de dos plantas que posee un esquema de tres cuerpos paralelos al camino de La Alquería, un cuarto posterior, transversal a los anteriores. Se trata de una planta compleja, donde podemos distinguir junto al esquema tripartito, con un cuerpo central muy valorado, el cuarto cuerpo independiente y autónomo respecto de la estructura anterior; un espacio donde se ubican las estancias principales y desde el cual se abren las ventanas más significativas. La nave central, perpendicular a la fachada de acceso a la casa, domina por sus proporciones todo el espacio de la alquería. Alberga un espacio único, partido por un arco carpanel que marca una imposta moldurada que marca la coronación de los muros alisados. En el ventalló, compartido en dos ámbitos de proporciones similares, se sitúa la escalera al fondo que se desarrolla en dos tramos. Es de piedra trabajada en los pedataños y la baranda, que se ha modificado en su trazado en la parte superior.

La fachada al Camino de Burjassot, correspondiente al cuarto cuerpo transversal, es la que presenta mayor carga de representación pública con un mayor tratamiento de los huecos. Dos ventanas labradas con puzos se sitúan en la planta alta, mientras que en la baja huecos de piedra bien trabajada se protegen con rejas forjadas de angulares zoomórficas.

La construcción nº 2 se encuentra situada sobre el Camino Viejo de Burjassot y lindante por la izquierda con el camino de La Alquería, en los que se abren, en planta baja, una serie de arcos góticos apuntados construidos en alfilería que probablemente tienen su origen en la existencia de una lonja abierta al camino. La entrada, estancia principal, alberga la escalera y se une con el cuerpo posterior construido para corrales y almacenes. Destinada a vivienda la planta baja, allí se encuentran los espacios representativos de la vida doméstica, mientras que en la planta alta alberga habitaciones y espacios de almacenamiento de productos agrícolas. El edificio tuvo una implantación en fecha no determinada y adosándose a la derecha de la puerta de acceso un cuerpo que en la planta baja se usa como estable y en la planta alta como dormitorio. La casa es coetánea al edificio principal y las soluciones constructivas y acabados son similares.

La construcción nº 3 se sitúa sobre el Camino Viejo de Burjassot, al este de la anterior y compartiendo su muro medianero. De nuevo estamos ante una tipología diferente que contribuye a singularizar la excepcionalidad de esta alquería. Se trata de un edificio del siglo XVIII de dos plantas que se diferencia de las anteriores al incorporar la tradicional organización en planta baja característica de la arquitectura popular postmedieval, a la que se superpone una voluminosa andana que aún conserva el sistema de secado de labores. La composición en fachada es muy sobria. En ella su centro está remarcado por la puerta principal, originalmente sostenida con arco de medio punto, y flanqueada por los ventanales de las ventanas.

La construcción nº 4 está situada al norte de las dos anteriores compartiendo con ellas paredes medianeras. Posee fachada al Camino de la Alquería, aunque su acceso se realiza a través de un patio abierto orientado a norte y separado del camino por uno de los cuerpos que la constituyen. Los aspectos exteriores, puerta de acceso en alfilería con arco de medio punto, el alero, cornisa y dentón contemporáneos respecto a las decoradas anteriormente. Las fábricas de tapia datan del siglo XIV. Sus rotundos volúmenes y la escasa presencia de ventanas hacen pensar en su dedicación fabril o productiva, pudiendo tratarse de una construcción vinculada a la acequia. Colindante con la casa principal nos encontramos con el huerto-jardín cerrado, separado del exterior por un muro de mampostería. Responde a la tradición milenaria del Hortus Conducus cuyo fin era tanto de resguardarlo como de disponer de un lugar íntimo de esparcimiento. La acequia que alimentaban las acequias de la alquería entre las que se encuentra la acequia de Ferrand y el brazo de Les Barraques, que proceden de la acequia madre de Tormos; ésta pertenece a la red de riego de la Huerta Valenciana anterior a la conquista cristiana de 1238.

La Alquería de la Torre
 Se trata de una alquería consistente en un potente edificio que incorpora una antigua torre, como consecuencia de la remodelación en torno al año 1780 de una vieja alquería tardomedieval. La planta se estructura en torno a un patio, disponiendo de una larga fachada perpendicular al camino y recorrida por una pérgola que une con el jardín histórico. Un murete cierra la edificación y jardín del camino y las tierras. Cuenta con un edificio anexo en el lado norte del conjunto donde se sitúan los corrales y almacén, el cual se alinea con la fachada principal. La torre, que da nombre a la alquería, sobresale del conjunto como un cuerpo coronado por almenas, enfatizando el carácter singular de este elemento.

AJUNTAMENT DE VALENCIA
 ÀREA DE URBANISME VIVIENDA Y CALIDAD URBANA - DIRECCION GENERAL DE PLANEAMIENTO

2/4

REVISIÓN SIMPLIFICADA DEL PLAN GENERAL DE VALENCIA
 CATALOGO DE BIENES Y ESPACIOS PROTEGIDOS
 Ordenación Estructural

EPA – CONJUNTO ALQUERIA DEL MORO Y ALQUERIA DE LA TORRE

5. REFERENCIAS TECNICAS:



Vista Lateral de la Alquería del Moro



Fachada de la Alquería de la Torre recayente a la Calle Alquería del Moro

6. VALORES PATRIMONIALES:

Valoración arquitectónica:
 Tipología
 Morfología

Valoración urbanística:
 Consolidación-Ocupación del territorio
 Espacios Libres
 Hitos urbanos

Valoración paisajística y ambiental:
 Calidad paisajística
 Escala espacio libre-edificado
 Calidad del espacio público
 Calidad del espacio edificado
 Patrimonio botánico

Valoración socio-cultural:
 Valores históricos
 Valores culturales
 Valores arqueológicos
 Valores socio-económicos

7. AMBITO DE PROTECCION:



Planesamiento vigente SIGESPA con ámbito arqueológico propuesto

AJUNTAMENT DE VALENCIA
 ÀREA DE URBANISME VIVIENDA Y CALIDAD URBANA - DIRECCION GENERAL DE PLANEAMIENTO

3/4

REVISIÓN SIMPLIFICADA DEL PLAN GENERAL DE VALENCIA
 CATALOGO DE BIENES Y ESPACIOS PROTEGIDOS
 Ordenación Estructural

EPA – CONJUNTO ALQUERIA DEL MORO Y ALQUERIA DE LA TORRE

8. CONDICIONES DE TRANSFORMACION:

Las condiciones de transformación quedan establecidas en el planesamiento vigente y en las normas específicas del Catálogo con suficientes garantías para la salvaguarda de los valores patrimoniales del EPA-Alquería del Moro y Alquería de la Torre.

9. NORMATIVA DE APLICACION:

Con carácter general será de aplicación la Ley 16/1985 de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE de 29 de junio de 1985), la Ley del Patrimonio Cultural Valenciano (LPCV) – Ley 4/1998 de 11 de junio, del Consell de la Generalitat (DOGV nº 5.267 de 19/06/1998), modificada por la Ley 7/2004, de 17 de octubre y por la Ley 5/2007, de 9 de febrero, así como la Ley Urbanística Valenciana (LUV) – Ley 16/2005 de 30 de diciembre, del Consell de la Generalitat (DOGV nº 5.167 de 31/12/2005).

Además, serán de aplicación las condiciones y determinaciones urbanístico-patrimoniales establecidas por el Plan General de Ordenación Urbana de Valencia RC. 28/12/1988 (BOP 14/01/1989) o planesamiento que lo sustituya.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

DEL REY AYNAT, M. (1990). "Arquitectura rural valenciana". Geografía Valenciana La casa viva. Valencia
 DEL REY AYNAT, M. (1998). *Arquitectura rural valenciana: tipos de casas dispersas y análisis de su arquitectura*. Valencia.
 DEL REY AYNAT, M. (2000). "La ciudad barroca. La ciudad y la huerta". Levante ed., fascículo 26
 DEL REY AYNAT, M. (2002). *Alquerías. Paisatge i arquitectura en l'horta*. Valencia.

11. OBSERVACIONES:

Los restos arqueológicos se encuentran ubicados en el subsuelo del BIC "Alquería del Moro" y su entorno declarado: BOE 01.04.2004

No se puede alterar la planta de los edificios ni añadir elementos edificados nuevos. En la restauración y conservación de los edificios se deben emplear materiales acordes a los existentes en el edificio.

Referencia Catastral parcelas afectadas:
 001900500YJ27E
 001900500YJ27E
 001900500YJ27E
 12000344690AD

AJUNTAMENT DE VALENCIA
 ÀREA DE URBANISME VIVIENDA Y CALIDAD URBANA - DIRECCION GENERAL DE PLANEAMIENTO

4/4

1.5. EL ESTADO ACTUAL DE LA ALQUERÍA

Con la transformación de la sociedad moderna, poco a poco se ha llevado a cabo el abandono de la vida en el campo. La creciente demanda de nuevas viviendas en la ciudad ha implicado la desaparición de los cultivos en el entorno próximo del conjunto, conllevando al abandono de la alquería y a la pérdida de su función de casa rural.

Lamentablemente, el edificio perdiendo su función, se ha colocado en una situación desfavorecida para su conservación cara a una transmisión del patrimonio a las generaciones futuras, cayendo en un estado de abandono que permanece hoy en día.

La importancia de la protección de nuestro patrimonio es un tema que no se puede descuidar, sobre todo en edificios con una fuerte identidad local que se imponen como testigo de las tradiciones de la ciudad.

Por otro lado, se puede notar una considerable concienciación sobre los problemas anteriormente expuestos, tanto que en los últimos años se ha empezado un proyecto para la rehabilitación y restauración de la Alquería del Moro que en la actualidad alberga el consejo de la huerta y forma parte del conjunto de la Alquería de la Torre. Podemos apreciar que al día de hoy se están invirtiendo, de manera creciente, recursos para la conservación del patrimonio y la intervención en la Alquería del Moro es un ejemplo no indiferente en este cambio de ruta.

A tal propósito, el Ayuntamiento ya tiene previsto y redactado un proyecto para la rehabilitación estructural y restauración del edificio, confiando al mismo una función de interés e impacto social que atrae interés al edificio y a su conservación posterior. El proyecto data de 2007 y consiste en transformar la alquería en un centro gastronómico ligado a la tradición hortícola, siguiendo la idea de convertir todo el conjunto (Alquería del Moro, Alquería de la Torre y el Casino del Americano) en un polo dedicado a la tradición de la huerta y su fomento.(3)

Sin embargo, durante el año pasado (2022) se han planteado distintas soluciones, parece ser por lo tanto que el ayuntamiento está valorando otras opciones, de las cuales la más plausible parece ser la de convertir el edificio en un centro de juventud. Siguiendo esta segunda propuesta habría que empezar la redacción de un nuevo proyecto por lo cual se puede esperar que esta indecisión conlleve a una prórroga en el inicio del proyecto de restauración.(8)

Finalmente, es importante señalar que durante la redacción de este trabajo, el ayuntamiento de la ciudad de Valencia cambió de signo político (28 mayo 2023) por lo que es posible que esta nueva circunstancia dilate, todavía más, la rehabilitación de este edificio.

1.6. TIPOLOGÍA Y DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

A la hora de abordar un estudio estructural es imprescindible conocer el tipo de edificio, la estructura y su materialidad. Por lo tanto, en esta sección del trabajo se analizará la alquería primero desde un punto de vista tipológico, según la clasificación de Miguel del Rey; a continuación, se abordará un estudio de su distribución y volumetría y al final se analizarán los materiales y la estructura del edificio.

Según la clasificación de Miguel del Rey, podemos considerar que la arquitectura del mundo rural de Valencia se puede reflejar en 4 estructuras básicas: casa patio, casa compacta, barraca y torre. En el panorama valenciano la más común es la tipología de casa compacta que se puede clasificar a su vez según crujías que componen su estructura.(9)

Para el estudio de la Alquería de la Torre se pueden analizar varias de estas estructuras.

En primer lugar, se puede identificar el sistema de casa patio ya que los volúmenes que componen la alquería se articulan alrededor de un gran corral que permite una división de las funciones presentes en el edificio así como una conexión entre las mismas resolviendo las circulaciones internas.(11)

A continuación, podemos identificar el esquema de casa compacta en la articulación del volumen principal que tiene de hecho una función residencial. Se define por tanto por un volumen unitario donde compositivamente se identifican dos crujías, paralelas al muro de fachada, que coordinan su estructura de muros de carga.(11)

Finalmente, el elemento que más destaca desde el exterior de la alquería y del cual toma su nombre es la torre, aproximándonos también a otro esquema presente en la alquería, o sea el de casa torre que se anexa a la alquería y habiéndose integrado a lo largo de los años como un volumen más que engloba una de las funciones principales del edificio.(11)

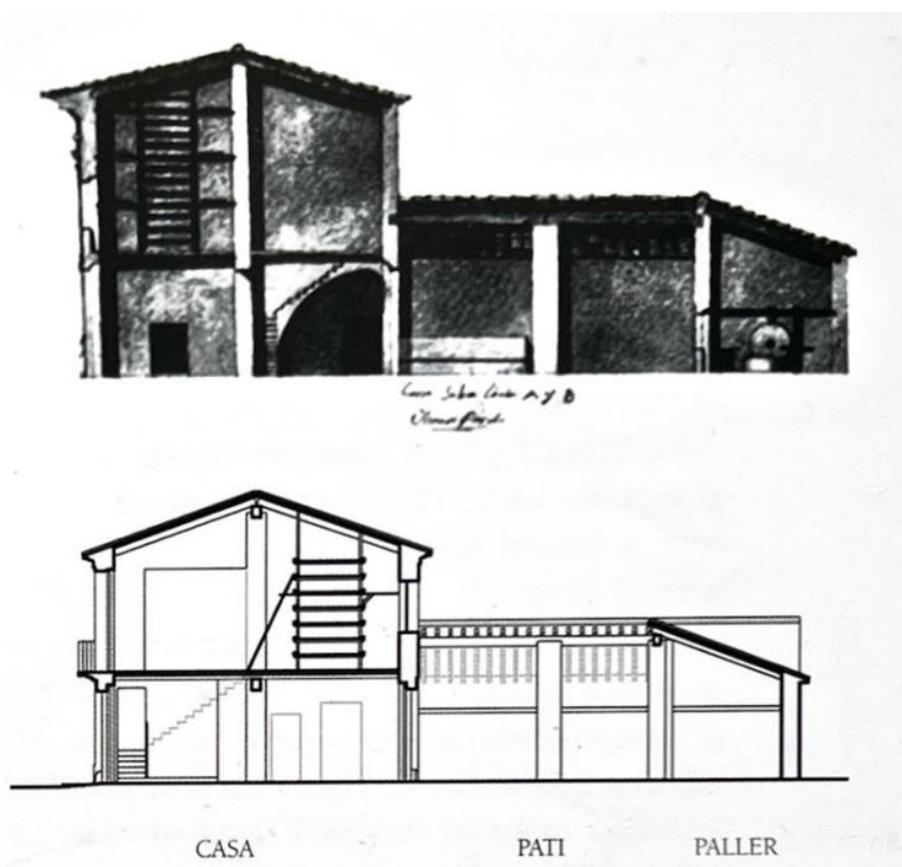


Imagen 11. Esquema de casa patio por Miguel del Rey Aynat (4)

Este elemento que se presenta como tan llamativo en una casa señorial, constituía un elemento constante en el paisaje de la ciudad de Valencia. Sin embargo, la finalidad de estos elementos en un principio era de tipo defensivo y ligado a la seguridad. El significado de dicha torre ha cambiado a lo largo de los años y sobre todo se va integrando de forma distinta a la casa en sí. De hecho, es un elemento que se veía como exento de la casa y ligado a su seguridad, y que pasa a ser un elemento integrado y una parte más de la casa, y permite a la misma conservar su carácter distintivo señorial, lo que la destaca de otras tipologías de alquerías.(10)



Imagen 12. Vista desde el exterior de la torre de la Alquería, Septiembre 2023 - fuente propia

1.7. DESCRIPCIÓN DE USOS DEL EDIFICIO

La Alquería de la Torre es una casa señorial y tiene como principales funciones la residencial así como volúmenes destinados a un uso agrario y económico. Alberga dos viviendas: la de los propietarios y la del administrador, ambas colocadas en el volumen principal que coincide con el más grande. Las dos se extendían sobre las dos plantas (más la entreplanta que divide en dos alturas una parte de la planta baja) que componen el edificio quedando la de los propietarios en la parte izquierda mientras que la del administrador en la parte derecha.

Un gran corral conectaba la zona de viviendas con la parte destinada a uso agrario que se ubicaba en los volúmenes de tamaño inferior colocados en la parte trasera compuesto por almacenes, caballerizas y otras zonas de servicio dedicadas a la explotación agrícola.

Además, encontramos un volumen anexo a la casa del administrador en la cual encontrábamos una zona dedicada a un uso más ligado a la economía de la alquería y gestionado por el administrador mismo.(11)

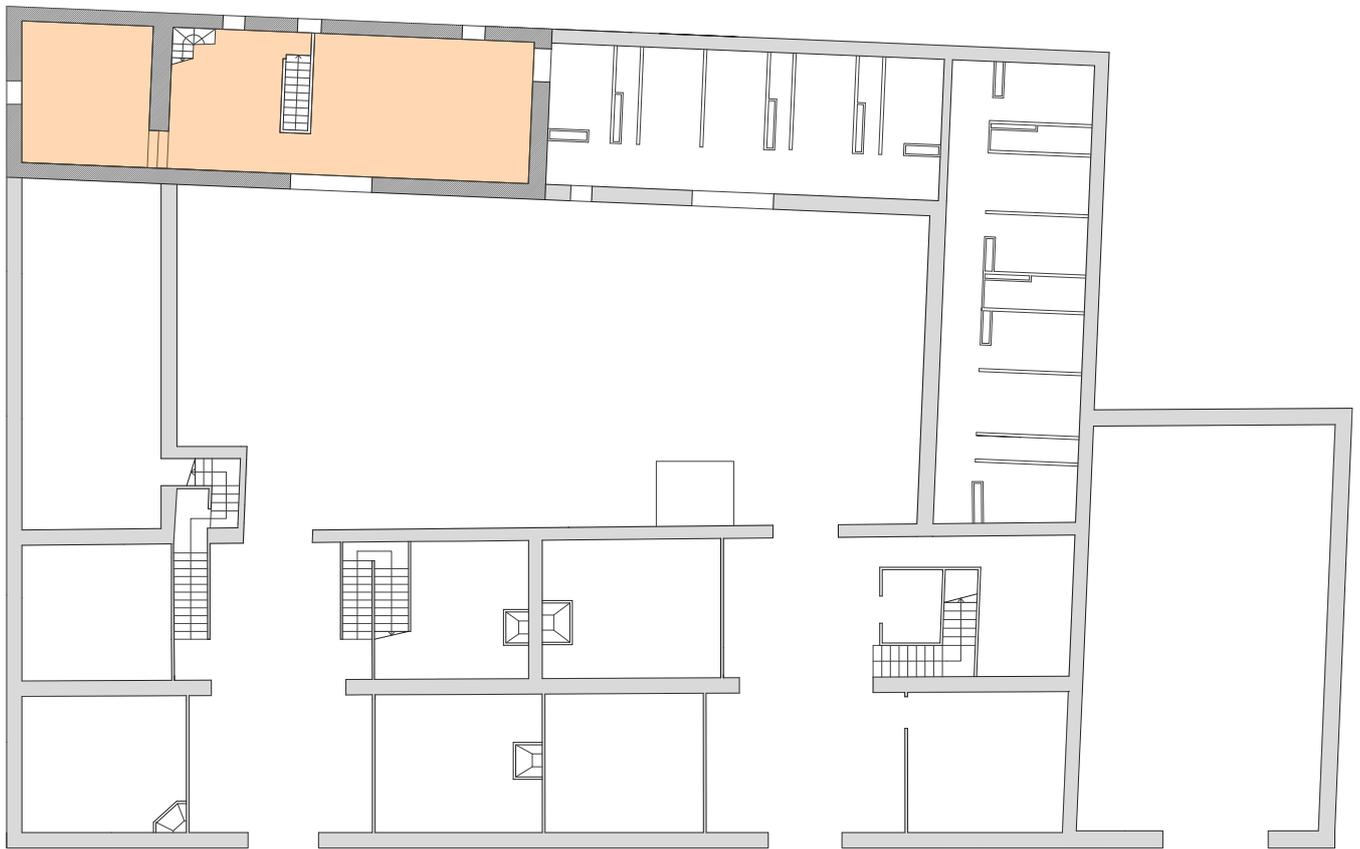


LEYENDA - PLANTA BAJA

USO AGRARIO/ECONOMICO VIVIENDA PROPIETARIOS VIVIENDA ADMINISTRADOR

ESCALA GRAFICA 1:250

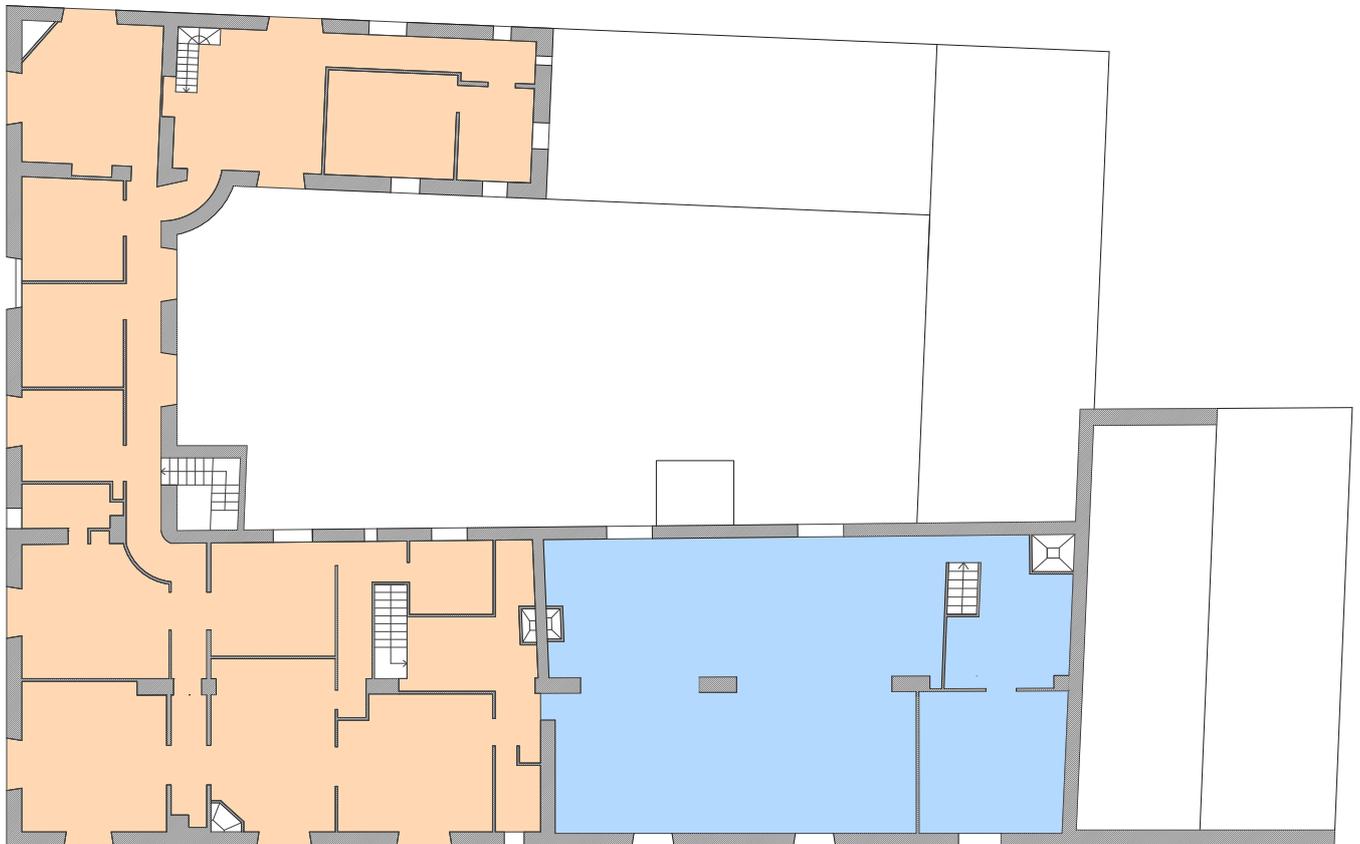
Imagen 13. Esquema de usos de la planta baja de la Alquería de la Torre - Producción propia (11)



LEYENDA - ENTREPANTALLA

- USO AGRARIO/ECONOMICO
- VIVIENDA PROPIETARIOS
- VIVIENDA ADMINISTRADOR

ESCALA GRAFICA 1:250



LEYENDA - PLANTA PRIMERA

- USO AGRARIO/ECONOMICO
- VIVIENDA PROPIETARIOS
- VIVIENDA ADMINISTRADOR

ESCALA GRAFICA 1:250

Imagen 14, 15. Esquema de usos de la entreplanta y planta primera de la Alquería de la Torre - Producción propia (11)

1.8. TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Para abordar los cálculos de vulnerabilidad sísmica, según el método italiano, se necesitará conocer detalladamente la estructura del edificio para poder clasificar sobre la base de estos datos la clase correspondiente al edificio en todos los puntos necesarios, proceso que está asociado a la obtención de los coeficientes de cálculo.

• CIMENTACIÓN

Tras una inspección visual por la imposibilidad de comprobar directamente la técnica empleada para los cimientos y su estado de conservación, dicho apartado se basará sobre suposiciones abordadas a partir de los datos disponibles sobre el edificio.

A falta de documentación del edificio sobre los cimientos pero considerando una constancia de sus fases de construcción y remodelación (datada al siglo XVIII), se puede suponer que en distintas fases del edificio se hayan podido utilizar materiales distintos, sin embargo simplificamos estas hipótesis suponiendo que la opción más verosímil coincide con la gran remodelación de la alquería. Por lo tanto, en dicho análisis, nos basamos en las técnicas constructivas y materiales tradicionalmente empleados en la arquitectura valenciana del mundo rural de la época.

Asimismo, como analizado en el Trabajo Final de Carrera: “Estudio patológico y constructivo de la Alquería del Moro”, el análisis anterior está soportado por un estudio geotécnico realizado en el conjunto de la Alquería del Moro que permite conocer la estratigrafía y composición del terreno para poder tener una idea más precisa sobre la construcción de los cimientos.(12)

A continuación, se adjunta los resultados obtenidos en el *estudio geotécnico realizado por Victor Algarra, Paloma Berrocal y Alejandro Vila en 2005*, sobre el cual se basa el análisis de la tesis citada:

“Del nivel 0’00-1’00 m: se encuentra un relleno areno-limosos con cantos.

Del nivel 1’00-5’00 m: esta capa del terreno se divide en dos niveles. El primero de ellos comprende desde 1’00-2’50 m, y está compuesta de limos arenosos finos, no plásticos y medianamente densos. El segundo nivel abarca desde los 2’50-5’00 m, y se compone de limos arcillo-arenosos de baja plasticidad y consistencia blanda.

Del nivel 5’00-5’80 m: se encuentra una costra carbonatada/calcrea, fragmentada y con intercalaciones de arcillas y arenas. Del nivel 5’80-10’50 m: la composición de esta capa es de limos arcillosos y arcillas limosas de baja plasticidad con nódulos carbonatados.

Del nivel 10’50-13’80 m: compuesto por un estrato granular formado por gravas calcáreas subangulosas con matriz arcillo-arenosa carbonatada.

Del nivel 13’80-20’40 m: la última capa estudiada está compuesta de arcillas limosas de baja plasticidad y limos arenosos con nódulos carbonatados y que presentan una consistencia de firme a muy firme.”

Así se expone, en el trabajo anteriormente mencionado, que se trata de como anteriormente supuesto de una prolongación de los muros de carga en lo que vendría a ser una zapata corrida en todo el perímetro, la zapata corrida tiene un espesor mayor con respecto a los muros de carga para resistir a toda la carga actuando sobre la misma y transmitir al terreno con un área de reparto mayor.

Los materiales de los cuales se compone son los mismos de los muros, es decir que está realizada con hormigón pobre y mampuestos recibidos con mortero de cal (material de unión que podemos apreciar en los muros de carga). (12) La zapata corrida, siendo una cimentación directa no llega a alcanzar una profundidad elevada y según la estratigrafía detectada se supone que se apoya en los estratos más resistentes, que corresponde con el de limos arenosos finos.

• ELEMENTOS VERTICALES RESISTENTES

La estructura portante del edificio está compuesta por muros de carga de un espesor aproximado de 50 cm, según la tradición constructiva de las alquerías de la época se puede especificar que los muros estaban dispuestos paralelamente a la fachada, en el lado mayor en planta para garantizar una mayor inercia y resistencia al conjunto. Tras un atento análisis del conjunto in situ y a la falta de revestimiento por erosión en varios puntos, podemos concluir que la técnica constructiva utilizada en los muros de carga es a base de mampuestos recibidos con mortero de cal y arena en la mayoría del conjunto. Los muros de fachada presentan un zócalo de ladrillo y también refuerzos del mismo material en las esquinas. Sin embargo, dadas las distintas fases constructivas se pueden apreciar otras técnicas presentes.



Imagen 16. Vista de los muros de la estructura resistente desde el interior, (12)



Imagen 17. Vista de los muros de la estructura resistente desde el exterior, Septiembre 2023 - fuente propia

• ESTRUCTURA HORIZONTAL FORJADOS

En este apartado del trabajo nos apoyaremos en la tesis “Levantamiento y propuesta de uso de la Alquería de la Torre” de la cual la autora es Patricia Perez Ceres. (11)

En ella se deduce que la estructura del forjado está compuesta por viguetas de madera de sección 15 x 20 centímetros con un intereje aproximado de 60 cm y una luz de 4.7 metros, que apoyan en los muros de carga a los cuales transmiten los esfuerzos del forjado.

Entre las viguetas, la solución adoptada es de revoltones de ladrillo que arrancan desde las viguetas. Sobre este sistema hay un relleno que permite la colocación del pavimento. Se estima que el espesor total del forjado, teniendo en cuenta las medidas de las viguetas y la técnica constructiva empleada es aproximadamente de 20-25 centímetros.

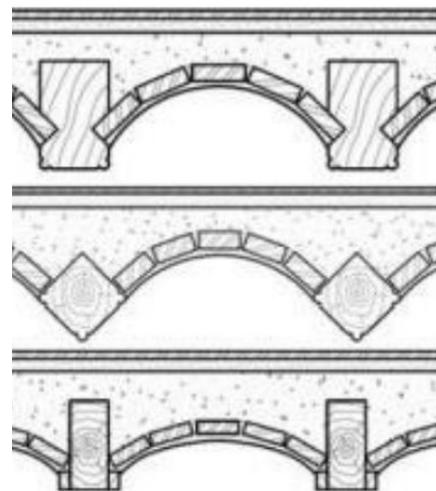


Imagen 18. Detalle de forjados de madera con técnica de revoltones, 2009. Diodato



Imagen 19. Vista interior del forjado (11)

- CUBIERTA

Durante la visita in situ y la inspección visual de los materiales y técnicas, no se ha podido acceder al interior del edificio por problemas ligados a la seguridad del mismo. En el análisis de este apartado, así como para apartados a continuación relacionados con elementos que solo se podrían investigar desde el interior del edificio, se utilizarán trabajos y tesis de apoyo cumplimentadas por soporte gráfico.

Utilizando una imagen satélite proveniente de *Google earth pro* (en la imagen a continuación) se ha podido constatar que existen 6 cubiertas que cubren los distintos volúmenes que forman el conjunto del edificio y se pueden dividir en dos tipos diferentes.



Imagen 20. Vista volumetrica de la Alquería de la torre donde se pueden apreciar las cubiertas descritas - Google Earth Pro

En el caso de la cubierta principal la referencia que se ha tomado proviene del trabajo de fin de máster "*Las arquitecturas de la huerta Valencia: La Alquería de la Torre (Valencia)*" (11) y del trabajo de fin de grado "*Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre*" (12) que tuvo la oportunidad de acceder y documentar su visita.

En las fotos podemos apreciar que los volúmenes están cubiertos en mayor parte por cubiertas inclinadas a un agua y a dos aguas en el volumen de mayor dimensión.

La base de estas cubiertas son unas vigas de madera que se apoyan en los muros de carga a través de los cuales se transmiten las cargas hasta llegar a la cimentación y consecuentemente al terreno, se estima visualmente a falta de mediciones precisas una sección de estas vigas de 30 x 15 cm. Encima de las vigas se apoyan unos rastreles de madera sobre los cuales se apoyan los ladrillos cerámicos que conforman el tablero que hace de apoyo a las tejas curvas que representan el revestimiento exterior de la cubierta y están cogidas con material de agarre.

En el caso de la cubierta a dos aguas la viga cumbre se apoya en un muro central.

En el caso de la nave lateral (volumen anexo), la cubierta es de una agua y está compuesta por una chercha con elementos de madera y metal que llega al muro de carga. La misma sustenta la subestructura de la cubierta formada, como en el caso anterior, por rastreles de madera que están cubiertos por cañizo y finalmente sobre el mismo se colocan las tejas con su material de agarre.

La cubierta de la torre una cubierta plana transitable realizada con una materialidad parecida a las restantes cubiertas del conjunto, en la foto a continuación se puede apreciar la fábrica de ladrillo que se encontraba revestida.



Imagen 21. Vista interior la cubierta a dos aguas y de la viga cumbre (12)



Imagen 22. Vista exterior de la cubierta plana de la torre de la Alquería (11)



Imagen 23. Vista interior de la cubierta de la nave lateral (12)

- HUECOS

Para el análisis de la técnica constructiva utilizada para los huecos se han podido inspeccionar sólo las partes de fachada que dan a la calle, consecuentemente se han consultado los trabajos anteriormente citados para estudiar los huecos presentes en la parte interior del edificio, es decir los huecos abiertos hacia el corral.

Los huecos exteriores son de un tamaño importante y están realizados mediante dintel jambas de ladrillo macizo y carpinterías de madera. Los mismos se encuentran cerrados por rejas metálicas empotradas en los muros. A cambio los huecos de las zonas de paso de los espacios orientados hacia el patio están ejecutados con arcos de medio punto.(11)



Imagen 24. Vista exterior de la ventana, Septiembre 2023 - fuente propia

- PARTICIONES INTERIORES

Las particiones interiores están realizadas con ladrillo colocado a panderete, consecuentemente enlucido con yeso y pintado. Como se puede apreciar en las fotos del interior, hay numerosas pinturas de interés realizadas con pinturas al temple.(12)



Imagen 25. Vista de las pinturas al temple con decoraciones florales y frutos o picos de la Huerta de Valencia (11)

- PAVIMENTOS

En el interior quedan lamentablemente pocos restos de los pavimentos y se concentran sobre todo en la zona de los accesos principales y se trata de pavimentos de materiales pétreos. Además, en otras zonas interiores, tal como la zona de las escaleras y de las dependencias de la vivienda se hallan pavimentos de épocas posteriores que no son por lo tanto originales y no tienen valor cultural. Estos pavimentos se componen de baldosas de barro completadas por baldosas cerámicas con motivos florales y con un acabado vidriado.(12)

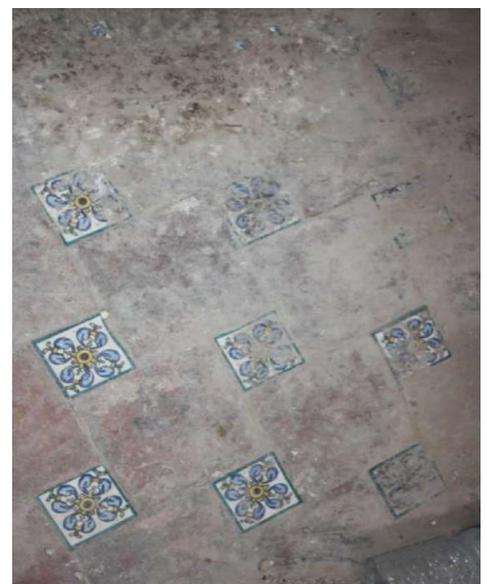


Imagen 26. Vista de los restos del pavimento de la Alquería (12)

- ESCALERAS

Todas las escaleras (a excepción de la de la torre) son de la misma tipología, se trata de escaleras tabicadas de tramos verticales. Los peldaños están realizados con mampuestos de pequeño tamaño recibidos con yeso y cubiertos por piezas cerámicas de mayor tamaño. La escalera de acceso a la torre presenta una tipología distinta, está ejecutada con el esquema de escalera de caracol ejecutada también sobre una base de bóveda tabicada y se conforma mediante el uso de ladrillo macizo trabado con argamasa de cal.(11)



Imagen 27. Vista interior de la escalera de tramo recto (12)



Imagen 28. Vista interior de la escalera dela Torre (12)

1.9. LEVANTAMIENTO Y PLANOS

Para el levantamiento de los planos necesarios para el estudio del edificio y la aplicación del método italiano, se tomará como referencia el material gráfico proporcionado en los libros de Miguel Del Rey y de los trabajos y estudios realizados precedentemente sobre la alquería. A pesar de la imposibilidad de acceder en el interior, se han podido tomar varias medidas de referencia del exterior, realizando por lo tanto una toma de medida in situ. A partir de las medidas tomadas de los elementos colocados al exterior, un croquis realizado por Patricia Perez Ceres en su trabajo "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre"(12), su toma de datos proporciona medidas también relativas a algunas partes del interior del edificio además de los planos existentes, se ha procedido a pasar a soporte digital con el uso del programa Autocad y con la herramienta polilínea para crear contornos cerrados de los elementos estructurales.

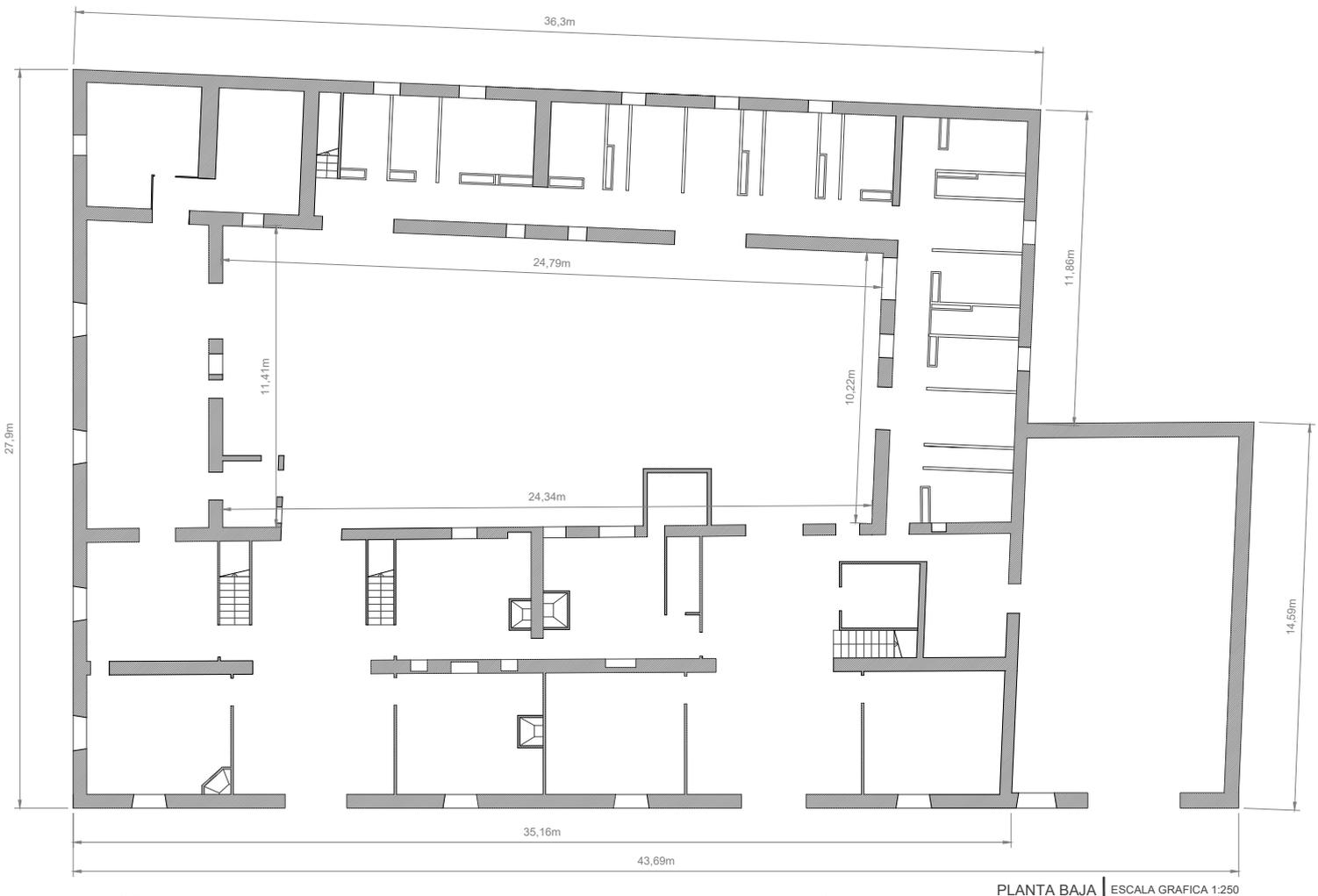
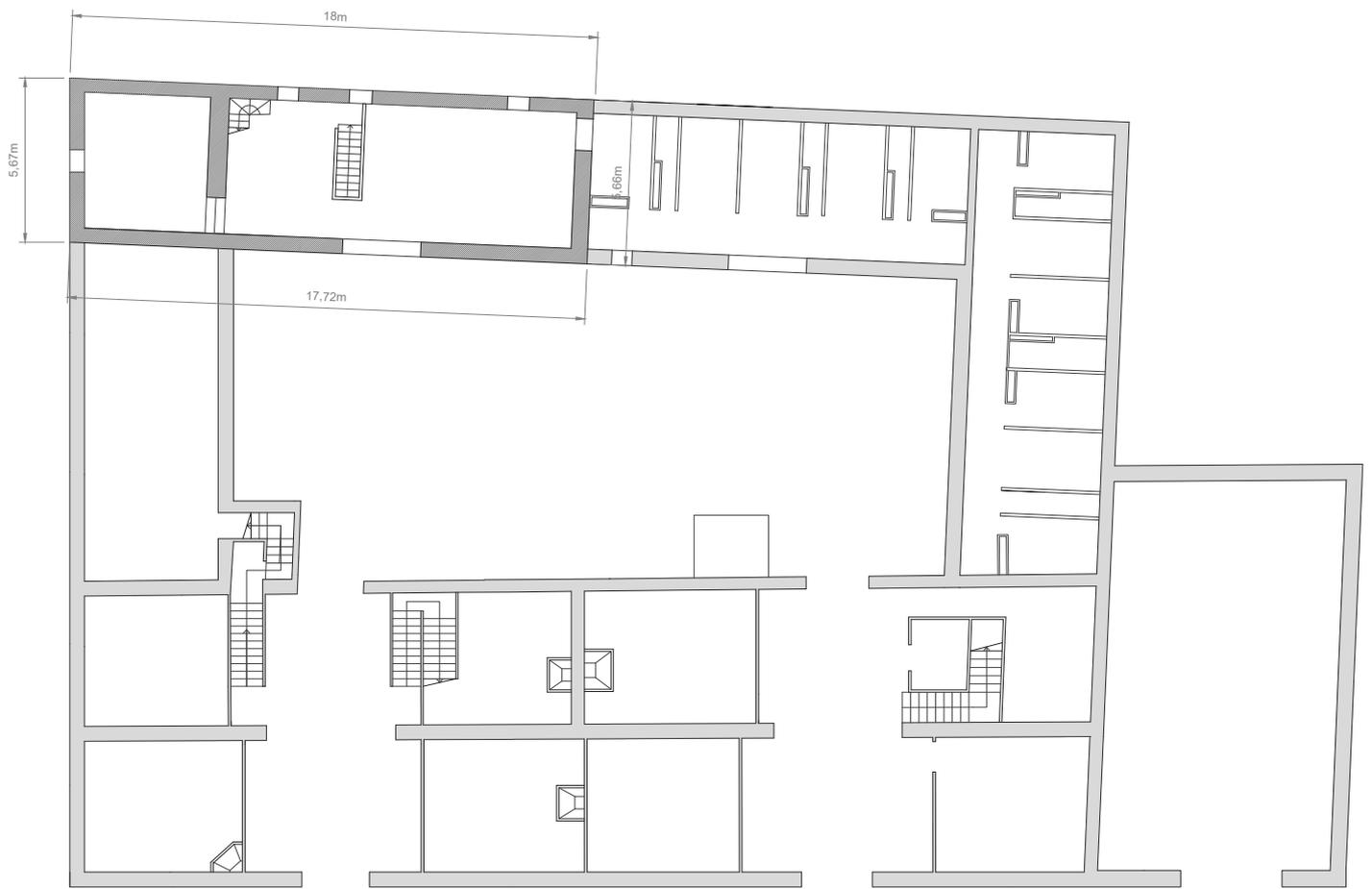
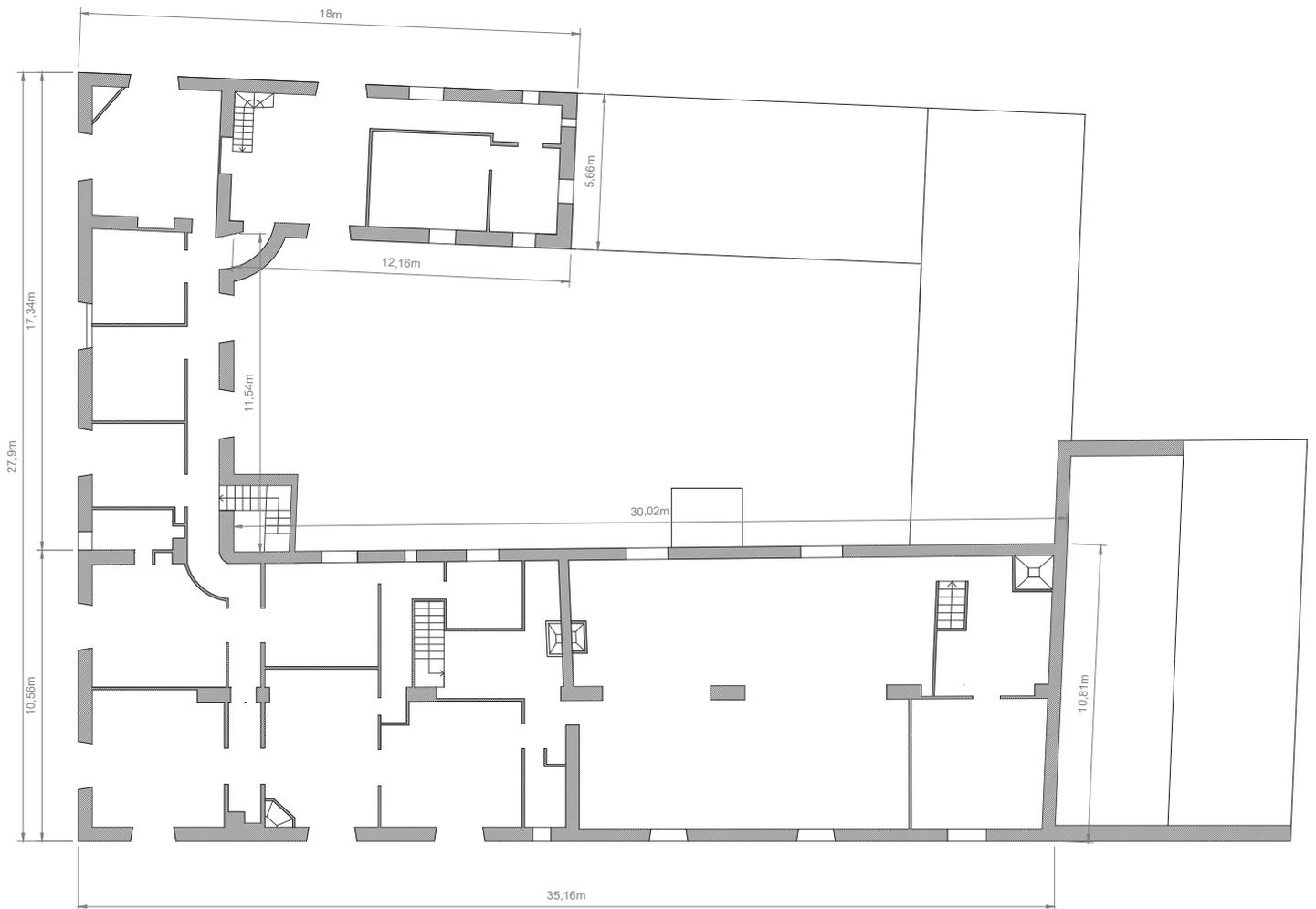


Imagen 29. Plano de la planta baja de la Alquería de la Torre - producción propia (12)



ENTREPLANTA | ESCALA GRAFICA 1:250



PLANTA PRIMERA | ESCALA GRAFICA 1:250

Imagen 30, 31. Plano de la entreplanta y planta primera de la Alquería de la Torre - producción propia (12)

2. ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

2.1. LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

La vulnerabilidad sísmica representa la predisposición del edificio, dependiendo de sus características, a sufrir daños causados por la acción del sismo. El estudio de la misma permite prever su comportamiento frente al mismo y estimar los daños que se podrían producir en la estructura.

Hoy en día los edificios de obra nueva tienen que cumplir obligatoriamente con la “*Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación*” (13) que fija los parámetros estructurales y constructivos a verificar. La normativa se basa sobre todo en el tema de la seguridad de los usuarios que es también el objetivo principal que habrá que abordar con el estudio de vulnerabilidad sísmica. Cabe destacar que también se centra en criterios y reglas de diseño que puedan además de garantizar la seguridad de las personas, limitar daños y pérdidas económicas ligadas a los terremotos.

Sin embargo, si por un lado hoy en día hemos avanzado significativamente en el estudio y redacción de normativas relativas a mejorar en manera creciente la calidad de los edificios y aumentar su seguridad frente a la acción de terremotos esto se puede aplicar solo a los edificios de obra nueva. Por otro lado, hay que considerar que en ciudades con una larga tradición cultural, como puede ser el caso de Valencia, los edificios de obra nueva no representan más que una parte de todos los edificios construidos. De allí surge la importancia de este análisis ya que la respuesta de edificios construidos antes de las normativas y que puedan considerarse interesantes por su valor histórico y de antigüedad, de manera que sea posible su adecuada conservación y poder así evitar daños irreparables.

Dadas las superposiciones de culturas y etapas históricas distintas en Valencia, el listado de obras objeto de interés local es extenso, en este trabajo se ha optado por estudiar una tipología de edificio que pertenece a la arquitectura presente en el panorama rural de la ciudad aunque este análisis se podría extender a muchos edificios del casco antiguo.

En adición también se puede hacer referencia a “*Plan Especial frente al riesgo sísmico en la Comunitat Valenciana*” (14) que trata de analizar el riesgo sísmico de la comunidad y proporciona parámetros relevantes para su análisis.

Tras su estudio se puede concluir que la Comunidad Valenciana se encuentra en un área cuya actividad sísmica no se puede despreciar del todo, a raíz también de los terremotos que ha sufrido en la historia que han provocado daños significativos como por ejemplo el terremoto de Torrevieja de 1829.

El plan proporciona una zonificación frente al riesgo sísmico y coloca el municipio de Valencia, donde se ubica la alquería de la Torre, como zona de riesgo medio.

En este documento podemos encontrar valores relativos a dos estudios que la comunidad promovió en el año 2010, uno relativo a la peligrosidad sísmica y otro relativo a su vulnerabilidad.

Los datos proporcionados para el municipio de Valencia prevén una intensidad sísmica esperada en los próximos 500 años de 7.5 según el mapa que proporciona el estudio de peligrosidad sísmica que coloca Valencia en un nivel superior a un grado VII (EMS) que corresponde a un sismo que podría suponer daños moderados a los edificios, y en caso de tratarse de edificios en condiciones precaria como la alquería analizada podría suponer daños de naturaleza más grave.

Para evaluar la vulnerabilidad del edificio, se optará por la aplicación del método italiano en este estudio en cuanto es un método aproximado estudiado para edificios que se encuentran sobre todo en centros históricos y realizados en mampostería, por lo tanto asemejables al edificio analizado. Posteriormente se procederá a un análisis de tipo constructivo con la propuesta de mejora para reducir su sensibilidad frente a un posible sismo.

2.2. EL METODO ITALIANO

El , como su propio nombre indica, nace en Italia tras una toma de conciencia sobre la importancia de la prevención de problemas estructurales ligados al sismo. Siendo Italia una zona con una actividad sísmica relevante, a lo largo de los años se habían registrado varios fenómenos que habían conllevado numerosos daños a la sociedad y economía del país. La importancia de la tradición y patrimonio ha abierto el paso a una política de prevención y sobre todo de protección de los cascos antiguos de pueblos y ciudades así como de otros edificios que podrían sufrir daños en ocasión de sismos futuros, ya que la mayor parte del país tiene un riesgo considerable.

Dentro de los distintos métodos que se empezaron a desarrollar, desde un análisis muy detallado de los edificios hasta una más general, emplearemos un método que se define a escala intermedia y no requiere una preparación altamente especializada. (15)

Se comienza a desarrollar en los años setenta del siglo pasado y se describe de manera más oficial en 1982, año desde el cual empieza su utilización de manera más frecuente en el panorama italiano y luego internacional.

A pesar de poderse calificar como poco preciso, debido a que se apoya en cálculos estructurales simplificados y en una categorización de parámetros más relevantes relativos al daño estructural, el método se puede definir como muy fiable ya que ha sido investigado a lo largo de las universidades de todo el país. Tras estos estudios se ha publicado un formulario con instrucciones precisas y determinadas que eluden interpretaciones discordes. (16)

La manera en la cual se procederá es analizando una serie de parámetros propuestos, cada uno clasificado según la importancia que tiene como elemento resistente del edificio y su influencia en caso de sismo, cuestión que se tendrá en cuenta ponderando los distintos parámetros. Se dividirán por lo tanto en: elementos de gran importancia, elementos importantes y elementos secundarios. A cada uno de los parámetros analizados se le asignará una clase que corresponde a un coeficiente. La clase más alta es la que se asemeja a el comportamiento de los edificios realizados siguiendo las limitaciones y normativas sísmicas vigentes hoy en día; la segunda clase comprende un comportamiento que se asemeja, aun presentando diferencias, a la primera en cuanto no prevé grandes problemas ligados a la resistencia de los elementos en condiciones de sismo; finalmente, la tercera y la cuarta tienen ya una respuesta más sensible frente a un posible sismo y presentan incrementos importantes en la vulnerabilidad del edificio.

Los parámetros a analizar serán:

1. Organización del sistema resistente de la estructura vertical
2. Calidad y naturaleza del sistema resistente
3. Resistencia convencional
4. Posición del edificio y de la cimentación
5. Diafragmas horizontales
6. Configuración en planta
7. Configuración y elevación
8. Distancia máxima entre muros
9. Tipo de cubierta
10. Elementos no estructurales
11. Estado de conservación

El índice de vulnerabilidad se obtendrá por el sumatorio de k multiplicado por w . El coeficiente k es dado por las características y la clase de cada parámetro analizado mientras que w es un coeficiente de ponderación según la influencia del parámetro en el comportamiento del edificio frente al sismo. (15)

VALORES CORRESPONDIENTES A CADA PARÁMETRO

Parámetros	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Peso W_i
1. Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1,00
2. Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0,25
3. Resistencia convencional	0	5	25	45	1,50
4. Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0,75
5. Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1,00
6. Configuración en planta	0	5	25	45	0,50
7. Configuración en elevación	0	5	25	45	1,00
8. Distancia máxima entre los muros	0	5	25	45	0,25
9. Tipo de cubierta	0	15	25	45	1,00
10. Elementos no estructurales	0	0	25	45	0,25
11. Estado de conservación	0	5	25	45	1,00

Tabla 1. Escala de vulnerabilidad, 1984, Benedetti y Petrini (15)

2.3. APLICACIÓN DEL METODO ITALIANO

1. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA

El primer parámetro que se analiza es cómo se articula la estructura vertical y la conexión presente entre los elementos. En este parámetro no se tendrá en consideración el material sino la “eficiencia de la conexión” entre las paredes verticales y ortogonales entre sí para evaluar cuánto efectivamente la estructura tiene un comportamiento en “cajón”.

Se estudiará el edificio según sus características y se le asignará una clase de la A (clase más alta) a la D (clase más baja) que corresponde a un coeficiente. (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Edificio construido de acuerdo con las recomendaciones de la norma Española para la construcción sismo-resistente, específicamente del apartado 4.1 de dicha norma.	0
CLASE B: Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre o de adaraja en los muros, capaces de transmitir acciones cortantes verticales.	5
CLASE C: Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.	20
CLASE D: Edificio con paredes ortogonales no ligadas.	45

Tabla 2. Clases para la evaluación de la organización del sistema resistente de una estructura, 1984, Benedetti y Petrini (15)

Dado el edificio podemos apreciar que su sistema de muros de carga se compone por elementos verticales en dos direcciones ortogonales entre sí. Sin embargo, para la determinación de la clase podemos empezar excluyendo la clase A, en cuanto el edificio claramente no presenta las limitaciones exigidas por parte de las normativas sismo-resistente para las nuevas construcciones y tampoco presenta consolidaciones o reparaciones en los muros que hagan frente a las prescripciones de las mismas.

También excluimos la clase D al estar las paredes ligadas entre sí y no presentando signos de inestabilidad.



Imagen 32. Vista de como se apoya el forjado al muro de carga (12)

Se considera que el edificio pertenece a la clase C, en cuanto, tras un cuidadoso análisis del material gráfico incluido en los trabajos que se han tomado precedentemente en referencia, no se puede apreciar la presencia de vigas de amarre que conecten los muros a lo largo de todo el edificio (elemento que elevaría el sistema vertical a uno de clase B).

Tras un análisis a simple vista parece que los forjados se apoyan directamente en los muros y no se aprecia la presencia de vigas que mejoren el comportamiento general de la estructura (teniendo una función resistente y sirviendo como elemento eficaz de reparto de cargas).

Concluimos por lo tanto que se trata de una **CLASE C** → $K_i = 20$ (coeficiente asociado a la clase) , $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

2. CALIDAD Y NATURALEZA DEL SISTEMA RESISTENTE

El segundo parámetro a analizar se enfoca en la mampostería. Se estudiarán por lo tanto sus características y tipología para determinar la clase a la que pertenece. Esta clasificación se basará en dos factores: el primero analizará el material empleado y la forma de las piezas que constituyen el muro de mampostería. El segundo estudiará dentro del sistema del muro la homogeneidad de los materiales y de los elementos que lo conforman.

Se investigará por lo tanto el material en sí que compone la estructura vertical para que se asegure su resistencia y correcto comportamiento. (15)

Clase de vulnerabilidad	k_i
CLASE A: Mampostería en ladrillo o bloques prefabricados de buena calidad. Mampostería en piedra bien cortada, con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro. Presencia de ligamento entre las piezas	0
CLASE B: Mampostería en ladrillo, bloques o piedra bien cortada, con piezas bien ligadas más no muy homogéneas en toda la extensión del muro.	5
CLASE C: Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento.	25
CLASE D: Mampostería en piedra irregular mal trabada o ladrillo de baja calidad, con la inclusión de guijarros y con piezas no homogéneas o privadas de ligamento.	45

Tabla 3. Clases para la evaluación de la calidad y naturaleza del sistema resistente de una estructura, 1984 (15)

Este parámetro ha sido comprobado directamente in situ, ya que se ha podido efectuar una inspección visual de los paramentos exteriores. Tras la erosión del revestimiento en algunas zonas del exterior se han podido recabar informaciones sobre su composición. Se ha concluido que se trata de mampuestos de una geometría irregular recibidos con mortero de cal y arena. Se ha hallado además la presencia de ladrillos como refuerzo en diferentes zonas (zócalo, esquinas, jambas y dintel de huecos).

Se pueden por lo tanto excluir las primeras dos clases ya que se asocian a estructuras realizadas con fábrica regular y de piezas homogéneas. Sin embargo a pesar de la irregularidad de los mampuestos, se puede notar que si están bien ligados entre ellos con un material conglomerante que se utiliza como pegamento. Mientras con respecto a los ladrillos se puede notar que presentan tamaños irregulares y probablemente se trate por lo tanto de un material de baja calidad.



Imagen 33, 34. Detalle de la estructura resistente vertical desde el exterior, Septiembre 2023 - fuente propia

Concluimos por lo tanto que se trata de una **CLASE C** → $K_i = 25$ (coeficiente asociado a la clase) , $W_i = 0,25$ (coeficiente asociado al parámetro).

3. RESISTENCIA CONVENCIONAL

En este apartado se procederá al cálculo de la resistencia con el fin de asegurar un eficiente comportamiento en cajón. Se requiere un método simplificado y se determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada que determinará las características de resistencia. Los factores que confluyen en la asignación de una clase con respecto a la otra son fundamentalmente dos: por un lado, influye el tipo de material tanto como la forma de los elementos de la mampostería y por el otro su homogeneidad a lo largo de la extensión del muro.

Para poder entrar en la tabla y obtener la clase de referencia para el cálculo es necesario calcular $\alpha = C/\hat{C}$

Donde \hat{C} es un coeficiente sísmico de referencia que se considera igual a 0,4 y es el valor previsto en las zonas de primera categoría sísmica y establecido por un decreto ministerial italiano.(15)

Clase de vulnerabilidad	k_i
CLASE A: Edificio con $\alpha \geq 1$.	0
CLASE B: Edificio con $0.6 \leq \alpha < 1$.	5
CLASE C: Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.	20
CLASE D: Edificio con $\alpha < 0.4$.	45

Tabla 4. Clases para la evaluación de la resistencia convencional de una estructura, 1984, Benedetti y Petrini (15)

La incógnita de esta operación es la C que habrá que calcular con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{a_0 \tau_K}{q N} \sqrt{1 + \frac{q N}{1.5 a_0 \tau_K (1 + \gamma)}} \quad \text{Imagen 35. Fórmula obtención de C (15)}$$

Donde:

$$q = \frac{(A + B)h}{A_t} P_m + P_s$$

Imagen 36. Fórmula obtención de q (15)

N = 1 ya que el cálculo se desarrollará para cada planta.

At = área total de la planta

Ax,y = área total de los muros resistentes en el sentido X e Y respectivamente expresada en m²

TK = resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en (Ton/m²)

h = altura media de los pisos en (m)

Pm = peso específico del material de los muros en (Ton/m³)

Ps = peso por unidad de área del diafragma (es decir, el forjado) en (Ton/m²)

A = min (Ax, Ay)

B = max (Ax, Ay)

a0 = A/At

y = B/A

Calculo:

El primer paso, antes de aplicar las fórmulas, es conocer todos los datos que confluyen en la obtención de este parámetro.

Gracias al levantamiento métrico hecho con el programa de autocad se obtendrán los valores métricos de:

Planta baja:

At0(área total) = 839,6 m²

h0= ver nota*

Planta primera:

At1(área total) = 551,8 m²

h1= ver nota*

**NOTA: se han utilizado para los cálculos los valores de las alturas correspondientes a todos los volúmenes distintos. Los mismos se pueden consultar en el anexo relativo a las tablas de cálculo donde se han insertado los valores originarios de las mediciones realizada por Patricia Perez Ceres en su TFG "Levantamiento y propuesta de uso de la Alquería de la Torre."*

Utilizando el programa de *AutoCAD* también se procederá a medir y calcular el área de la estructura vertical resistente en los dos ejes, se obtendrán por lo tanto los resultados del área en el eje x denominada Ax y en el eje y que se designada como Ay (ver Anexos con los planos utilizados para el calculo). Como anteriormente dicho el cálculo se hará por cada una de las plantas del edificio, teniendo en cuenta también la entreplanta presente en el cálculo del valor correspondiente a la planta baja, y de las clases resultantes en cada planta se escogerá la más desfavorable.

Para obtener el valor correspondiente a la resistencia a cortante característica del tipo de mampostería (TK) se hará referencia a la tabla 4.5 presente en el "*Documento básico SE-F seguridad estructural: fábrica*"(17) del código estructural de la edificación.

Tabla 4.5 Resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario

Tipo de piezas	Mortero ⁽²⁾	f _{vk0} (N/mm ²)			Limite de f _{vk} (N/mm ²) ⁽¹⁾		
		M1	M2,5	M10	M1	M2,5	M10
macizas	Ladrillo cerámico	0,1	0,2	0,3	1,2	1,5	1,7
	Piedra natura	0,1	0,15	-	1,0	1,0	-
	Otras	0,1	0,15	0,2	1,2	1,5	1,7
perforadas	Ladrillo cerámico	0,1	0,2	0,3	1,4*	1,2*	1,0*
	Otras	0,1	0,15	0,2	1,4*	1,2*	1,0*
aligeradas		0,1	0,15	0,2	1,4*	1,2*	1,0*
huecas		0,1	0,2	0,3	**	**	**

* La menor de las resistencias longitudinales a compresión.
 ** Sin más limitaciones que las dadas por la ecuación 4.1
⁽¹⁾ Para llagas a hueso, o con tendel hueco, el valor es el 70% del consignado
⁽²⁾ Para valores intermedios no se interpolará, sino que se empleará la columna correspondiente al valor inferior.

Imagen 37. Tabla resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario (17)

El valor correspondiente a la fábrica para el cálculo del edificio en cuestión es 0,1 N/mm² (pieza maciza → ladrillo cerámico M1) que es igual a 10 T/m². Sin embargo al tratarse de una fábrica antigua (los ladrillos y el mortero se fabricaron con materiales menos fiables, y, por tanto, hay más incertidumbres respecto a sus propiedades) se considerará **8 T/m²**.

Para el cálculo de P_m, peso específico del material de la fábrica, se utilizará la tabla del anejo C “Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno”, que se adjunta a continuación, del “Documento básico SE-AE Seguridad estructural, Acciones en la edificación” (18) del código técnico de la edificación.

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³	Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³
Materiales de albañilería		Madera	
Arenisca	21,0 a 27,0	Aserrada, tipos C14 a C40	3,5 a 5,0
Basalto	27,0 a 31,0	Laminada encolada	3,7 a 4,4
Calizas compactas, mármoles	28,0	Tablero contrachapado	5,0
Diorita, gneis	30,0	Tablero cartón gris	8,0
Granito	27,0 a 30,0	Aglomerado con cemento	12,0
Sienita, diorita, pórfido	28,0	Tablero de fibras	8,0 a 10,0
Terracota compacta	21,0 a 27,0	Tablero ligero	4,0
Fábricas		Metales	
Bloque hueco de cemento	13,0 a 16,0	Acero	77,0 a 78,5
Bloque hueco de yeso	10,0	Aluminio	27,0
Ladrillo cerámico macizo	18,0	Bronce	83,0 a 85,0
Ladrillo cerámico perforado	15,0	Cobre	87,0 a 89,0
Ladrillo cerámico hueco	12,0	Estaño	74,0
Ladrillo silicocalcáreo	20,0	Hierro colado	71,0 a 72,5
Mampostería con mortero		Hierro forjado	76,0
de arenisca	24,0	Latón	83,0 a 85,0
de basalto	27,0	Plomo	112,0 a 114,0
de caliza compacta	26,0	Zinc	71,0 a 72,0
de granito	26,0	Plásticos y orgánicos	
Sillería		Caucho en plancha	17,0
de arenisca	26,0	Lámina acrílica	12,0
de arenisca o caliza porosas	24,0	Linóleo en plancha	12,0
de basalto	30,0	Mástico en plancha	21,0
de caliza compacta o mármol	28,0	Poliestireno expandido	0,3
de granito	28,0	Otros	
Hormigones y morteros		Adobe	16,0
Hormigón ligero	9,0 a 20,0	Asfalto	24,0
Hormigón normal ⁽¹⁾	24,0	Baldosa cerámica	18,0
Hormigón pesado	> 28,0	Baldosa de gres	19,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0	Papel	11,0
Mortero de yeso	12,0 a 28,0	Pizarra	29,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0	Vidrio	25,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0		

⁽¹⁾ En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m³

Imagen 38. Tabla peso específico aparente de materiales de construcción (18)

El valor del peso específico de la fábrica considerada como ladrillo cerámico macizo es de 18 KN/m³ que corresponde a **1,8 T/m³**.

Para obtener el valor de Ps, peso por unidad de área del forjado, se hará referencia a la norma “Norma MV 101”. (19)

Se tendrá en consideración un espesor entre 20 y 24 cm, que corresponde a una aproximación relativa a la técnica constructiva considerada, que corresponde a un peso de entre 175 y 210 kg/m². Además habrá que añadir a este peso el correspondiente al pavimento que se sitúa entre 80 y 100 kg/m² y el correspondiente al falso techo de cañizo de 12 kg/m². Se obtendrá por lo tanto un valor total entre 267 y 322 kg/m². A efectos del cálculo se considerará un valor medio aproximado de **0,3 T/m²** (siendo la media de los valores anteriormente obtenidos de 0.295 T/m²) que representará el peso por unidad del forjado.

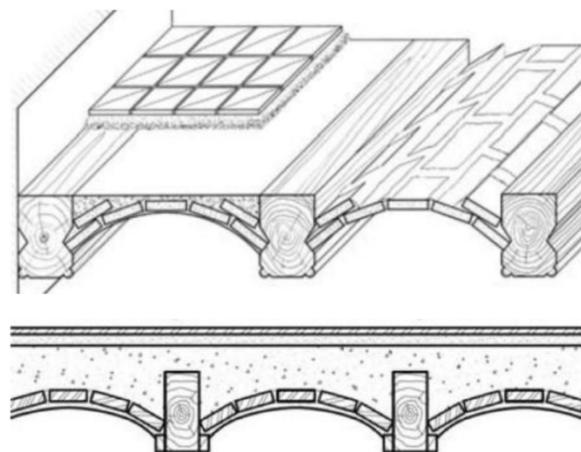


Imagen 39. Detalle forjado de madera, Diodato M.

Finalmente, se realizarán los cálculos teniendo en consideración también la tapia y los valores relativos a su resistencia se obtienen en la tabla 1 “Mechanical properties obtained” del artículo e “*Seismic behavior and rehabilitation alternatives for adobe and rammed earth buildings*”. (20) En la tabla se considerará el valor correspondiente a rammed earth y la resistencia a cortante (shear strength) es de 0,37 kg/cm² que coincide con **3,7 T/m²** (0,37* 0.001 / 0.0001 = 3,7 T/m²) que será el valor empleado en los cálculos. Además se considerará una peso correspondiente a **1,92 T/m³**.

Table 1.
Mechanical properties obtained

Parameter	Units	Real scale		1:5 Scale	
		Adobe	Rammed Earth	Adobe	Rammed Earth
Density	Ton/m ³	1.80	1.92	1.87	1.82
Elasticity modulus	kgf/cm ²	1170	800*	1305	602
Rigidity modulus	kgf/cm ²	302	315	179	109
Compression strength	kgf/cm ²	12.2	3.3	15.8	7.12
Shear strength	kgf/cm ²	0.31	0.37	0.8	0.6
Flexural strength	kgf/cm ²	-----	0.15	0.23	0.28

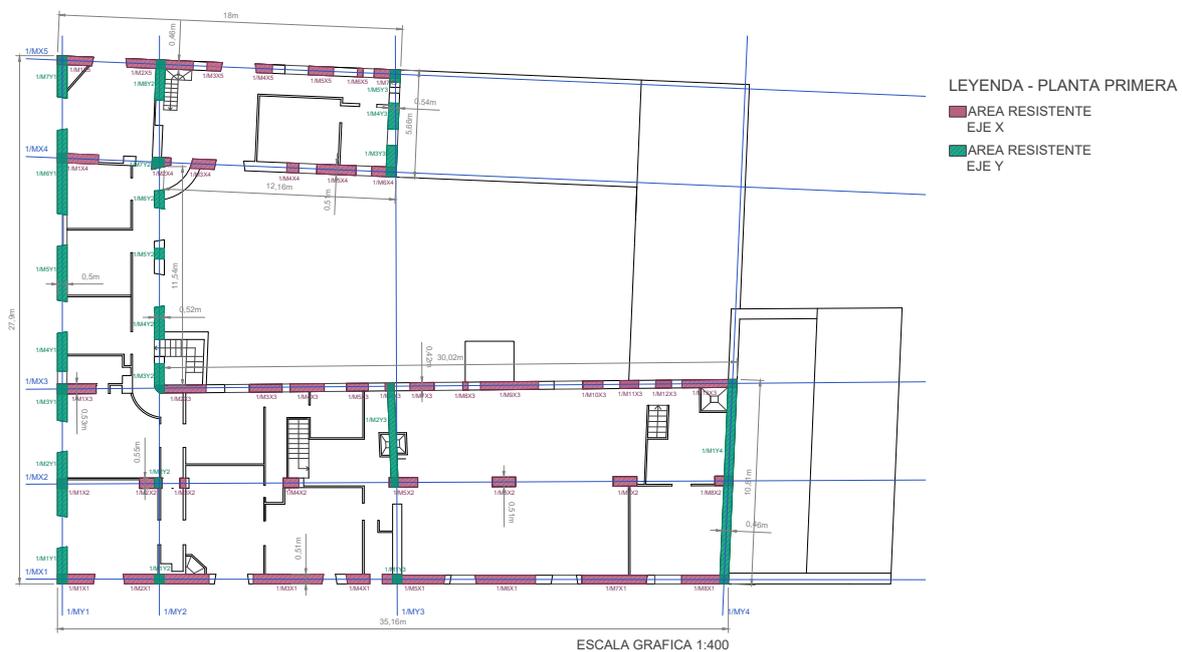
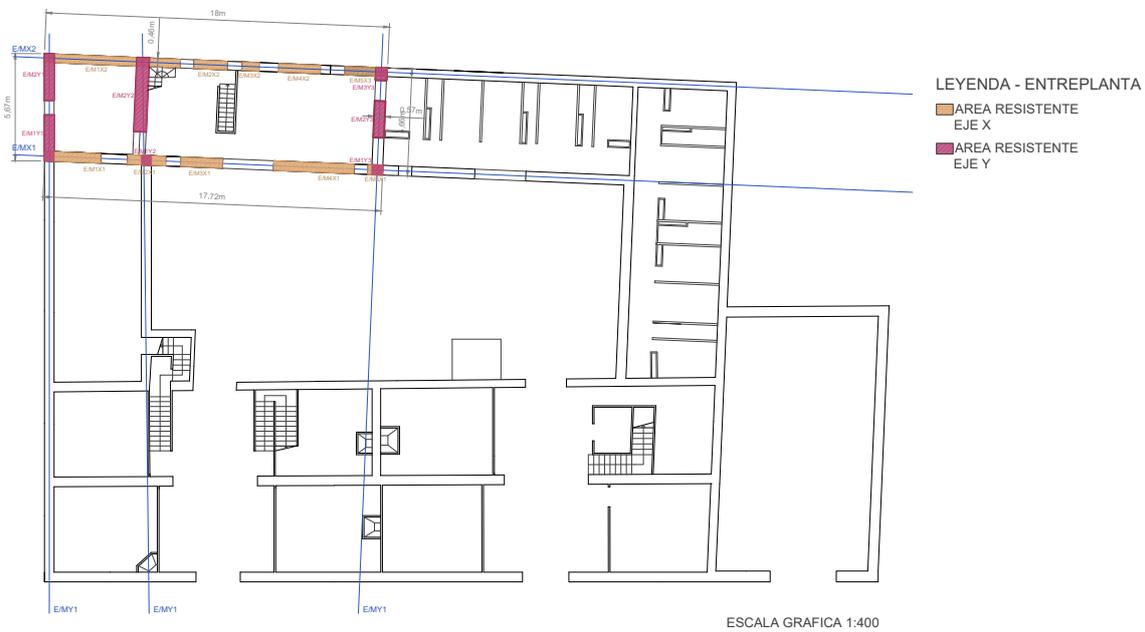
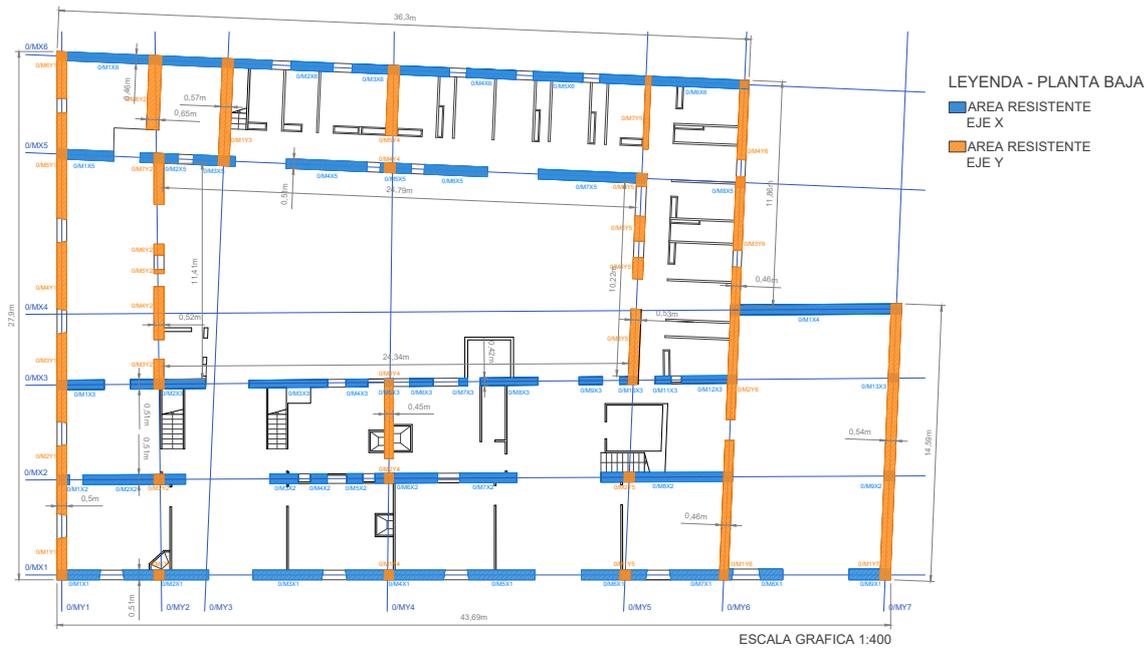
Imagen 40. Tabla Mechanical properties obtained (20)

Una vez obtenidos todos los valores necesarios, se procede al cálculo con el apoyo del programa *Excel* (se adjuntan las tablas de cálculo en los anexos y los resultados finales a continuación) en primer lugar considerando la fábrica y en segundo lugar repitiendo los cálculos con la tapia. Con las tablas de cálculo se obtiene el valor α que permitirá asignar la clase de resistencia convencional a cada planta y material correspondiente.

Tras haber comparado todos los resultados, se considerará a efecto de cálculo del índice de vulnerabilidad sísmica el más desfavorable.

Una vez comparados los resultados se puede constatar que se obtienen clases más favorables en los cálculos realizados con la fábrica, mientras que los valores y la clase inferiores corresponden a la tapia en el cálculo relativo a la planta primera. Este resultado era de esperar en cuanto la tapia tiene un valor de resistencia inferior al de la mampostería de ladrillo y además como se puede averiguar en las tablas de cálculos de anexos el volumen de la estructura vertical relacionado a su área total en la planta primera es inferior al de la planta baja por lo tanto la clase correspondiente a la resistencia convencional de consecuencia resulta ser el más desfavorable.

PLANOS RELATIVOS AL AREA DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE VERTICAL



CALCULO PARAMETRO 3 - CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA CONVENCIONAL
PLANTA BAJA - MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

PLANTA PRIMERA - MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

Formulas para el calculo

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	531,44
At (m2)	839,60
Pm (Ton/m3)	1,80
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,44

A (m2) = 50,3
 B (m2) = 67,5

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	255,84
At (m2)	551,80
Pm (Ton/m3)	1,80
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,13

A (m2) = 23,01
 B (m2) = 32,99

CALCULO C	Valor
a0	0,06
τK (Ton/m2)	8,00
q (Ton/m2)	1,44
N	1
γ	1,34
TOT. C	0,45

CALCULO C	Valor
a0	0,04
τK (Ton/m2)	8,00
q (Ton/m2)	1,13
N	1
γ	1,43
TOT. C	0,40

$\alpha = C/0,4$	1,13
------------------	-------------

CLASE A $\alpha \geq 1$

*0,4 corresponde a

$\alpha = C/0,4$	0,99
------------------	-------------

CLASE B $0,6 \leq \alpha < 1$

PLANTA BAJA - TAPIA

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	531,44
At (m2)	839,60
Pm (Ton/m3)	1,92
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,52

A (m2) = 50,3
 B (m2) = 67,5

PLANTA PRIMERA - TAPIA

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	255,84
At (m2)	551,80
Pm (Ton/m3)	1,92
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,19

A (m2) = 23,01
 B (m2) = 32,99

CALCULO C	Valor
a0	0,06
τK (Ton/m2)	3,70
q (Ton/m2)	1,52
N	1
γ	1,34
TOT. C	0,25

CALCULO C	Valor
a0	0,04
τK (Ton/m2)	3,70
q (Ton/m2)	1,19
N	1
γ	1,43
TOT. C	0,22

$\alpha = C/0,4$	0,63
------------------	-------------

CLASE B $0,6 \leq \alpha < 1$

$\alpha = C/0,4$	0,56
------------------	-------------

CLASE C $0,4 \leq \alpha < 0,6$

Tabla 5. Calculo de la resistencia convencional parámetro α - producción propia

Para los calculos del indice de vulnerabilidad se adopta el valor correspondiente a la **CLASE C** → $K_i = 25$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,50$ (coeficiente asociado al parámetro).

4. POSICIÓN EDIFICIO Y CIMENTACIÓN

El cuarto parámetro a analizar es la posición del edificio y la cimentación. Se procederá a través de una inspección visual así como de datos geotécnicos anteriormente comentados en el apartado de análisis estructural y material. Se estudiará por lo tanto cómo influye el terreno y la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio.

El cuadro del grado de vulnerabilidad nos indica que para esta evaluación: “se tiene en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota y la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.” (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.	0
CLASE B: Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.	5
CLASE C: Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es inferior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.	25
CLASE D: Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%. La diferencia máxima entre las cotas de la fundación es superior a 1 metro. Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.	45

Tabla 6. Clases para la evaluación de la posición del edificio y su cimentación, 1984 (15)

Tras una inspección visual y con el conocimiento del estudio geotécnico de trabajo de fin de carrera “Estudio patológico y constructivo de la alquería del moro” (mencionado en el apartado relativo al análisis de la cimentación de la alquería) realizado en un edificio del entorno inmediato de la Alquería se puede establecer que la zapata corrida se apoya en un substrato resistente a una profundidad constante que no presenta desniveles. Además, para profundizar la información reflejada en el estudio anteriormente realizado, se ha consultado el informe presente en la página [Geoweb](#) que permite, a través del mapa del catastro, consultar datos relativos al terreno de la parcela. A continuación se adjuntan capturas de pantalla donde podemos confirmar que el terreno presenta una pendiente inferior a 5ª y por lo tanto despreciable.

1.2. DATOS DEL SOLAR

Emplazamiento en el planeamiento urbanístico	Escala 1:500	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	A ₃₀ = m ²
Plano topográfico	Escala 1:500	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
Superficie del solar				
CARACTERÍSTICAS Y SERVICIOS DEL SOLAR				
Topografía	<input checked="" type="checkbox"/> < 5°	<input type="checkbox"/> De 5ª a 15°	<input type="checkbox"/> > 15°	Z _{ti} = 0.0 m
Accesibilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Libre	<input type="checkbox"/> Desnivel insalvable	<input type="checkbox"/> Solicitar permiso	
	Disponibilidad de agua	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
	Disponibilidad de electricidad	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
	Servidumbres	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
	Indicar servidumbres:			
	Uso actual:			
	Rellenos existentes. Espesor	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO	

Información básica del suelo

UTM X	723792.388137
UTM Y	4375464.276792
Municipio	VALENCIA
Comarca	l'Horta
Provincia	VALENCIA / VALENCIA
Número de hoja / Nombre	1514
Tipo de suelo	Arcillas medias, arenas y gravas
Geomorfología	Cuaternario
Litología	Aluvión
Riesgos geotécnicos	No se indican
Aceleración sísmica	0.06
Coefficiente de contribución	1
Tensión característica inicial	100
Espesor conocido de suelos blandos	No se conocen
Pendiente mayor de 15°	No

Imagen 41,42. Resultados obtenidos con el programa Geoweb

Concluimos por lo tanto que se trata de una **CLASE A** → $K_i = 0$ (coeficiente asociado a la clase) , $W_i = 0,75$ (coeficiente asociado al parámetro).

5. DIAFRAGMAS HORIZONTALES

En este parámetro se analizarán los forjados que tienen una función clave en la recepción de esfuerzo y su transmisión a los muros de carga. Por lo tanto para asegurar un correcto funcionamiento de estos últimos se estudiará su calidad, naturaleza constructivas y sobre todo su relación con la estructura vertical. (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza, que satisfacen las condiciones: 1. Ausencia de planos a desnivel. 2. La deformabilidad del diafragma es despreciable. 3. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz	0
CLASE B: Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con la condición 1.	5
CLASE C: Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con las condiciones 1 y 2.	15
CLASE D: Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.	45

Tabla 7. Clases para la evaluación de los forjados del edificio, 1984 (15)

Tras el análisis del material fotográfico del interior del edificio se puede constatar que la conexión entre el forjado y los elementos verticales es eficaz en cuanto las viguetas de madera se hallan empotradas en los muros. En consecuencia se puede descartar la clase D. Sin embargo, tratándose de unos forjados tradicionales de madera no se puede despreciar su deformabilidad dado el material y el estado de abandono del edificio. Se puede, de hecho, apreciar una cierta deformación de los diafragmas que presentan una leve flecha apreciable a simple vista. Se cumple así la condición número 3 pero no se cumplen las restantes.



Imagen 43. Vista interior del forjado de la estructura horizontal (12)

Concluimos por lo tanto que se trata de una **CLASE C** → $K_i = 15$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

6. CONFIGURACIÓN EN PLANTA

El comportamiento frente al sismo de los edificios también depende de la conformación de los mismos en planta.

Siendo la alquería compuesta por dos plantas se procederá a analizar la conformación en planta de cada una de ellas. se considerará luego en el cálculo de la vulnerabilidad sísmica el valor correspondiente a la clase más desfavorable entre las dos obtenidas. (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Edificio con $\beta_1 \geq 0,8$ ó $\beta_2 \leq 0,1$	0
CLASE B: Edificio con $0,8 > \beta_1 \geq 0,6$ ó $0,1 < \beta_2 \leq 0,2$	5
CLASE C: Edificio con $0,6 > \beta_1 \geq 0,4$ ó $0,2 < \beta_2 \leq 0,3$	25
CLASE D: Edificio con $0,4 > \beta_1$ ó $0,3 < \beta_2$	45

Tabla 8. Clases para la evaluación de la configuración en planta, 1984, Benedetti y Petrini (15)

PLANTA 1: La planta baja se podría asemejar a un rectángulo para el cálculo visto que está conformada por volúmenes que ocupan la totalidad de su perímetro dejando solo un patio interno que no toca en ningún momento los lindes exteriores.

Consideramos por lo tanto: ($L = 35,16 / a = 27,90$) m. En este caso $\beta_1 = a/L = 27,90 / 35,16 = 0,79 < 0,80$ y $> 0,60$ por lo que se le otorgaría la CLASE B ($0,8 > \beta_1 \geq 0,6$).

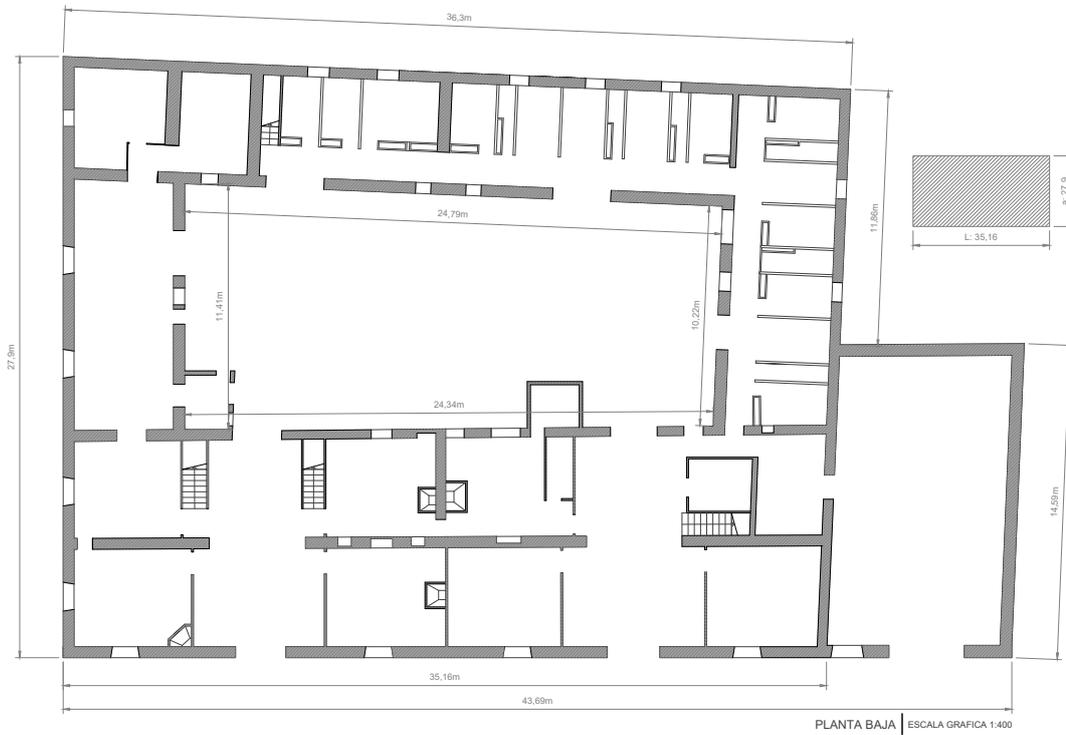
PLANTA 2: la planta primera se podrá asemejar a una L en cuanto de los volúmenes perimetrales anteriormente mencionados, solo algunos prosiguen su volumetría en la planta superior.

También cabe destacar que esta planta se podría asemejar a una U pero los valores a tener en cuenta serían los mismos que para una L con lo cual se procede a un único cálculo en cuanto coincidiría para las dos hipótesis.

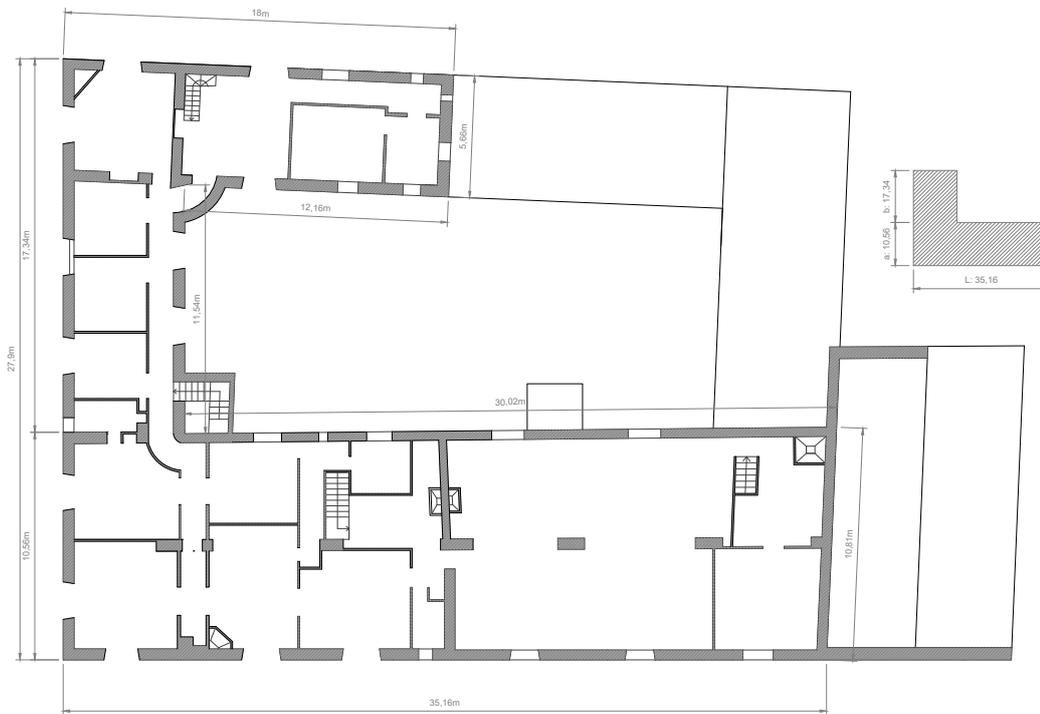
Consideramos por lo tanto: ($L=35.16 / a=10,56 / b=17,34$) m. En este caso $\beta_1 = a/L = 10,56 / 35,16 = 0,3$ por lo que se le otorgaría la CLASE D ($0,4 > \beta_1$).

Además se tendrá en cuenta el factor $\beta_2 = b/L$, con lo cual $\beta_2 = 17,34 / 35,16 = 0,49$ también atribuible a la CLASE D ($0,3 < \beta_2$).

Visto que las dos plantas tienen una conformación distinta a las cuales se asignan clases distintas se considerará para el cálculo la condición más desfavorable, es decir la de la planta primera (analizada como forma en L) por lo cual se atribuye a este parámetro la **CLASE D** → $K_i = 45$ (coeficiente asociado a la clase) , $W_i = 0,50$ (coeficiente asociado al parámetro).



PLANTA BAJA | ESCALA GRAFICA 1:400



PLANTA PRIMERA | ESCALA GRAFICA 1:400

Imagen 44, 45. Esquemas de cotas a tener en cuenta para el calculo del parámetro 6 - fuente propia

7. CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN

Con este parámetro se analizará la variación de la masa en cada planta, ya que edificios antiguos de mampostería es un parámetro de relevancia. Esto se debe a las irregularidades constructivas a raíz de la presencia de porches y torretas. En el caso de la alquería se puede determinar que hay una torreta que, aunque no sea de elevada altura con respecto al conjunto, influye en el cálculo de la vulnerabilidad sísmica del edificio. (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Edificio $-\Delta M/M < 10\%$	0
CLASE B: Superficie porche $< 10\%$ ó $10\% \leq -\Delta M/M < 20\%$	5
CLASE C: Superficie porche $= 10\% \approx 20\%$ ó $-\Delta M/M > 20\%$ ó $T/H < 2/3$	25
CLASE D: Superficie porche $> 20\%$ ó $\Delta M/M > 0$ ó $T/H > 2/3$	45

Tabla 9. Clases para la evaluación de la configuración en elevación, 1984, Benedetti y Petrini (15)

El cálculo se realizará estudiando por una parte la variación de masa en porcentaje entre pisos sucesivos con el cociente entre las mismas $\Delta M/M$, donde por M se entiende como la masa del piso más bajo y utilizando los signos de manera que el + indique un aumento de volumen y el - indique un decremento del mismo. Para agilizar los cálculos la operación anterior se puede igualar a un cálculo realizado con las áreas de cada piso en vez de con las masas, que es el procedimiento que se adoptará en los cálculos siguientes.

En segundo lugar también se tendrá en cuenta el volumen de la torreta, con la relación de T/H (las torretas de modesta dimensiones tales como chimeneas no se tendrán en cuenta en este cálculo resultando despreciables).

Diferencia entre las áreas de cada planta (planta inferior relacionada a la inmediatamente planta superior):

$$APB = 839,6 \text{ m}^2$$

$$AP1 = 551,8 \text{ m}^2$$

$$\Delta A1 = 839,6 - 551,8 = 287,8 \text{ m}^2$$

$$AP1 = 551,8 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{torre}} = 32,4$$

$$\Delta A2 = 551,8 - 32,4 = \mathbf{519,4 \text{ m}^2}$$

El valor de mayor magnitud, como era de esperar, resulta la variación de superficie entre la planta primera y la torre de la alquería, así que se procederá a realizar el cálculo con este parámetro que es el más desfavorable.

$$\Delta A (AP1 - A_{\text{torre}}) / -AP1 = 519,4 \text{ m}^2 / -551,8 \text{ m}^2 = -0,941 \rightarrow 94,1\% \text{ de reducción}$$

Nota: el signo del divisor es negativo en cuanto se trata de un decremento de superficie hacia lo alto del edificio.



Imagen 46. Sección acotada que define las medidas utilizadas para el cálculo, Perez P. (12)

Siendo que la variación calculada es $\Delta A/A > 0$ se considera Clase D.

Por otro lado, también es necesario analizar la relación T/H obteniendo que:

H (altura total) = 11,56 m

T(variación de altura de la torre con respecto al conjunto) = 3,1 m

Por lo tanto se tiene que T/H es $3,1/11,56 = 0,268 < \frac{2}{3}$ que equivale a una Clase C.

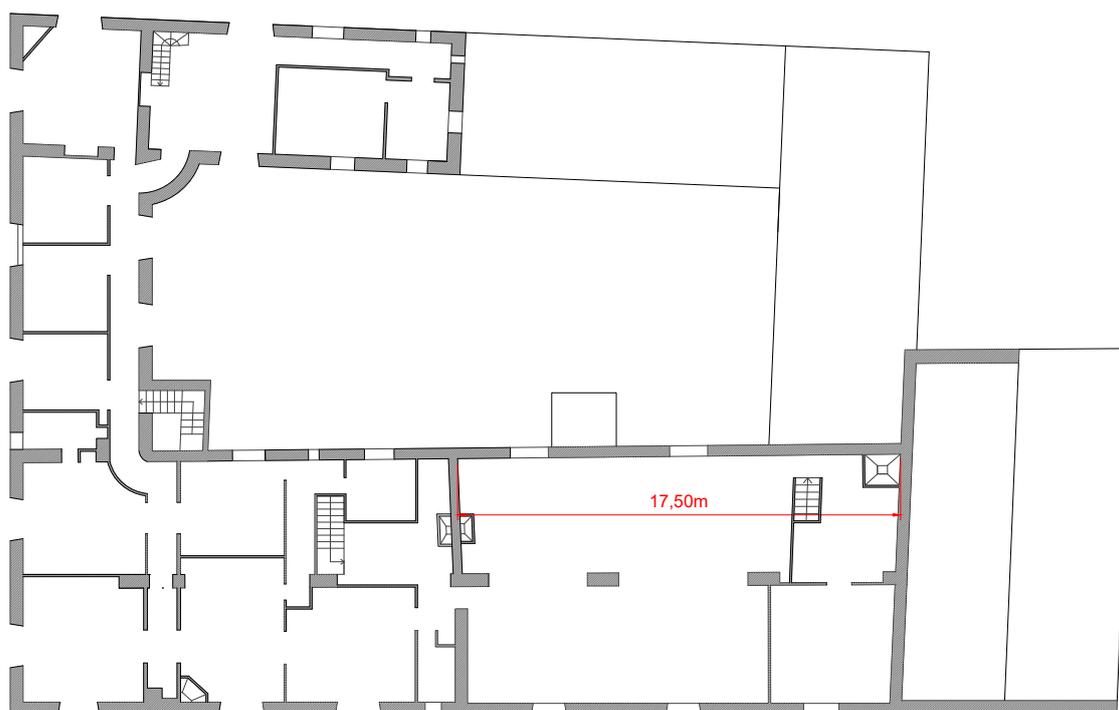
En conclusión se tendrá en cuenta la clase más desfavorable entre las dos analizadas que coincide con la **CLASE D** → $K_i = 45$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE MUROS

Con estos parámetros se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancia excesiva entre ellos. Se calcula con el cociente L/S donde L se refiere a la luz máxima entre muros transversales (15) que en nuestro caso se encuentra en volumen rectangular de mayor tamaño y tiene una magnitud de 17,50 m y con S se refiere al espesor del muro maestro (portante) que es medianamente de 50 cm, es decir 0,5 m.

Clase de vulnerabilidad	k_i
CLASE A: Edificio con $L/S < 15$	0
CLASE B: Edificio con $15 \leq L/S < 18$	5
CLASE C: Edificio con $18 \leq L/S < 25$	25
CLASE D: Edificio con $L/S > 25$	45

Tabla 10. Clases para la evaluación de la distancia máxima entre muros, 1984, Benedetti y Petri (15)



PLANTA PRIMERA | ESCALA GRAFICA 1:300

Imagen 47. Plano acotado que define la luz máxima entre muros - elaboración propia

Se procederá al cálculo del factor L/S , y se obtiene $17,50/0,5 = 35 > 25$ situando por lo tanto el edificio en una **CLASE D** → $K_i = 45$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 0,25$ (coeficiente asociado al parámetro).

9. TIPO CUBIERTA

Otro elemento importante en el análisis es la cubierta y su capacidad para resistir frente al sismo, el principal elemento que concurre en determinar este parámetro es su tipología constructiva. Para evaluar este parámetro se hará referencia al esquema a continuación que explica de manera gráfica lo que está catalogado en la tabla. (15)

Clase de vulnerabilidad	k_i
CLASE A: Edificio con cubierta estable y provisto de viga cumbreira. Edificio con cubierta plana.	0
CLASE B: Edificio con cubierta estable y bien conectada a los muros, pero sin viga cumbreira. Edificio con cubierta parcialmente estable y provista de viga cumbreira.	15
CLASE C: Edificio con cubierta inestable, provista de viga cumbreira.	25
CLASE D: Edificio con cubierta inestable, sin viga cumbreira.	45

Tabla 11. Clases para la evaluación del tipo de cubierta, 1984 Benedetti y Petrini (15)

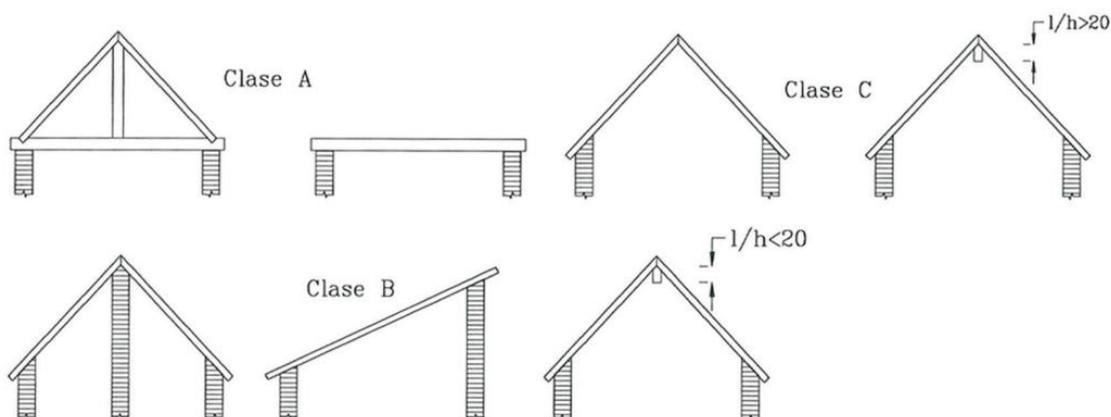


Imagen 48. Esquemas de las tipologías de cubierta, 1984, Benedetti y Petrini (15)

Como se analizó en el apartado constructivo, en la alquería podemos encontrar dos tipos de cubierta, la primera tipología es la de la cubierta a dos aguas y la segunda es la cubierta a un agua. Se analizarán las dos tipologías por separado y se escogerá la clase más desfavorable que nos proporcionará un valor más restrictivo para el cálculo. Se tendrá entonces:

VOLUMEN PRINCIPAL: El volumen principal está cubierto por una cubierta de dos aguas que presenta una viga cumbreira que colabora en el sustento de su estructura. Tal y como expone el dibujo el canto de la viga tendría que ser $L/h < 20$ para considerarse como categoría B con lo cual, considerando una luz de 17,5 m (la más desfavorable), h tendría que ser mayor de 0,875 m. Desde las fotos, conociendo el espesor del muro y comparando su dimensión, se puede concluir que el canto de dicha viga es definitivamente inferior al valor de referencia (que se refiere una cubierta de clase B). A este apartado se le atribuye en consecuencia una CLASE C.



Imagen 49. Detalle de la cubierta a dos agua y de su viga cumbra (12)

VOLÚMENES MENORES: Los volúmenes menores están cubiertos por una cubierta de una sola agua que en algunos casos se encuentra totalmente comprometida y derrumbada. Estas condiciones hacen que si bien formalmente las cubiertas presentes se podían asemejar a una Clase B, se considerará una clase inferior vistas sus condiciones de abandono y precariedad que hacen que las cubiertas del edificio no sean del todo seguras y por lo tanto se puedan considerar inestables. Por esta razón la clase que se le otorga es la CLASE D.



Imagen 50. Detalle de la cubierta a una agua que se encuentra en mal estado (12)



Imagen 51. Detalle de la cubierta a una agua del volumen anexo (12)

Una vez analizadas las dos tipologías de cubiertas presentes se escogerá el valor más desfavorable que coincide con la cubierta a un agua de los volúmenes de menor tamaño. Para el cálculo se considerará la **CLASE D** → $K_i = 45$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

10. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Se puede destacar en este parámetro la presencia de cornisas, parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Visto que es un parámetro secundario, menos influyente con respecto a los demás (teniendo un peso de 0,25), no hace ninguna distinción entre las primeras dos clases que se refieren a edificio que no presentan ninguno de los elementos anteriormente citados. (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas.	0
CLASE B: Edificio sin cornisas y sin parapetos. Edificio con cornisas bien conectadas a la pared, con chimeneas de pequeña dimensión y de peso modesto. Edificio cuyo balcón forma parte integrante de la estructura de los diafragmas. (= clase A)	0
CLASE C: Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.	25
CLASE D: Edificio que presenta chimeneas o cualquier otro tipo de elemento en el techo, mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto. Edificio con balcones contruidos posteriormente a la estructura principal y conectados a ésta de modo deficiente.	45

Tabla 12. Clases para la evaluación de los tipos de elementos no estructurales, 1984 Benedetti y Petrini (15)



Imagen 22. Vista exterior de la cubierta plana de la torre de la Alquería donde se puede apreciar el parapeto (11)

Debido a la presencia de un pequeño parapeto en cubierta de la torre, que es transitable, se tienen que excluir las primeras dos clases referentes a este parámetro, consecuentemente se asigna a este parámetro la **CLASE C** → $K_i = 25$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 0,25$ (coeficiente asociado al parámetro).

11. ESTADO CONSERVACION

Con este parámetro se tiene en cuenta el estado de conservación del edificio, concentrándose sobre todo en el estado en el cual se encuentra la estructura portante vertical y las lesiones que la misma pueda presentar. (15)

Clase de vulnerabilidad	ki
CLASE A: Muros en buena condición, sin lesiones visibles.	0
CLASE B: Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.	5
CLASE C: Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.	25
CLASE D: Muros que presentan, un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.	45

Tabla 13. Clases para la evaluación del estado de conservación, 1984 Benedetti y Petrini (15)

Debido a que la estructura vertical presenta irregularidades, alguna zona de erosión y tiene lesiones medias en las juntas de mortero que perjudican la uniformidad del material, se pueden excluir las primeras dos clases A y B. Sin embargo el estado general de la estructura, como se puede apreciar en las fotos a continuación, no presenta lesiones estructurales o daños de grande importancia apreciables a simple vista, por lo cual se cataloga como **CLASE C** → $K_i = 25$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).



Imagen 52, 53. Detalle de la estructura resistente desde el exterior donde se puede apreciar su estado de conservación en la actualidad, Septiembre 2023 - fuente propia

2.4. OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Una vez estudiados todos los parámetros en detalle, se procede al cálculo del índice de vulnerabilidad frente al sismo que se obtiene realizando un sumatorio de los valores K_i de cada uno y ponderarlos por su correspondiente valor W_i que atribuye un peso diferente a cada factor.

Por lo tanto la expresión utilizada para el cálculo es la indicada a continuación:

$$VI = \sum_{i=1}^{11} K_i W_i$$

Seguidamente, para el cálculo se ha utilizado el programa *Microsoft Excel* y a continuación se adjunta la tabla de cálculo con los valores correspondiente a cada parámetro y el índice de vulnerabilidad obtenido con el cálculo final.

Como paso final se procede a normalizar el valor, teniendo en cuenta que el 100% del índice de vulnerabilidad corresponde a un índice de **382,5** (en el caso de que todos los parámetros pertenecieran a la clase D, es decir la más desfavorable) obteniendo un valor en porcentaje que servirá para compararlo con unos valores de referencia que determinan rangos de vulnerabilidad sísmicas y determinar por tanto su posible comportamiento frente a terremotos.

Parámetro	CLASE	K_i	W_i	$K_i \times W_i$
1) Organización del sistema resistente	C	20	1,00	20,00
2) Calidad del sistema resistente	C	25	0,25	6,25
3) Resistencia convencional	C	25	1,50	37,50
4) Posición del edificio	A	0	0,75	0,00
5) Forjados horizontales	C	15	1,00	15,00
6) Configuración en planta	D	45	0,50	22,50
7) Configuración en elevación	D	45	1,00	45,00
8) Distancia máxima entre muros	D	45	0,25	11,25
9) Tipo de cubierta	D	45	1,00	45,00
10) Elementos no estructurales	C	25	0,25	6,25
11) Estado de conservación	C	25	1,00	25,00
INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)				233,75
INDICE NORMALIZADO*				61,07

*Se tiene en cuenta que un índice de 382,75 está asociado a un 100% de índice normalizado de vulnerabilidad.

Tabla 14. Tabla de cálculo de *Excel* para la obtención del índice de vulnerabilidad - fuente propia

2.4.1. CUADRO RESUMEN DEL ESTUDIO

Parámetro	Explicación	Clase	Ki	Wi	IV
1.Organización del sistema resistente.	Las paredes de la estructura están bien ligadas pero no presenta vigas de amarrque favorezcan el comportamiento en “cajón”.	C	20	1,00	20
2. Calidad del sistema resistente.	Mampostería en piedra mal cortada y con piezas no homogéneas, pero bien trabadas, en toda la extensión del muro. Ladrillos de baja calidad y privados de ligamento (en ciertos puntos)	C	25	0,25	6,25
3.Resistencia convencional.	Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.	C	25	1,50	37,50
4.Posición del edificio y cimentación.	Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.	A	0	0,75	0
5.Forjados horizontales.	La conexión entre el forjado y los elementos verticales es eficaz pero tratándose de unos forjados tradicionales de madera no se puede despreciar su deformabilidad dado el material y el estado de abandono del edificio.	C	15	1,00	15
6.Configuración en planta.	$0,4 > \beta_1$ y $0,3 < \beta_2$	D	45	0,50	22,50
7.Configuración en elevación.	$\Delta M/M > 0$	D	45	1,00	45
8.Distance máxima entre muros.	Edificio con $L/S > 25$	D	45	0,25	11,25
9.Tipo de cubierta.	El caso más desfavorable del edificio es representad por las cubiertas derrumbadas , por lo cual se consideran inestables y no tienen viga cumbreira.	D	45	1,00	45
10.Elementos no estructurales.	Se halla en el edificio un pequeño parapeto en cubierta de la torre (elementos de pequeñas dimensiones y mal vinculados a la pared).	C	25	0,25	6,25
11.Estado de conservación.	La estructura vertical presenta irregularidades, alguna zona de erosión y tiene lesiones medias en las juntas de mortero que perjudican la uniformidad del material, pero no presenta daños importantes	C	25	1,00	25
IV					233,75
IV normalizado					61,07

Tabla 15. Tabla resumen explicativa de los parámetros y de las características correspondientes a cada uno en el estado actual de la Alquería de la Torre - Elaboración propia

2.5. OBSERVACIONES SOBRE EL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Analizando los resultados obtenidos a través del cálculo en las tablas anteriormente adjuntadas se puede constatar que el índice de vulnerabilidad de la Alquería de la Torre es de **233,75**. Este resultado corresponde a un índice normalizado de **61,07%**. Se puede así deducir que la alquería se sitúa en el rango de **$52 \leq IV \leq 100$** , que corresponde a una vulnerabilidad medio-alta ya que coincide con una **CLASE C-D**.

Esto significa que frente a un posible sismo existe el riesgo de que la estructura de la Alquería se vea posiblemente afectada, por lo tanto, se procederá a proponer soluciones para disminuir la sensibilidad frente a daños que la misma podría sufrir. Durante el estudio de todos los parámetros que concurren en la determinación del índice de vulnerabilidad se han detectado ciertos que se colocan en las clases más bajas C y D.

Los parámetros que cuentan con clases más desfavorables son los siguientes:

1. Organización del sistema resistente: CLASE C
2. Calidad del sistema resistente: CLASE C
3. Resistencia convencional: CLASE C
4. Forjados horizontales: CLASE C
5. Configuración en planta. CLASE D
6. Configuración en elevación: CLASE D
7. Distancia máxima entre muros: CLASE D
8. Tipo de cubierta: CLASE C
9. Elementos no estructurales: CLASE C
10. Estado de conservación: CLASE C

Dentro de estos parámetros, hay algunos que dependen de las características formales y propias del edificio sobre los cuales no es posible intervenir como la resistencia convencional, la configuración en planta, la configuración en elevación, la distancia máxima entre los muros y los elementos no estructurales.

Sin embargo, existen ciertos parámetros donde se puede intervenir con más facilidad sin cambiar el carácter propio del edificio. Por lo tanto, para los siguientes parámetros se van a proponer soluciones constructivas de mejora que permitan reducir su índice de vulnerabilidad. Las intervenciones que se van a plantear a continuación van a abarcar los siguientes puntos:

1. Organización del sistema resistente
2. Calidad del sistema resistente
3. Forjados horizontales
4. Tipo de cubierta
5. Estado de conservación.

3. PROPUESTAS DE MEJORA

3.1. PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación se procederá a proponer soluciones para poder mejorar el comportamiento del edificio frente al sismo. Se va a intervenir en ciertos parámetros para mejorar su comportamiento estructural y clase correspondiente para bajar el índice de vulnerabilidad.

1. TIPO Y ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE VERTICAL

Durante el análisis de ese parámetro se ha identificado el edificio como clase C, es decir que presenta paredes verticales bien conectadas entre sí, pero no presenta vigas de amarre que aseguren un correcto comportamiento de la estructura como un “cajón”.

Para poder incrementar el tipo de clase correspondiente a este parámetro se propone una intervención en los muros mediante un *“Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable Mapei steel dry”* (21) De esa manera sería posible pasar de una clase C a una clase B asegurando una correcta conexión entre los muros y asegurándose la transmisión de esfuerzos cortantes verticales.

Este sistema permite mejorar el comportamiento monolítico del edificio mejorando la conexión entre los muros de esquina o de muros en T.

El procedimiento constructivo del sistema prevé en primer lugar la realización de perforaciones, en este caso se propone utilizar un esquema que permita colocar estas barras en 4 puntos distintos por cada planta: en la base del edificio, en dos hileras intermedias y finalmente en la coronación del muro. Estas perforaciones se realizan en los encuentros de los paramentos que se quieren conectar. Cabe destacar que las perforaciones tendrán que tener un diámetro inferior al de la barra de acero helicoidal que se pretende insertar y la longitud de la misma será igual o superior a la de la misma.

A continuación se elimina con aire comprimido todos los residuos de material que se encuentran en el interior de las perforaciones efectuadas en el paso anterior.

Una vez que dispongamos de una base limpia se procede a insertar la barra de acero helicoidal en el interior de la perforación realizada, ese paso se ejecuta mediante percusión hasta que la barra se halle totalmente en el interior del agujero.

Finalmente se procede a rellenar el agujero con mortero. (19)



Imagen 54. Realización de perforaciones, MAPEI (21)



Imagen 55. Eliminación material no cohesionado con aire comprimido, MAPEI (21)



Imagen 56. Inserción barra mediante percusión, MAPEI (21)



Imagen 57. Relleno agujero con mortero, MAPEI (21)

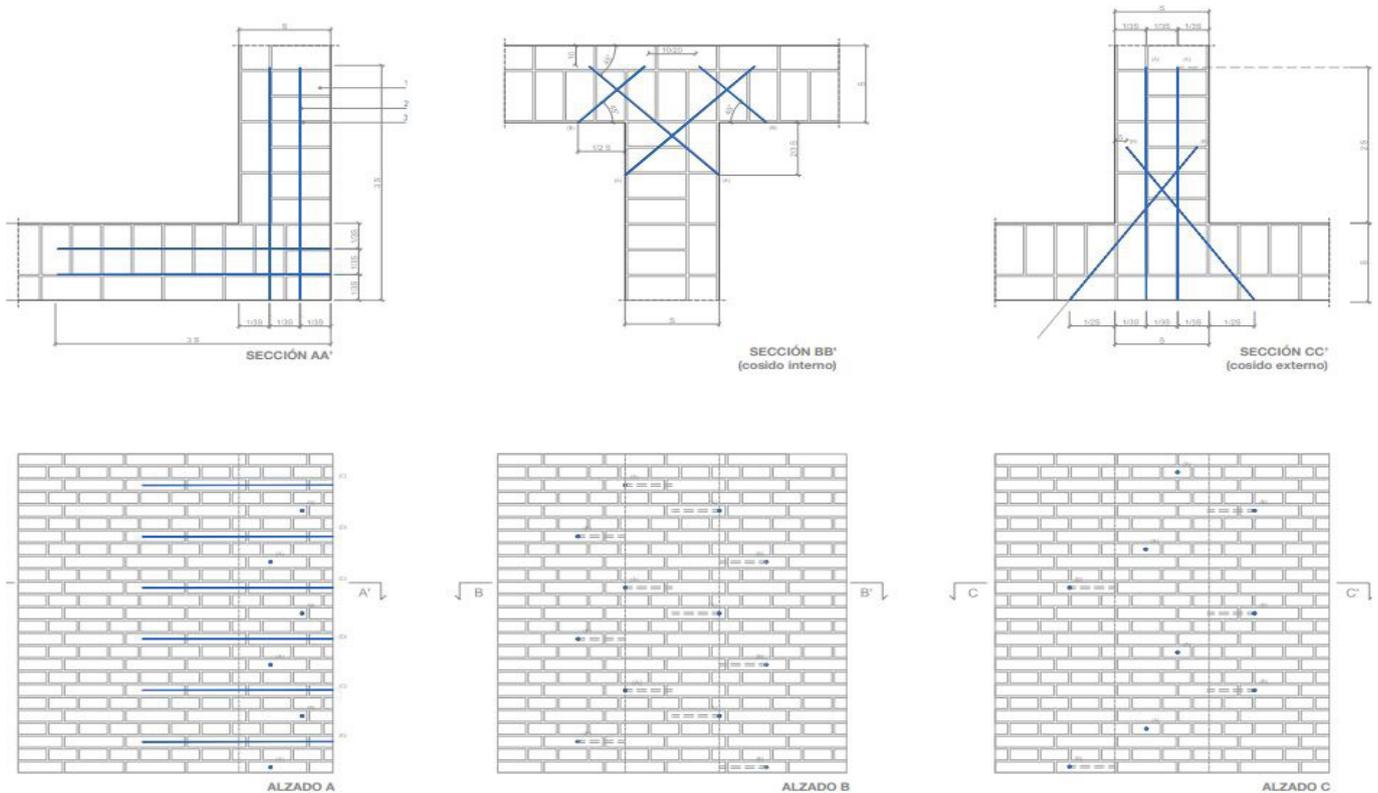


Imagen 58. Detalle constructivo de la tecnica de cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable , MAPEI (21)



Imagen 59. Esquema de inserción de las barras en el edificio - elaboración propia

Con esta solución constructiva se puede considerar para el cálculo del índice de vulnerabilidad mejorado una **CLASE B** → $K_i = 5$ (coeficiente asociado a la clase) , $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

2. CALIDAD Y NATURALEZA DEL SISTEMA RESISTENTE

Para incrementar la calidad del comportamiento en cajón de los mampuestos y poder por lo tanto incrementar la clase resistente de los mismos se propone realizar un refuerzo frente a las acciones con revocos de poco espesor

Con esta técnica se logra incrementar la resistencia de los muros a cortante y tracción con un enlucido armado de bajo espesor. Se ha optado por esta propuesta puesto que el revestimiento del edificio presenta en algunas partes huecos y desprendimientos y necesita por lo tanto una intervención de restauración. De esta manera se consigue realizar un refuerzo que quedará oculto bajo la capa de revestimiento de la alquería en la parte exterior de la misma con el objetivo de aumentar su clase de vulnerabilidad sísmica.

Esta técnica constructiva hace referencia al *“Manual de refuerzo estructural”* de MAPEI y la técnica propuesta es *“Refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con revocos de bajo espesor”*. (22)

El primer paso a realizar es regularizar los muros de mampostería con una capa de mortero bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad, con una capa de espesor de aproximadamente 5-6 mm.

A continuación, se procede a colocar sobre la capa de mortero fresco previamente aplicada una malla estructural de fibra de vidrio resistente a los álcalis, la superposición longitudinal entre las bandas consecutivas tiene que ser de unos 10 cm.

Finalmente, sobre la malla de refuerzo se aplica una segunda capa de mortero de 5-6 mm de espesor mientras la primera capa aplicada aún esté fresca.

Finalmente se procederá a aplicar el revestimiento final de la alquería realizado in situ para poder así regular su color, granulometría y textura obteniendo un acabado que se integre con la preexistencia.

Cabe destacar que, en este caso, siendo ambos el intradós y el trasdós revestidos, se puede considerar aplicar el sistema de refuerzo en ambos lados del muro utilizando unas conexiones transversales entre las dos caras.

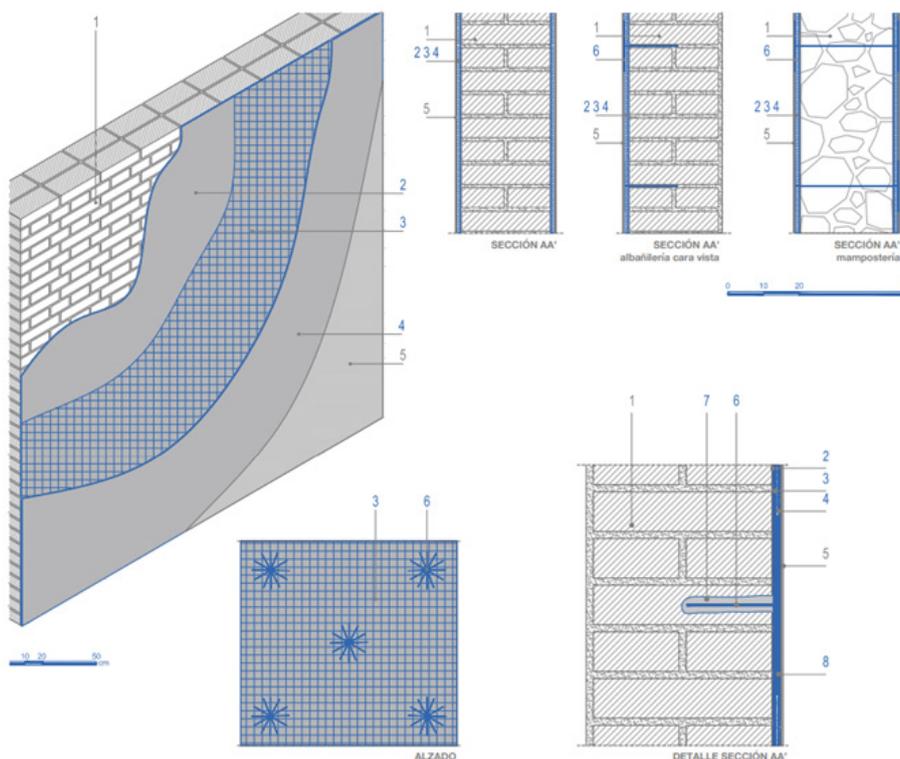


Imagen 60. Detalle constructivo de la técnica de refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con revocos de bajo espesor, MAPEI (22)

Siendo que en el parámetro 2 se tiene en cuenta la calidad del sistema resistente cabe destacar que otra actuación importante es la reintegración de las piezas faltantes. A pesar de que la estructura resistente no presente daños importantes, en alguna zona hay algún mampuesto que ocurre reintegrar.

Esto contribuirá, además de la técnica de rejuntado que se propondrá para el parámetro 11 de *estado de conservación*, a incrementar la calidad del sistema.

Se toma como referencia nuevamente el manual de *MAPEI* en el cual se detalla la solución constructiva necesaria para este tipo de intervención en el muro. El sistema constructivo que se sugiere es el *“Refuerzo de muro de carga - Consolidación y refuerzo mediante la técnica del rendimiento o de la sustitución”* (23) que se recomienda en el caso de discontinuidades en el elemento constructivo, lesiones o faltas de elementos.

El procedimiento consiste en eliminar, ante todo, las piezas o elementos irregulares y/o poco cohesionados. A continuación se procede a realizar el “rendimiento” del muro de arriba hacia abajo, en esta fase se eliminan los elementos degradados o dañados además del mortero presente en las juntas que ya no sea idóneo. Se recomienda guardar los elementos que se hallen en buenas condiciones para su reutilización en la reparación y “cosido” del muro. Es importante dejar una superficie irregular en las zonas donde se vaya a intervenir, de esta forma se favorece una correcta unión entre las nuevas aportaciones y los elementos ya existentes.

Consecuentemente, se procede a limpiar las zonas de apoyo y unión mediante el *hidrolavado a muy baja presión*, de esta forma se permite una adecuada adherencia del mortero a la base.

Se realiza el “cosido” o el “rendimiento” aplicando el mortero sobre el soporte y posteriormente se colocan, ejerciendo una ligera presión, los nuevos elementos que pueden ser piezas originales (retiradas en el paso previo) o nuevas pero siempre compatible con la estructura tanto por forma como por tamaño.

Finalmente, con la ayuda de una paleta, se retira el mortero de exceso.



Imagen 61. Eliminación de elementos dañados, MAPEI (23)



Imagen 62. Cosido del muro, MAPEI (23)



Imagen 63. Colocación de los elementos constructivos MAPEI (23)

Adoptando estas soluciones constructivas se puede considerar para el cálculo del índice de vulnerabilidad mejorado una **CLASE B** → $K_i = 5$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 0,25$ (coeficiente asociado al parámetro).

3. DIAFRAGMAS HORIZONTALES

En el tipo de forjado presente en el edificio no se puede despreciar su deformabilidad por lo cual se va a proponer una intervención para incrementar su resistencia a flexión, añadiendo una capa de compresión de hormigón colaborante en la parte superior que contribuye a incrementar la inercia de la sección.

A pesar de ser el empleo del hormigón armado la opción más común (con un refuerzo compuesto por una capa de hormigón con un mallazo electrosoldado), debido a la diversidad entre materiales tales como la madera y el hormigón, hay que tener en cuenta el sobrepeso superior añadido al del forjado histórico.*

También cabe destacar que el hormigón, siendo un material menos transpirable, puede conllevar a la acumulación de vapor de agua en la parte inferior de la capa de refuerzo. Este fenómeno puede producir posibles condensaciones o aumentos de humedades que dejan paso a la aparición de patologías en el material de la estructura preexistente.

Por lo tanto a continuación se analizará un sistema más compatible con el forjado original, además de permitir una mayor flexibilidad y transpirabilidad.

Se propone un refuerzo de tableros contrachapados de madera de grandes dimensiones, estables dimensionalmente por el empleo de adhesivos resistentes al agua, que se conforman por láminas entrecruzadas encoladas entre sí. Este sistema constructivo se detalla en *“Aprendiendo a restaurar”* de F. Vegas y C. Mileto. (24)

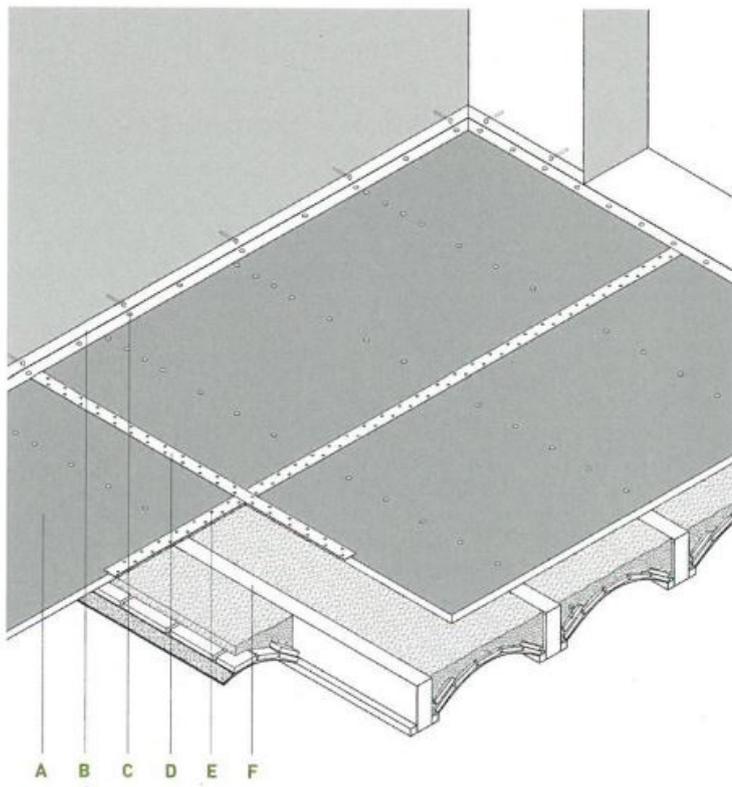
Las dimensiones comerciales de estos tableros suelen ser de 1,25 x 2,50 m, y se suelen colocar apoyados sobre la parte superior de las viguetas de madera del forjado y después se atornillan a las mismas colocando los tirafondos cada 20 cm en la parte central de las viguetas del forjado y cada 10 cm en un tramo de un metro medido a partir de los apoyos en sus extremos, ya que el esfuerzo cortante en esta zona es mayor. Para garantizar un correcto funcionamiento del sistema constructivo y una buena colaboración estructural entre las viguetas y el tablero contrachapado es recomendable que la longitud de los tirafondos penetre por lo menos hasta la mitad del canto de la vigueta. Por lo tanto la dimensión de los tirafondos se tiene que adaptar a cada caso, siendo común el empleo de tirafondos de 15 cm teniendo en cuenta los espesores habituales de los forjados históricos.

Para asegurar la continuidad de los tableros es conveniente graparlos entre sí. Esta operación se puede realizar por medio de flejes o bandas metálicas, y para asegurar una correcta conexión entre los tableros se atornillan ambos lados con tornillos de longitud similar pero inferior al espesor de los tableros contrachapados.

Finalmente, otro paso importante para asegurar un correcto funcionamiento del conjunto es ligar de manera estable los muros del perímetro a los tableros con unos angulares continuos.

Estos angulares serán escondidos posteriormente por el pavimento colaboran en la absorción de esfuerzos rasantes entre tableros y viguetas.

**NOTA: Se determina la diferencia el sobrepeso inferior de la solución elegida frente la descartada haciendo referencia al “Catálogo de elementos constructivos del CTE” (25) si se considera una capa de refuerzo de hormigón ligero su densidad es de un valor medio de 1800 kg/m³ y normalmente su espesor es de 5 cm. Por otro lado un tablero contrachapado tiene una densidad aproximada de 500 kg/m³ y su espesor es inferior ya que en el mercado se proponen materiales para este tipo de solución de 1,5 cm de espesor, lo cual reduce el peso aplicado sobre la estructura*



- A. Tablero contrachapado
- B. Angular metálico de arriostamiento al muro
- C. Tornillo con fijación mecánica o química al muro
- D. Pletina metálica para dar continuidad a los tableros
- E. Fijación mediante tornillería pletina/tableros
- F. Lomo superior de la vigueta

Imagen 64. Detalle constructivo del refuerzo con capa de compresión con tableros contrachapados, F. Vegas y C. Mileto (24)

De esta manera, es posible pasar de una clase C a una clase A, ya que se puede considerar que con esta solución constructiva quedan asegurados todos los requerimientos de esta categoría, es decir:

1. Ausencia de planos a desnivel.
2. Una deformabilidad del forjado despreciable por la colocación de tableros contrachapados de refuerzo.
3. Una conexión eficaz entre el forjado y el muro, que queda también asegurada en la parte añadida a través de los angulares metálicos.

A efectos de cálculo del índice de vulnerabilidad mejorado se considerará **CLASE A** $\rightarrow K_i = 0$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

4. TIPO DE CUBIERTA

Como previamente analizado, en el edificio se encuentran cubiertas en mal estado o incluso derrumbadas. Para poder pasar por lo tanto de una clase D a una clase B, que corresponde al tipo de cubierta que en su día estaba en el edificio y a la que correspondería reforzando la cubierta de tipo C, habrá que realizar operaciones tales como reconstruir las cubiertas ausentes e intervenir con una restauración de cubiertas de teja que corresponde a la técnica constructiva empleada en el edificio. Ese paso concurrirá en garantizar la puesta en seguridad del edificio y evitar perjuicios en caso de un eventual sismo.

En las zonas que se encuentran en mejores condiciones realizar una revisión y consolidación estructural y suplementar, si necesario, aislamiento térmico y acústico además de impermeabilizar debidamente la cubierta para asegurar su estanqueidad.

En el edificio podemos apreciar dos técnicas constructivas distintas, una empleada en los volúmenes principales del edificio y otra presente en el volumen anexo al conjunto.

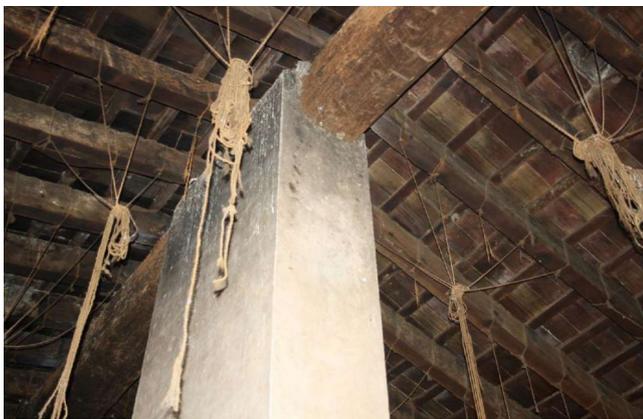


Imagen 21. Vista interior la cubierta a dos aguas y de la viga cumbreira (12)



Imagen 23. Vista interior de la cubierta de la nave lateral (12)

En la primera la cubierta de tejas descansa sobre correas de madera donde se apoyan los rastreles que a su vez están entablicados por una rasilla cerámica formada por ladrillos sobre la que se coloca el material de agarre de las tejas curvas. Para reforzar este tipo de cubierta se propone una solución constructiva de la *Guía de rehabilitación con poliuretano de la IPUR “Cubierta inclinada. Proyección de espuma de poliuretano bajo teja”*. (26)

Como descrito en la guía esta propuesta aporta *“Aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento”*.

Hay dos maneras de proceder dependiendo de las condiciones de la cubierta visto que, como analizado durante el estudio de vulnerabilidad, hay cubiertas que se encuentran en buen estado y otras que se encuentran derrumbadas o con daños graves.

En el caso que no sea necesario el desmontaje de las tejas porque la cubierta es estable y en buenas condiciones se procede a proyectar el material en sentido de “avance en la dirección de elevación de la cubierta” de manera que el material no penetre entre las tejas y se expandiera produciendo su desplazamiento. Se cambiará luego el sentido de proyección una vez que las tejas estén unidas por la espuma para sellar las uniones. La capa de poliuretano tiene que ser como mínimo de 4 cm.



Imagen 65. Detalle proyección de la espuma de poliuretano, IPUR (26)



Imagen 66. Detalle proyección de la espuma de poliuretano, IPUR (26)

En el caso de las cubiertas en peor estado, se procede a la proyección del material sobre el soporte de la cubierta con una capa, como dicho anteriormente, de al menos 4 cm. Se colocará consecuentemente una malla tipo canejero y el mortero que ligará las tejas.

En el segundo caso nos encontramos frente a una cubierta, que, en vez de presentar una rasilla realizada con ladrillos cerámico, tiene una capa de cañizo que descansa sobre los rastreles de madera (colocados en las dos direcciones).

En estos casos es recomendable realizar una capa de refuerzo con yeso rápido que funciona como capa de compresión y reparto. Para esta solución constructiva se hace referencia a *“Aprendiendo a restaurar”* de F. Vegas y C. Mileto al apartado dedicado a la *“Restauración de una cubierta de teja”* (24)

El empleo de este material ofrece (además de ser un material flexible) una serie de ventajas como: dar consistencia a la cubierta, permitir la transpiración y ofrecer en cierta medida aislamiento térmico debidos a las características propias del yeso.^o Como en el caso anterior, sobre esta capa de refuerzo es recomendable colocar una lámina de estanqueidad permeable al vapor y un aislamiento térmico.

Finalmente se colocan las tejas con mortero que permite los movimientos de adaptación entre unas y otras y deben solaparse entre sí.

Para garantizar la estética del edificio es recomendable reducir el espesor de la capa de refuerzo gradualmente en proximidad del alero para evitar que este último se engruese y quede visualmente agradable y no varíe la apariencia original de la alquería.



Imagen 67. Detalle de la aplicación del rehenchido de yeso con una llana, F. Vegas y C. Mileto (24)

Tras la reconstrucción de las cubiertas dañadas y la consolidación estructural a efectuar en las demás se puede incrementar la clase de las cubiertas de D a clase B.

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad mejorado se considerará **CLASE B** → $K_i = 15$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

5. ESTADO DE CONSERVACIÓN

El edificio hoy en día se encuentra en una situación de abandono, no obstante, la estructura de muros verticales se halla en una situación estable y sin daños importantes (como grietas) apreciables a simple vista. Sin embargo, durante el análisis efectuado anteriormente, se ha podido constatar que en el edificio hay lesiones sobre todo en las juntas de mortero que ligan los distintos mampuestos. Estas faltas perjudican la uniformidad del material y su colaboración unitaria en la absorción de los esfuerzos. Es necesario por lo tanto al fin de incrementar la clase relativa a su estado de conservación realizar un rejuntado en el muro, pudiendo así alcanzar una clase A y reducir su vulnerabilidad frente al sismo.

Cabe destacar que esta operación es indispensable también para poder mejorar la clase del punto 2 relativo a la calidad del sistema resistente y poder posteriormente completar la intervención en el edificio con la técnica constructiva propuesta para ese mismo parámetro.

Se tomará como referencia para esta solución "*Aprendiendo a restaurar*" de F. Vegas y C. Mileto al apartado dedicado al "*Rejuntado*" (24)

Ante todo, cabe destacar que el mortero presente en las juntas no presenta un mal estado de conservación y por lo tanto la operación en esta situación consistirá solo en integrar los defectos. Esta operación adquiere el nombre de rejuntado selectivo y respeta la autenticidad del muro evitando operaciones adicionales innecesarias de rejuntado generalizado.

Se tiene que buscar una correcta compatibilidad entre el mortero aportado y el material del muro, por lo tanto suele ser poco recomendable trabajar con morteros predosificados ya que normalmente no se consigue una buena integración con el preexistente. En el caso de la alquería se recomienda el uso de un mortero realizado in situ para poder regular su granulometría, acabado y textura.

Una vez obtenido el mortero adecuado se realiza su puesta en obra. El primer paso a ejecutar es una cuidadosa limpieza de las juntas para poder así eliminar la suciedad y materiales sueltos que podían haberse depositado en la superficie. El segundo paso consiste en proteger eventuales elementos de interés que en el caso de la alquería pueden ser las carpinterías. A continuación se procede a humedecer la superficie sobre la cual se va a intervenir y posteriormente se aplica el mortero, teniendo cuidado a no rebosar o manchar la fábrica del edificio. Finalmente se procede a limpiar los restos del mortero sobre la fábrica con paletines pequeños, esponja y cepillo.

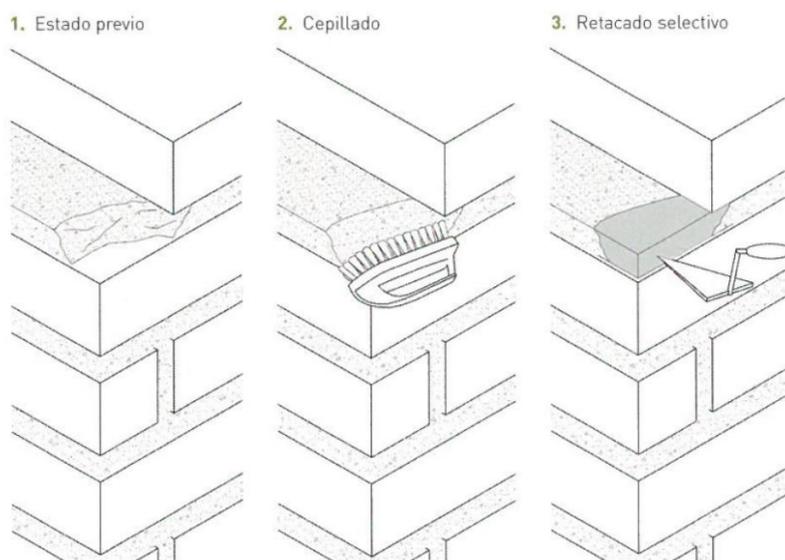


Imagen 68. Detalle de rejuntado con mortero, F. Vegas y C. Mileto (24)

Tras esta operación para el cálculo del índice de vulnerabilidad mejorado se considerará **CLASE A** $\rightarrow K_i = 0$ (coeficiente asociado a la clase), $W_i = 1,00$ (coeficiente asociado al parámetro).

3.2. RESULTADOS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Una vez realizadas las propuestas de mejora se procede a efectuar nuevamente el cálculo relativo al índice de vulnerabilidad mejorado con el programa *Excel* (se adjuntan las tablas a continuación). Se adoptan, en ese paso, los valores correspondientes a las nuevas clases asignadas a los parámetros en los cuales se pretende intervenir.

Parámetro	CLASE	Ki	Wi	Ki x Wi
1) Organización del sistema resistente	B	5	1,00	5,00
2) Calidad del sistema resistente	B	5	0,25	1,25
3) Resistencia convencional	C	25	1,50	37,50
4) Posición del edificio	A	0	0,75	0,00
5) Forjados horizontales	A	0	1,00	0,00
6) Configuración en planta	D	45	0,50	22,50
7) Configuración en elevación	D	45	1,00	45,00
8) Distancia máxima entre muros	D	45	0,25	11,25
9) Tipo de cubierta	B	15	1,00	15,00
10) Elementos no estructurales	C	25	0,25	6,25
11) Estado de conservación	A	0	1,00	0,00
INDICE DE VULNERABILIDAD (IV)				143,75
INDICE NORMALIZADO*				37,56

*Se tiene en cuenta que un índice de 382,75 está asociado a un 100% de índice normalizado de vulnerabilidad.

Tabla 16. Tabla de cálculo de *Excel* para la obtención del índice de vulnerabilidad mejorado - fuente propia

Se obtendría así un nuevo índice de vulnerabilidad de 143,75, frente al 233,75 que presenta la alquería en sus condiciones actuales. Esto se refleja en un índice normalizado, por tanto expresado sobre 100, de 37,56 que supone una mejora importante considerando el 61,07 que se había obtenido en los cálculos realizados previamente.

Este nuevo índice de vulnerabilidad mejorado coloca el edificio en una **CLASE B-C**, ya que el valor obtenido de **37,56** se coloca entre los valores **$13,7 \leq IV \leq 52$** .

Se destaca que solo se ha podido proponer soluciones constructivas para ciertos parámetros, ya que otros ligados a las condiciones formales del edificio no se pueden cambiar sin modificar visualmente la alquería.

Se puede concluir por lo tanto que con las soluciones propuestas se consigue bajar el índice de vulnerabilidad del edificio permitiendo reducir el riesgo frente a posibles daños estructurales que podría sufrir la alquería en caso de terremoto. Esto concurre en la puesta en seguridad del edificio y a la conservación del patrimonio local valenciano mejorando las características resistentes del edificio.

3.2.1. CUADRO RESUMEN DEL ESTUDIO CON LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Parámetro	Explicación	Clase	Ki	Wi	IV
1.Organización del sistema resistente.	Las paredes de la estructura están bien ligadas y presentan un comportamiento en “cajón” proporcionado por la solución constructiva	B	5	1,00	5
2. Calidad del sistema resistente.	Con las soluciones propuestas se va a intervenir en la calidad de los muros resistente proporcionando homogeneidad y piezas bien ligadas.	B	5	0,25	1,25
3.Resistencia convencional.	Edificio con $0.4 \leq \alpha < 0.6$.	C	25	1,50	37,50
4.Posición del edificio y cimentación.	Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior al 10%. La fundación está ubicada a una misma cota. Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén.	A	0	0,75	0
5.Forjados horizontales.	Con la solución propuesta se puede considerar que en los forjados las deformaciones son despreciables y que su conexión con los muros es eficaz.	A	0	1,00	0
6.Configuración en planta.	$0,4 > \beta_1$ y $0,3 < \beta_2$	D	45	0,50	22,50
7.Configuración en elevación.	$\Delta M/M > 0$	D	45	1,00	45
8.Distance máxima entre muros.	Edificio con $L/S > 25$	D	45	0,25	11,25
9.Tipo de cubierta.	Con las soluciones propuesta se podrá considerar una cubierta de tipo B, es decir estable y bien conectada a los muros, aún así no todas las cubiertas presentan viga cumbreira, y se considerará a efectos de cálculo la condición más desfavorable.	B	15	1,00	15
10.Elementos no estructurales.	Se halla en el edificio un pequeño parapeto en cubierta de la torre (elementos de pequeñas dimensiones y mal vinculados a la pared).	C	25	0,25	6,25
11.Estado de conservación.	Con la solución propuesta los muros se podrán considerar en buenas condiciones de conservación y sin lesiones visibles.	A	0	1,00	0
IV					143,75
IV normalizado					37,56

Tabla 17. Tabla resumen explicativa de los parámetros y de las características correspondientes a cada uno teniendo cuenta de las propuestas de mejora - Elaboración propia

4. CONCLUSIÓN

4. CONCLUSIÓN

Con la redacción de este trabajo de fin de grado se ha logrado cumplir con los objetivos previamente fijados en la redacción del objeto de estudio de la parte introductiva. El primer objetivo prefijado era intervenir en una zona de la ciudad de interés, como es la Alquería de la Torre, para poder aportar información útil cerca de un edificio que necesita una intervención inminente (vista su situación de completo abandono actual).

Se ha logrado recopilar información de manera sencilla en cuanto en la escuela ya se habían trabajado en el mismo edificio. Poder consultar estos trabajos ha sido fundamental tanto como para poder llevar a cabo el levantamiento de los planos como para el análisis de las zonas interiores a las cuales no se podía acceder por razones de seguridad.

Se ha logrado por lo tanto un conocimiento detallado sobre el edificio y se ha podido redactar un análisis que ha sido el punto de partida para el siguiente objetivo que era el estudio de vulnerabilidad sísmica. Con este punto se ha logrado estimar la vulnerabilidad frente a un posible sismo del edificio y entender cuál podría ser su comportamiento. Otro punto importante, que se deriva de este estudio, es que al haber analizado los parámetros que confluyen en la vulnerabilidad del edificio separadamente se ha podido detectar donde realmente la estructura presenta ciertas debilidades y donde se puede intervenir para mejorar su resistencia frente al terremoto. Con este paso se ha obtenido un valor normalizado de vulnerabilidad igual a **61,07%** que supone una vulnerabilidad medio - alta. Esto representa un riesgo para el edificio tanto desde el punto de vista de la seguridad estructural como desde el punto de vista cultural, ya que podría convertirse en una ruina y perder el carácter histórico y de autenticidad que tiene para la ciudad.

En los parámetros que se habían identificado como más desfavorables y en los cuales es más fácil intervenir sin cambiar la conformación del edificio, se ha procedido a proponer varias soluciones (consultando manuales de construcción) constructiva para mejorar la estructura de la Alquería.

Una vez realizado este paso se puede dar por concluido el objetivo del trabajo en cuanto, con este estudio, se ha logrado entender el comportamiento del edificio y donde/como actuar para mejorar su comportamiento. Esto se puede confirmar con los resultados de la re-evaluación considerando las propuestas y las técnicas constructivas propuestas. Se logra por lo tanto rebajar, considerablemente, el índice de vulnerabilidad desde un **61,07%** a un **37,56%** que supone un decremento de la vulnerabilidad de aproximadamente **38,5%** y resulta ser un dato importante. En consecuencia se puede decir que los parámetros a intervenir y las soluciones propuestas podrían ser un punto de partida para la consolidación de la estructura.

En conclusión, la Alquería de la Torre es parte importante de la historia y tradición de la huerta de Valencia y se presenta como un edificio que, a pesar del estado de abandono continuado, se puede recuperar y devolver a la ciudad. Se espera con este trabajo poder crear una base de datos e información sobre la alquería para una futura intervención.

5. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

(1) Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Agenda 2030. Naciones Unidas.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

(2) Sección Bienes de relevancia Local. Inventario general del patrimonio cultural Valenciano. Generalitat Valenciana.

<https://ceice.gva.es/es/web/patrimonio-cultural-y-museos/brl>

(3) Guadalajara, M. (2019). “La alquería de la Torre albergará una escuela de gastronomía y un restaurante tradicional”. Las Provincias.

<https://www.lasprovincias.es/valencia-ciudad/alqueria-torre-albergara-20191122152933-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

(4) Del Rey Aynat, J.M. “Arquitectura rural Valenciana. Tipos de casas dispersas y análisis de su arquitectura”. (1998). Valencia: Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia. Dirección General de Patrimonio Artístico.

(5) “Alquerías valencianas. Alquería de la Torre”

<http://www.jdiezarnal.com/valenciaalqueriadelatorre.html>

(6) Lista Roja del Patrimonio: “Alquería de la Torre”.

<https://listaroja.hispanianostra.org/ficha/alqueria-de-la-torre-2/>

(7) EPA – Conjunto Alquería del Moro y Alquería de la Torre. Catálogo de bienes y espacios protegidos. Ordenación Estructural.

(8) Reig, N. (2022). “El Ayuntamiento cambia de idea: la Alquería de La Torre no será un centro gastronómico ligado a la huerta”. Ondacero.

https://www.ondacero.es/emisoras/comunidad-valenciana/valencia/noticias/ayuntamiento-cambia-idea-alqueria-torre-sera-centro-gastronomico-ligado-huerta_20221108636a30d824a04a0001c2986a.html

(9) Del Rey Aynat, J., Rosselló, V. & Consell Valencià de Cultura. (2002). “Alqueries: paisatge i arquitectura en l’horta”. Valencia, España: Consell Valencià de Cultura.

(10) Pérez de los Cobos Gironés, F J. (2000). “Alquerías, masías y heredades valencianas”. Ed. Federico Domenech. Valencia.

(11) Cuallado Valls, S. (2016). “Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)”. Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.

(12) Perez Ceres, P. (2017). “Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

(13) Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02) (Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre). Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado (BOE). BOE-A-2002-19687 Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

(14) Plan Especial frente al riesgo sísmico, (2015). Generalitat Valenciana. Conselleria de Governació i Justícia. Valencia.

Plan Especial ante el riesgo de (gva.es)

(15) Benedetti, D., Petrini, V. (1984). “*Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura. Proposte di un metodo di valutazione.*” L’industria delle Costruzioni, 149: 66-78.

(16) Yepez, F.; Barbat, H.; Canas, J. (1995). “Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería”. Barcelona: Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).

(17) Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. “Código técnico de la edificación. Libro 5, Parte II, Documento básico - DB SE-F Seguridad estructural: fábrica”. (3a ed.). (2009). Boletín Oficial del Estado (BOE).

<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-F.pdf>

(18) “Código técnico de la edificación. Libro 2, Parte II, Documentos básicos - DB SE Seguridad estructural: bases de cálculo ; DB SE-AE Acciones en la edificación”. (2a ed.). (2008). Boletín Oficial del Estado (BOE).

<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>

(19) Ministerio de la Vivienda. Decreto 1965, 17 de enero de 1963. “Norma M.V. 101-1962, de Acciones en la edificación”. Boletín Oficial del Estado (BOE).

(20) Yamin LE, Phillips CA, Reyes JC, Ruiz DM (2004) “Seismic behavior and rehabilitation alternatives for adobe and rammed earth buildings”. 13th world conference on earthquake engineering, Vancouver, Canada.

(21) MAPEI (2019). “Refuerzo de muro de carga: Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: Mapei steel dry”. España.

(22) MAPEI (2020). “Refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con revoques de bajo espesor”, “Manual de refuerzo estructural”. España.

(23) MAPEI (2019). “Refuerzo de muro de carga: Consolidación y refuerzo mediante la técnica del remiendo o de la sustitución”. España.

(24) Vegas López-Manzanares, F., Mileto, C. (2017). “Aprendiendo a restaurar”. Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana. Valencia.

(25) Catálogo de elementos constructivos del CTE. (2006). Código técnico de la edificación.

(26) IPUR (2022). Guía de rehabilitación con poliuretano “Cubierta inclinada. Proyección de espuma de poliuretano bajo teja”.

Índice de imágenes

Imagen 0. Vista exterior de la Alquería de la Torre. (Imagen de portada)

fuelle: *Elaboración propia, Septiembre 2023*

Imagen 1. Objetivos de desarrollo sostenible.

fuelle: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Imagen 2. Plano de Valencia de 1608 - Plano de Mancelli.

fuelle: <https://www.europapress.es/comunitat-valenciana/noticia-recorre-valencia-1608-traves-plano-mas-antigo-20171116132456.html>

Imagen 3. Plano de Valencia de F. Ponce de León de 1.883.

fuelle: *Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.*

Imagen 4. Vista de Valencia en la actualidad, inserción de la alquería de la Torre en la trama urbana.

fuelle: *Google Earth Pro*

Imagen 5. Vista exterior de la Alquería de la Torre desde el sur.

fuelle: *elaboración propia, Septiembre 2023*

Imagen 6. Vista exterior de la Alquería de la Torre desde el este,

fuelle: *elaboración propia, Septiembre 2023*

Imagen 7. Declaración BRL del conjunto de la Alquería del Moro y Alquería de la Torre.

fuelle: *Sección Bienes de relevancia Local. Inventario general del patrimonio cultural Valenciano. Generalitat Valenciana.*

<https://ceice.gva.es/es/web/patrimonio-cultural-y-museos/brl>

Imagen 8. Declaración BRL del conjunto de la Alquería del Moro y Alquería de la Torre.

fuelle: *Sección Bienes de relevancia Local. Inventario general del patrimonio cultural Valenciano. Generalitat Valenciana.*

<https://ceice.gva.es/es/web/patrimonio-cultural-y-museos/brl>

Imagen 9. Declaración BRL del conjunto de la Alquería del Moro y Alquería de la Torre.

fuelle: *Sección Bienes de relevancia Local. Inventario general del patrimonio cultural Valenciano. Generalitat Valenciana.*

<https://ceice.gva.es/es/web/patrimonio-cultural-y-museos/brl>

Imagen 10. Declaración BRL del conjunto de la Alquería del Moro y Alquería de la Torre.

fuelle: *Sección Bienes de relevancia Local. Inventario general del patrimonio cultural Valenciano. Generalitat Valenciana.*

<https://ceice.gva.es/es/web/patrimonio-cultural-y-museos/brl>

Imagen 11. Esquema de casa patio de Miguel del Rey Aynat.

fuelle: *Del Rey Aynat, J., Rosselló, V. & Consell Valencià de Cultura. (2002). "Alqueries: paisatge i arquitectura en l'horta". Valencia, España: Consell Valencià de Cultura.*

Imagen 12. Vista desde el exterior de la torre de la Alquería.

fuelle: *elaboración propia, Septiembre 2023*

Imagen 13. Esquema de usos de la planta baja de la Alquería de la Torre.

fuelle: *Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.*

Imagen 14. Esquema de usos de la entreplanta de la Alquería de la Torre.

fuelle: *Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.*

Imagen 15. Esquema de usos de la planta primera de la Alquería de la Torre.

fuelle: Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 16. Vista de los muros de la estructura resistente desde el interior

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 17. Vista de los muros de la estructura resistente desde el exterior

fuelle: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 18. Detalle de forjados de madera con técnica de revoltones

fuelle: : Diodato, M. (2009). "Huellas de artesanía constructiva. Características de los forjados históricos de Valencia". Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Valencia, 21-24 octubre 2009. Madrid: Instituto Juan de Herrera

Imagen 19. Vista interior del forjado

fuelle: Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 20. Vista volumetrica de la Alquería de la torre donde se pueden apreciar las cubiertas

fuelle: Google Earth Pro

Imagen 21. Vista interior la cubierta a dos aguas y de la viga cumbreira

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 22. Vista exterior de la cubierta plana de la torre de la Alquería (10)

fuelle: Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 23. Vista interior de la cubierta de la nave lateral

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 24. Vista exterior de la ventana

fuelle: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 25. Vista de las pinturas al temple con decoraciones florales y frutos o picos de la Huerta de Valencia (10)

fuelle: Cuallado Valls, S. (2016). "Las arquitecturas de la huerta de Valencia: La Alquería de la Torre de Benicalap (Valencia)". Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 26. Vista de los restos del pavimento de la Alquería

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 27. Vista interior de la escalera de tramo recto

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 28. Vista interior de la escalera de la Torre

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 29. Plano de la planta baja de la Alquería de la Torre - producción propia

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). "Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre". Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 30. Plano de la planta primera de la Alquería de la Torre - producción propia
fuente: Perez Ceres, P. (2017). “Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 31. Plano de la planta primera de la Alquería de la Torre - producción propia
fuente: Perez Ceres, P. (2017). “Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 32. Vista de como se apoya el forjado al muro de carga (11)
fuente: Perez Ceres, P. (2017). “Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 33. Detalle de la estructura resistente vertical desde el exterior
fuente: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 34. Detalle de la estructura resistente vertical desde el exterior
fuente: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 35. Formúla obtención de C
fuente: Benedetti, D., Petrini, V. (1984). “Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione “. Italia.

Imagen 36. Formúla obtención de q
fuente: Benedetti, D., Petrini, V. (1984). “Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione “. Italia.

Imagen 37. Tabla resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario
fuente: Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. “Código técnico de la edificación. Libro 5, Parte II, Documento básico - DB SE-F Seguridad estructural: fábrica”. (3a ed.). (2009). Boletín Oficial del Estado (BOE).

Imagen 38. Tabla peso específico aparente de materiales de construcción
fuente: “Código técnico de la edificación. Libro 2, Parte II, Documentos básicos - DB SE Seguridad estructural: bases de cálculo ; DB SE-AE Acciones en la edificación”. (2a ed.). (2008). Boletín Oficial del Estado (BOE).

Imagen 39. Detalle forjado de madera, Diodato M.
fuente: Diodato, M. (2009)

Imagen 40. Tabla Mechanical properties obtained
fuente: Yamin LE, Phillips CA, Reyes JC, Ruiz DM (2004) “Seismic behavior and rehabilitation alternatives for adobe and rammed earth buildings”. 13th world conference on earthquake engineering, Vancouver, Canada.

Imagen 41, 42. Resultados obtenidos con el programa Geoweb
fuente: <http://www.five.es:8080/geoweb/>

Imagen 43. Vista interior del forjado de la estructura horizontal
fuente: Perez Ceres, P. (2017). “Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 45. Esquemas de cotas de la planta primera a tener en cuenta para el calculo del parámetro 6
fuente: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 46. Sección acotada que define las medidas utilizadas para el calculo, Perez P. (11)
fuente: Perez Ceres, P. (2017). “Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 47. Plano acotado que define la luz máxima entre muros
fuente: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 48. Esquemas de las tipologías de cubierta, 1984, Benedetti y Petrini

fuelle: Benedetti, D., Petrini, V. (1984). *“Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione”*. Italia.

Imagen 49. Detalle de la cubierta a dos aguas y de su viga cumbre

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). *“Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”*. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 50. Detalle de la cubierta a una agua que se encuentra en mal estado

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). *“Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”*. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 51. Detalle de la cubierta a una agua del volumen anexo

fuelle: Perez Ceres, P. (2017). *“Levantamiento y propuesta de uso de la alquería de la Torre”*. Trabajo fin de grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Imagen 52. Detalle de la estructura resistente desde el exterior donde se puede apreciar su estado de conservación en la actualidad

fuelle: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 53. Detalle de la estructura resistente desde el exterior donde se puede apreciar su estado de conservación en la actualidad

fuelle: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 54. Realización de perforaciones, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: Mapei steel dry”*. España.

Imagen 55. Eliminación material no cohesionado con aire comprimido, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: Mapei steel dry”*. España.

Imagen 56. Inserción barra mediante percusión, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: Mapei steel dry”*. España.

Imagen 57. Relleno agujero con mortero, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: Mapei steel dry”*. España.

Imagen 58. Detalle constructivo de la técnica de cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: Mapei steel dry”*. España.

Imagen 59. Esquema de inserción de las barras en el edificio

fuelle: elaboración propia, Septiembre 2023

Imagen 60. Detalle constructivo de la técnica de refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con revoques de bajo espesor, MAPEI

fuelle: MAPEI (2020). *“Refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con revoques de bajo espesor”*, *“Manual de refuerzo estructural”*. España.

Imagen 61. Eliminación de elementos dañados, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Consolidación y refuerzo mediante la técnica del remiendo o de la sustitución”*. España.

Imagen 62. Cosido del muro, MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). *“Refuerzo de muro de carga: Consolidación y refuerzo mediante la técnica del remiendo o de la sustitución”*. España.

Imagen 63. Colocación de los elementos constructivos MAPEI

fuelle: MAPEI (2019). "Refuerzo de muro de carga: Consolidación y refuerzo mediante la técnica del remiendo o de la sustitución". España.

Imagen 64. Detalle constructivo del refuerzo con capa de compresión con tableros contrachapados, F. Vegas y C. Mileto

fuelle: Vegas López-Manzanares, F., Mileto, C. (2017). "Aprendiendo a restaurar". Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana. Valencia.

Imagen 65. Detalle proyección de la espuma de poliuretano, IPUR (24)

fuelle: Catálogo de elementos constructivos del CTE. (2006). Código técnico de la edificación.

Imagen 66. Detalle proyección de la espuma de poliuretano, IPUR (24)

fuelle: Catálogo de elementos constructivos del CTE. (2006). Código técnico de la edificación.

Imagen 67. Detalle de la aplicación del rehenchido de yeso con una llana, F. Vegas y C. Mileto

fuelle: Vegas López-Manzanares, F., Mileto, C. (2017). "Aprendiendo a restaurar". Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana. Valencia.

Imagen 68. Detalle de rejuntado con mortero, F. Vegas y C. Mileto

fuelle: Vegas López-Manzanares, F., Mileto, C. (2017). "Aprendiendo a restaurar". Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana. Valencia.º

Índice de tablas

Tabla 1. Escala de vulnerabilidad, 1984, Benedetti y Petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 2. Clases para la evaluación de la organización del sistema resistente de una estructura, 1984, Benedetti y Petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 3. Clases para la evaluación de la calidad y naturaleza del sistema resistente de una estructura, 1984, Benedetti y petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 4. Clases para la evaluación de la resistencia convencional de una estructura, 1984, Benedetti y Petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 5. Calculo de la resistencia convencional parámetro α - producción propia

fuelle: elaboración propia con el programa Excel

Tabla 6. Clases para la evaluación de laposición del edificio y su cimentación, 1984

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 7. Clases para la evaluación de los forjados del edificio, 1984

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 8. Clases para la evaluación de la configuración en planta, 1984, Benedetti y Petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 9. Clases para la evaluación de la configuración en elevación, 1984, Benedetti y Petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 10. Clases para la evaluación de la distancia máxima entre muros, 1984, Benedetti y Petrini

Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). “Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)”. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>

Tabla 11. Clases para la evaluación del tipo de cubierta, 1984 Benedetti y Petrini
*Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). "Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)". Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>*

Tabla 12. Clases para la evaluación de los tipos del elementos no estructurales, 1984 Benedetti y Petrini
*Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). "Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)". Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>*

Tabla 13. Clases para la evaluación del estado de conservación, 1984 Benedetti y Petrini
*Fuente: Chavarría Lanzas, D.A. y Gómez Pizano, D. (2001). "Estudio Piloto de Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de 1 y 2 Pisos del Barrio Cuarto de Legua en el Cono de Cañaveralejo (Cali, Colombia)". Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Nicaragua).
<https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/vulne/cali/>*

Tabla 14. Tabla de calculo de *Excel* para la obtención del indice de vulnerabilidad
fuentes: elaboración propia con el programa Excel

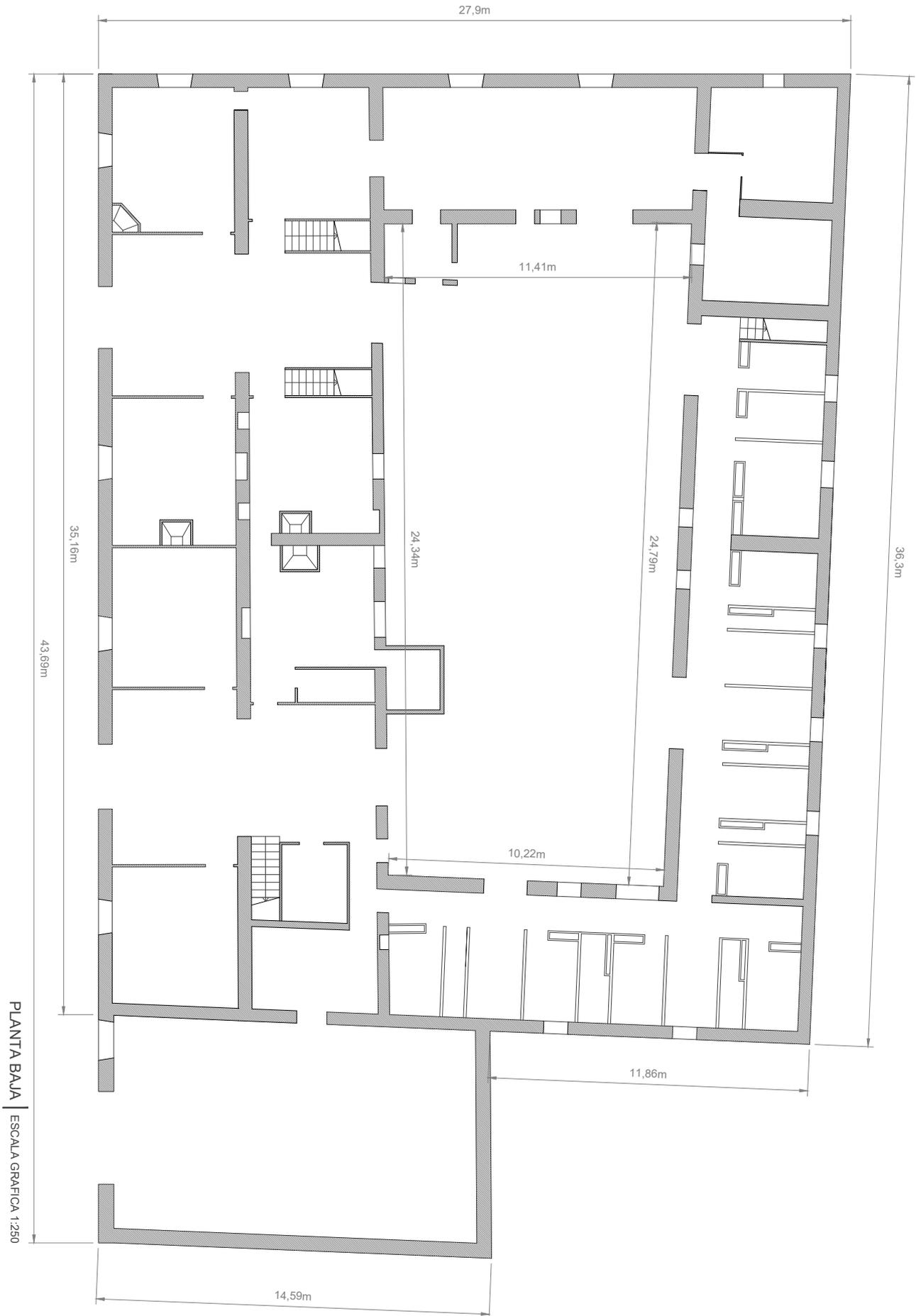
Tabla 15. Tabla resumen explicativa de los parámetros y de las características correspondientes a cada uno en el estado actual de la Alquería de la Torre
fuentes: elaboración propia con el programa Excel

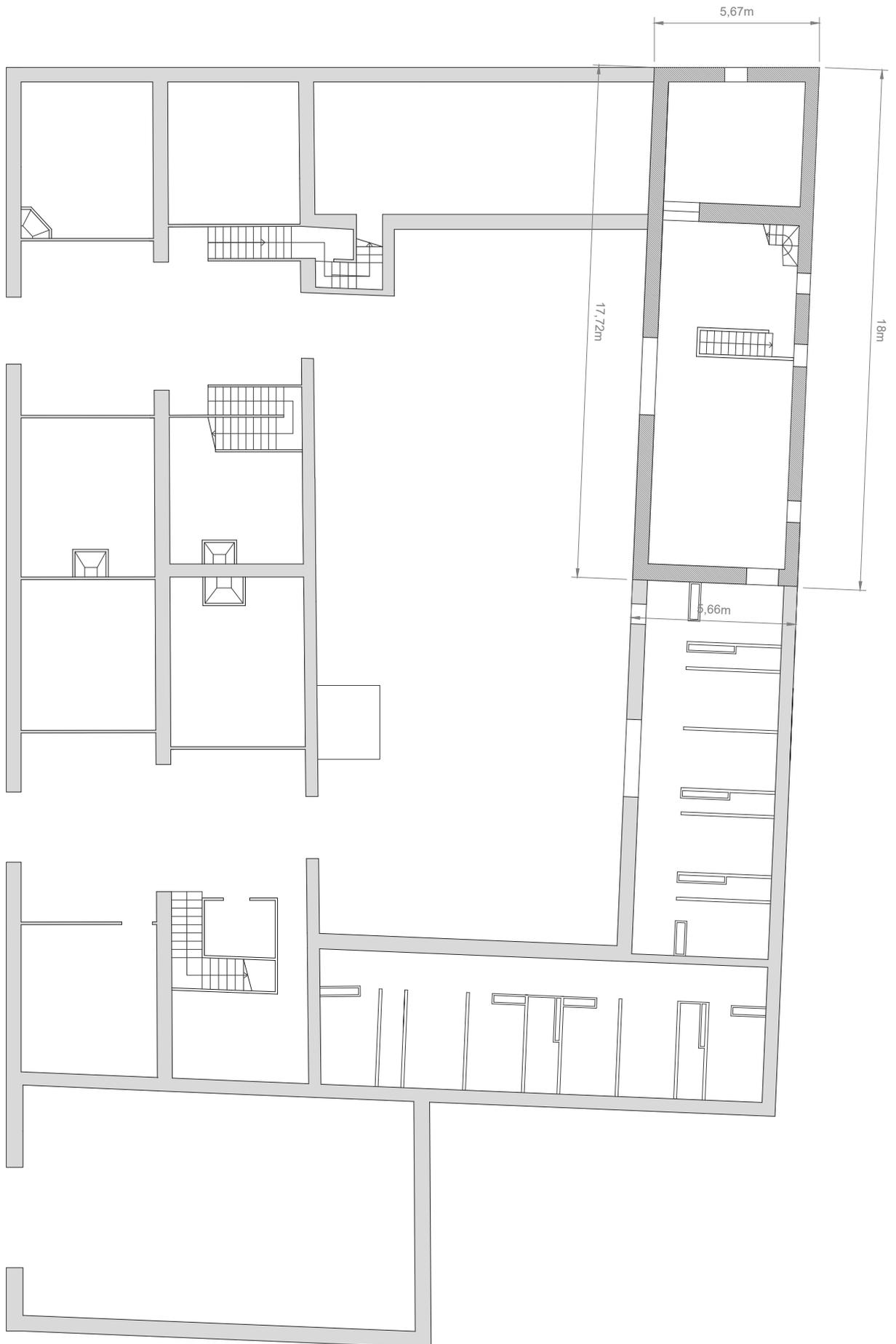
Tabla 16. Tabla de calculo de *Excel* para la obtención del indice de vulnerabilidad mejorado
fuentes: elaboración propia con el programa Excel

Tabla 17. Tabla resumen explicativa de los parámetros y de las características correspondientes a cada uno teniendo cuanta de las propuestas de mejora
fuentes: elaboración propia con el programa Excel

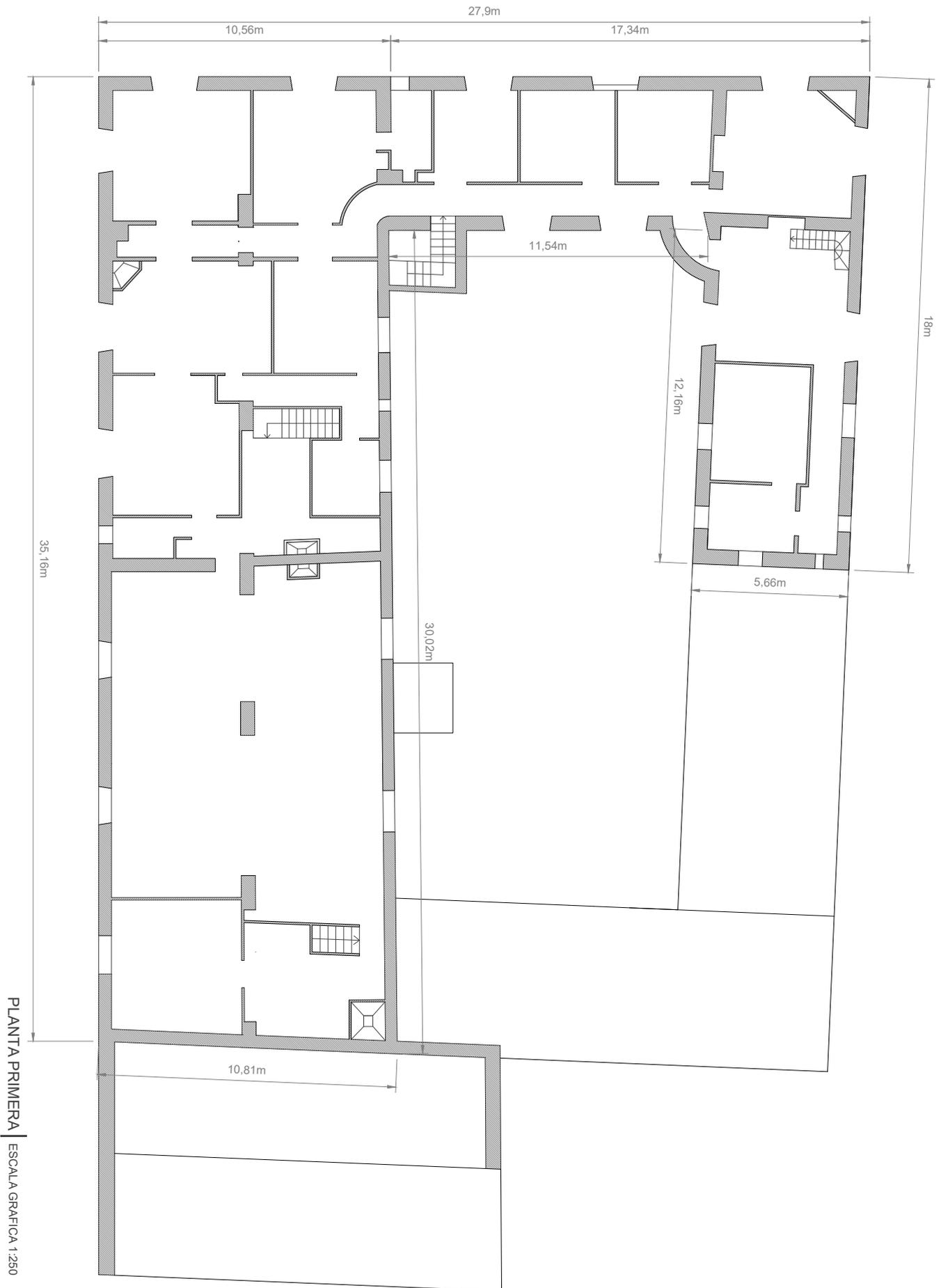
6. ANEXOS

6.1. PLANTAS DE LA ALQUERÍA DE LA TORRE





ENTREPLANTA | ESCALA GRAFICA 1:250



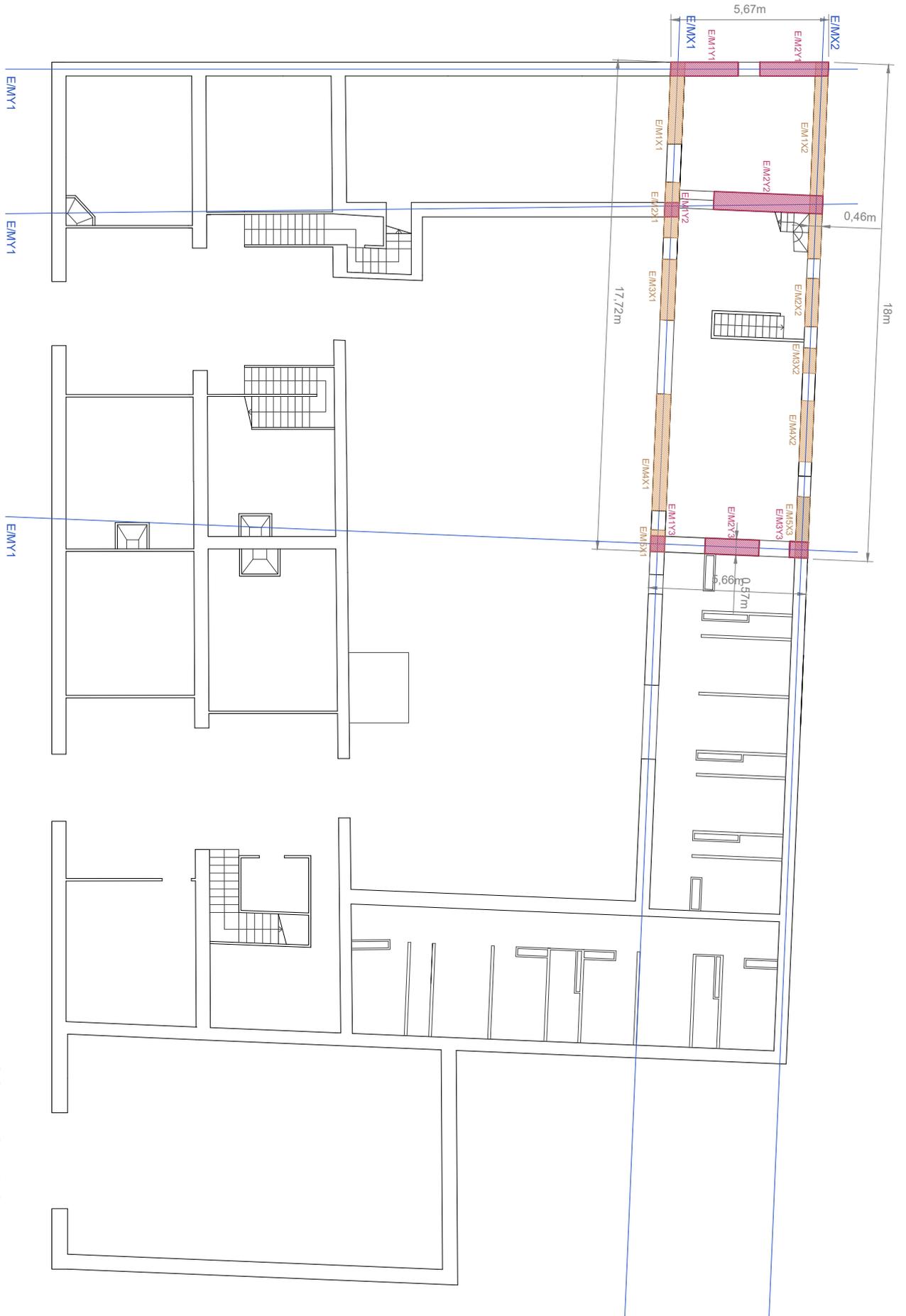
PLANTA PRIMERA | ESCALA GRAFICA 1:250

6.2. PLANTAS SUPERFICIES DE MUROS RESISTENTES

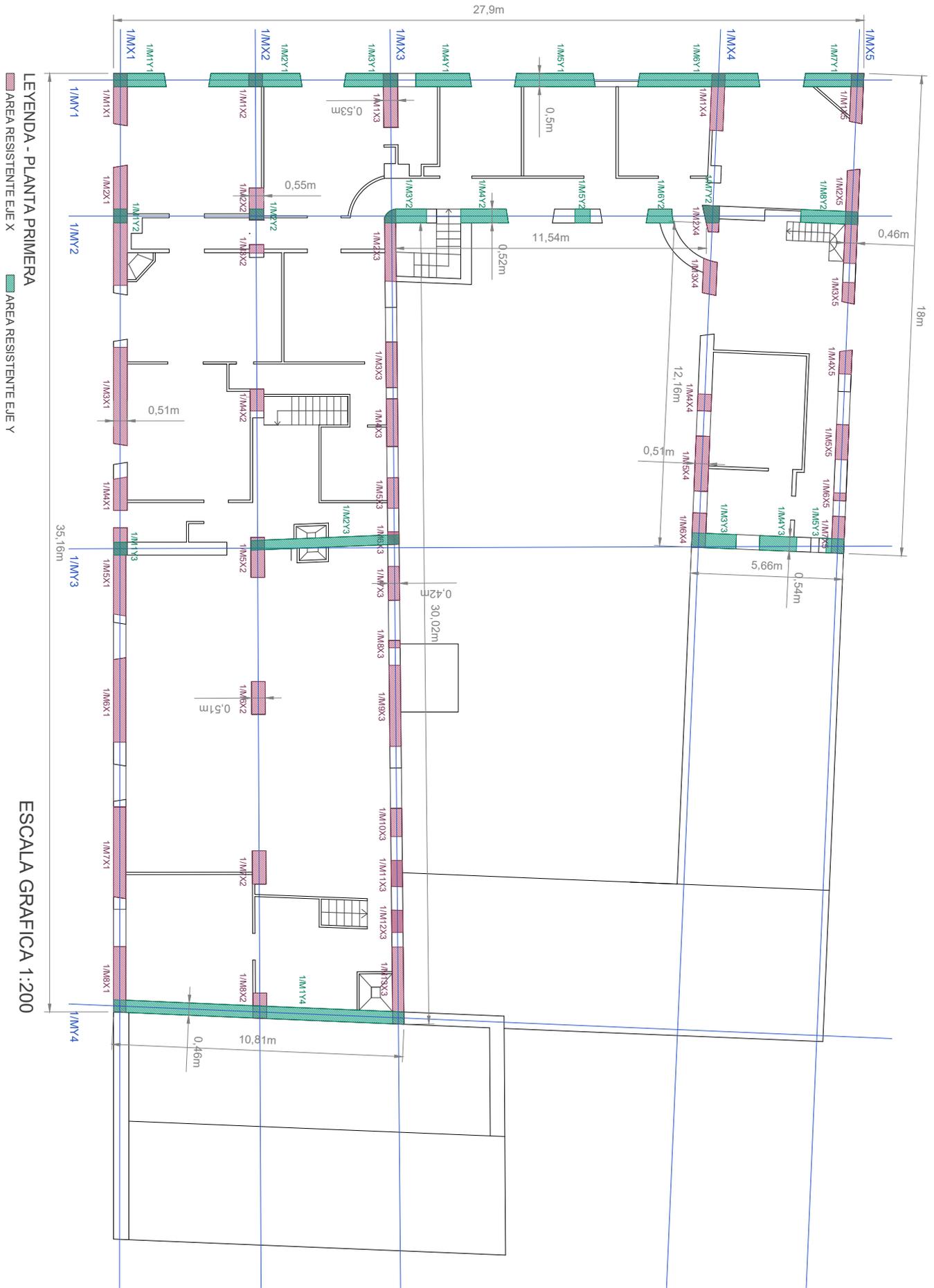


LEYENDA - ENTREPLANTA

- AREA RESISTENTE EJE X
- AREA RESISTENTE EJE Y



ESCALA GRAFICA 1:200



6.3. TABLAS SUPERFICIE RESISTENTE DE LA ALQUERÍA DE LA TORRE

PLANTA BAJA

Area elementos resistentes EJE X - mediciones realizadas con Autocad

O/MX1	A (m2)
O/M1X1	1,14
O/M2X1	2,28
O/M3X1	1,85
O/M4X1	2,6
O/M5X1	1,78
O/M6X1	1,73
O/M7X1	1,68
O/M8X1	0,69
O/M9X1	1,25
TOT O/MX1	15,00

O/MX2	A (m2)
O/M1X2	0,33
O/M2X2	2,75
O/M3X2	0,75
O/M4X2	0,45
O/M5X2	0,43
O/M6X2	1,68
O/M7X2	1,53
O/M8X2	3,52
O/M9X2	0,27
TOT O/MX2	11,71

O/MX3	A (m2)
O/M1X3	1,26
O/M2X3	2,02
O/M3X3	1,70
O/M4X3	0,48
O/M5X3	0,18
O/M6X3	0,52
O/M7X3	0,19
O/M8X3	1,26
O/M9X3	0,52
O/M10X3	0,35
O/M11X3	1,21
O/M12X3	0,23
TOT O/MX2	9,92

Area elementos resistentes EJE Y - mediciones realizadas con Autocad

O/MX4	A (m2)
O/M1X4	4,84
TOT O/MX2	4,84

O/MX5	A (m2)
O/M1X5	1,51
O/M2X5	1,02
O/M3X5	1,12
O/M4X5	2,16
O/M5X5	0,84
O/M6X5	1,68
O/M7X5	2,91
O/M8X5	0,24
TOT O/MX5	11,48

O/MX6	A (m2)
O/M1X6	5,18
O/M2X6	1,02
O/M3X6	2,35
O/M4X6	1,20
O/M5X6	1,20
O/M6X6	3,60
TOT O/MX6	14,55

TABLA RESUMEN EJE X	
O/MX1	15,00
O/MX2	11,71
O/MX3	9,92
O/MX4	4,84
O/MX5	11,48
O/MX6	14,55
TOT O/MX	67,50

O/MY1	A (m2)
O/M1Y1	1,10
O/M2Y1	1,82
O/M3Y1	2,34
O/M4Y1	1,78
O/M5Y1	2,78
O/M6Y1	1,23
TOT O/MY1	11,05

O/MY2	A (m2)
O/M1Y2	0,27
O/M2Y2	0,27
O/M3Y2	0,81
O/M4Y2	1,45
O/M5Y2	0,10
O/M6Y2	0,29
O/M7Y2	1,40
O/M8Y2	2,54
TOT O/MY2	7,13

O/MY3	A (m2)
O/M1Y3	3,23
TOT O/MY3	3,23

O/MY4	A (m2)
O/M1Y4	0,23
O/M2Y4	0,23
O/M3Y4	1,89
O/M4Y4	0,29
O/M5Y4	2,11
TOT O/MY4	4,75

O/MY5	A (m2)
O/M1Y5	0,27
O/M2Y5	0,27
O/M3Y5	2,10
O/M4Y5	0,59
O/M5Y5	0,69
O/M6Y5	0,36
O/M7Y5	1,04
TOT O/MY5	5,32

O/MY6	A (m2)
O/M1Y6	3,35
O/M2Y6	3,70
O/M3Y6	1,79
O/M4Y6	1,93
TOT O/MY6	10,77

O/MY7	A (m2)
O/M1Y7	8,05
TOT O/MY7	8,05

TABLA RESUMEN EJE Y	
O/MY1	11,05
O/MY2	7,13
O/MY3	3,23
O/MY4	4,75
O/MY5	5,32
O/MY6	10,77
O/MY7	8,05
TOT O/MY	50,30

AREA TOTAL PB (m2)	
O/MX	67,50
O/MY	50,30
TOT	117,80

ENTREPLANTA**Area elementos resistentes EJE X - mediciones realizadas con Autocad**

E/MX1	A (m2)
E/M1X1	1,51
E/M2X1	1,02
E/M3X1	1,12
E/M4X1	2,16
E/M4X1	0,40
TOT E/MX1	6,21

TABLA RESUMEN EJE X	
E/MX1	6,21
E/MX2	6,53
TOT E/MX	12,74

E/MX2	A (m2)
E/M1X2	3,28
E/M2X2	0,8
E/M3X2	0,42
E/M4X2	1,02
E/M5X2	1,01
TOT E/MX2	6,53

Area elementos resistentes EJE Y - mediciones realizadas con Autocad

E/MY1	A (m2)
E/M1Y1	1,21
E/M2Y1	1,23
TOT E/MY1	2,44

TABLA RESUMEN EJE Y	
E/MX1	2,44
E/MX2	2,81
E/MX3	1,78
TOT E/MX	7,03

E/MY2	A (m2)
E/M1Y2	0,27
E/M2Y2	2,54
TOT E/MY2	2,81

AREA TOTAL ENTREPL.(m2)	
E/MX	12,74
E/MY	7,03
TOT	19,77

E/MY3	A (m2)
E/M1Y3	0,29
E/M2Y3	1,11
E/M3Y3	0,38
TOT E/MY3	1,78

PLANTA PRIMERA Area elementos resistentes EJE X - mediciones realizadas con Autocad

1/MX1	A (m2)	
1/M1X1	0,98	
1/M2X1	2,28	
1/M3X1	1,86	
1/M4X1	0,62	
1/M5X1	1,55	
1/M6X1	1,44	
1/M7X1	1,56	
1/M8X1	1,13	
TOT 1/MX1	11,42	
1/MX2	A (m2)	
1/M1X2	0,26	
1/M2X2	0,65	
1/M3X2	0,17	
1/M4X2	0,42	
1/M5X2	0,76	
1/M6X2	0,63	
1/M7X2	0,64	
1/M8X2	0,48	
TOT 1/MX2	4,01	

1/MX4	A (m2)	
1/M1X4	1,05	
1/M2X4	0,5	
1/M3X4	0,64	
1/M4X4	0,32	
1/M5X4	1,05	
1/M6X4	0,66	
TOT 1/MX4	4,22	

1/MX5	A (m2)	
1/M1X5	0,85	
1/M2X5	1,61	
1/M3X5	0,35	
1/M4X5	0,40	
1/M5X5	0,60	
1/M6X5	0,14	
1/M7X5	0,64	
TOT 1/MX4	4,59	

TABLA RESUMEN EJE X	
1/MX1	11,42
1/MX2	4,01
1/MX3	8,75
1/MX4	4,22
1/MX5	4,59
TOT1/MX	32,99

1/MX3	A (m2)	
1/M1X3	1,08	
1/M2X3	1,15	
1/M3X3	0,72	
1/M4X3	0,75	
1/M5X3	0,48	
1/M6X3	0,2	
1/M7X3	0,54	
1/M8X3	0,12	
1/M9X3	1,28	
1/M10X3	0,45	
1/M11X3	0,42	
1/M12X3	0,35	
1/M13X3	1,21	
TOT 0/MX2	8,75	

Area elementos resistentes EJE Y - mediciones realizadas con Autocad

1/MY1	A (m2)	
1/M1Y1	0,96	
1/M2Y1	1,70	
1/M3Y1	0,98	
1/M4Y1	1,03	
1/M5Y1	1,46	
1/M6Y1	2,24	
1/M7Y1	1,10	
TOT 1/MY1	9,47	

1/MY2	A (m2)	
1/M1Y2	0,27	
1/M2Y2	0,22	
1/M3Y2	0,8	
1/M4Y2	0,9	
1/M5Y2	0,29	
1/M6Y2	0,48	
1/M7Y2	0,36	
1/M8Y2	1,02	
TOT 1MY2	4,34	

1/MY3	A (m2)	
1/M1Y3	0,25	
1/M2Y3	1,98	
1/M3Y3	0,89	
1/M4Y3	0,75	
1/M5Y3	0,36	
TOT 1/MY3	4,23	

1/MY4	A (m2)	
1/M1Y4	4,97	
TOT 1/MY4	4,97	

TABLA RESUMEN EJE Y	
1/MY1	9,47
1/MY2	4,34
1/MY3	4,23
1/MY4	4,97
TOT 1/MY	23,01

AREA TOTAL P1 (m2)	32,99
1/MX	23,01
TOT	56,00

6.4. TABLAS DE CALCULO DEL VOLUMEN DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE

CALCULO VOLUMEN DE LOS ELEMENTOS VERTICALES RESISTENTE - TABLAS RESUMEN

EJE X PLANTA BAJA

MURO	H	H triangulo p. cubierta	A (m2)	TOT. V (m3)
O/MX1	*	*	15	69,48
O/MX2	4,4		11,71	51,52
O/MX3	4,4		9,92	43,65
O/MX4	4,45	3,26	4,84	29,43
O/MX5	3,67		5,27	19,34
O/MX6	5,06		7,21	36,48

*nota: para MX5 y MX6 se ha descontado el area correspondiente a la doble planta

*MX1 $12,93*4,4+(0,13+1,25+0,69)*4,45+(0,13+1,25+0,69)*3,26/2=69,48$

DOBLE ALTURA PB	H	A (m2)	TOT. V (m3)
O/MX5	2,41	6,21	14,97
O/MX6	2,41	7,34	17,69

DOBLE ALTURA ENT.	H	H triangulo p. cubierta	A (m2)	TOT. V (m3)	TOT. MURO
E/MX5	2,02		6,21	12,54	46,85
E/MX6	2,02		6,53	13,19	67,36

VOLUMEN TOTAL EJE X PLANTA BAJA

308,29

EJE Y PLANTA BAJA

MURO	H	H triangulo p. cubierta	A (m2)	TOT. V (m3)
O/MY1	4,4		11,05	48,62
O/MY2	4,4		7,13	31,37
O/MY3	4,4		3,23	14,21
O/MY4	4,4		4,75	20,90
O/MY5	*	*	5,32	20,64
O/MY6	*	*	10,77	51,58
O/MY7	4,45		8,05	35,82

*O/MY5 $0,27*4,4+0,27*4,4+(2,1+0,59+0,69+0,36)*3,67+(1,04*3,67+1,04*1,39/2)=20,64$

*O/MY6 $(3,35+1,07)*4,4+(1,79+1,93+2,63)*5,06=51,58$

VOLUMEN TOTAL EJE Y PLANTA BAJA

223,15

VOLUMEN TOTAL ESTRUCTURA RESISTENTE VERTICAL PLANTA BAJA

531,44

EJE X PLANTA PRIMERA

MURO	H	H triangulo p. cubierta	A (m2)	TOT. V (m3)
1/MX1	4,02		11,42	45,91
1/MX2	5,55		4,01	22,26
1/MX3	4,02		8,75	35,18
1/MX4	6,20		4,22	26,16
1/MX5	4,02		4,59	18,45

VOLUMEN TOTAL EJE X PLANTA BAJA

147,95

EJE Y PLANTA PRIMERA

MURO	H	H triangulo p. cubierta	A (m2)	TOT. V (m3)
1/MY1	4,02		9,47	38,07
1/MY2	*	*	4,34	24,75
1/MY3	*	*	4,23	20,70
1/MY4	4,02	2,18	4,97	24,36

*1/MY2 $(1,02*4,02+1,02*2,18/2)+0,27*4,02+0,22*5,55+(0,8+0,9+0,29+0,48+0,36)*6,20=24,75$

*1/MY3 $0,25*4,02+(1,98*4,02+1,98*1,53/2)+(0,89+0,75+0,36)*4,02+(0,89+0,75+0,36)*2,18/2=2,70$

VOLUMEN TOTAL ESTRUCTURA RESISTENTE VERTICAL PLANTA PRIMERA

107,88

VOLUMEN TOTAL ESTRUCTURA RESISTENTE VERTICAL PLANTA PRIMERA

255,84

CALCULO PARAMETRO 3 - CLASIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA CONVENICIONAL
PLANTA BAJA - MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

Formulas para el calculo

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	531,44
At (m2)	839,60
Pm (Ton/m3)	1,80
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,44

A (m2) = 50,3
 B (m2) = 67,5

CALCULO C	Valor
a0	0,06
tK (Ton/m2)	8,00
q (Ton/m2)	1,44
N	1
γ	1,34
TOT. C	0,45

CLASE A $\alpha \geq 1$

*0,4 corresponde a

PLANTA BAJA - TAPIA

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	531,44
At (m2)	839,60
Pm (Ton/m3)	1,92
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,52

A (m2) = 50,3
 B (m2) = 67,5

CALCULO C	Valor
a0	0,06
tK (Ton/m2)	3,70
q (Ton/m2)	1,52
N	1
γ	1,34
TOT. C	0,25

CLASE B $0,6 \leq \alpha < 1$

$\alpha = C/0,4$

0,63

PLANTA PRIMERA - MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	255,84
At (m2)	551,80
Pm (Ton/m3)	1,80
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,13

A (m2) = 23,01
 B (m2) = 32,99

CALCULO C	Valor
a0	0,04
tK (Ton/m2)	8,00
q (Ton/m2)	1,13
N	1
γ	1,43
TOT. C	0,40

CLASE B $0,6 \leq \alpha < 1$

$\alpha = C/0,4$

0,99

PLANTA PRIMERA - TAPIA

CALCULO q	Valor
Volumen St. Vertical (m3)	255,84
At (m2)	551,80
Pm (Ton/m3)	1,92
Ps (Ton/m2)	0,30
TOT. q	1,19

A (m2) = 23,01
 B (m2) = 32,99

CALCULO C	Valor
a0	0,04
tK (Ton/m2)	3,70
q (Ton/m2)	1,19
N	1
γ	1,43
TOT. C	0,22

CLASE C $0,4 \leq \alpha < 0,6$

$\alpha = C/0,4$

0,56