



ANÁLISIS Y PROPUESTA ARQUITECTÓNICA SIMO-RESISTENTE

DE VIVIENDAS ADOSADAS CON MUROS DE MAMPOSTERÍA EN CUENCA



Trabajo de Titulación previo a la obtención
del título de Arquitecto/a

Autores:

Andrés Santiago Quinde Romero

María Cristina Salinas Ramírez

Director:

Ing. Hernán García Erazo

Universidad de Cuenca
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Cuenca, 2019



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Carrera de Arquitectura

***Análisis y propuesta arquitectónica sismo-resistente de viviendas adosadas
con muros de mampostería en Cuenca***

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Arquitecto

Autores:

Andrés Santiago Quinde Romero | CI: 0105320378
arq.andresquinde@gmail.com

María Cristina Salinas Ramírez | CI: 0106428816
cristinasalinas.arq@gmail.com

Director:

Ing. Hernán Alfredo García Erazo | CI: 0102116654

Cuenca, Ecuador
4 de diciembre de 2019

PALABRAS CLAVES:

Configuración arquitectónica.
Análisis sísmico.
Mampostería de ladrillo.
Viviendas adosadas.
Cuenca.

RESUMEN

Con el objetivo de vincular la configuración arquitectónica de una vivienda y su respectiva respuesta estructural frente a un evento sísmico, esta investigación ejecuta un análisis comparativo de 3 casos de estudio que constituyen muestras representativas de viviendas adosadas de dos pisos con muros de mampostería de ladrillo en Cuenca (objeto de estudio), específicamente en el sector de Totoracocha. Tanto la zona de estudio como las edificaciones seleccionadas responden a la observación de criterios comunes, aplicación de filtros de elección y procesos de categorización.

El análisis de las viviendas elegidas como casos de estudio está dividido en dos etapas fundamentales: en primer lugar, el análisis de la configuración arquitectónica que se desarrolla mediante la medición de variables referentes a la dimensión y posición de elementos resistentes (paredes, estructura) y sus respectivas modificaciones geométricas y formales (aberturas horizontales y verticales). En segunda instancia, el análisis sísmico se desarrolla mediante un modelo matemático

elaborado a partir del método de elementos finitos; este modelo es sometido a un análisis modal, orientado al entendimiento del comportamiento estructural general de la edificación; además, al cálculo de las derivas de piso existentes en los principales elementos de la edificación y al estudio de sus valores promedio que determinan el riesgo de fallo de la edificación.

A partir de los procesos antes descritos, se obtienen resultados que muestran una correspondencia directa entre la configuración arquitectónica y el comportamiento sísmico de los casos de estudio analizados, las relaciones determinadas en esta investigación permiten fijar parámetros básicos de diseño sismo-resistente que, finalmente, serán aplicados en una propuesta arquitectónica que evidencia un mejor comportamiento sísmico, demostrando su efectividad. Este estudio busca incentivar el diseño arquitectónico sismo-resistente mediante la búsqueda de acciones específicas en la concepción arquitectónica de una vivienda con características determinadas.



ABSTRACT

With the aim of linking the architectural configuration of a house and its respective structural response during a seismic event, this investigation performs a comparative analysis of 3 townhouses with brick masonry walls in Cuenca (object of study), specifically in the Totoracocha neighborhood. The selection of the study area as well as the elected buildings respond to the observation of common criteria, the application of choice filters and a categorization process.

The analysis of the case studies is divided into two fundamental stages. First, the analysis of the architectural configuration developed by measuring variables that refer to the dimension and position of resistant elements (walls, structure) and their respective geometric and formal modifications (horizontal and vertical openings). Successive, a seismic analysis is constructed by using a mathematical model based in the finite element method. A modal analysis is employed with the aim of understanding the general structural behavior of the building.

The calculation of floor drifts allows determining the risk of collapse and failure in the main elements of the building.

The results expose a direct correspondence between architectural configuration and seismic behavior in the case studies analyzed. In succession, this investigation finds out the basic parameters of earthquake-resistant design that, applied in an architectural proposal, demonstrates a more appropriate seismic behavior. This study seeks to encourage earthquake-resistant architectural design by searching for specific actions in the architectural conception of a house with specific characteristics.

KEY WORDS:

Architectural configuration.
Seismic analysis.
Brick masonry.
Row houses.
Cuenca.

CONTENIDO

ASPECTOS INTRODUCTORIOS

- Resumen / Abstract
- Dedicatoria
- Agradecimiento
- Introducción
- Hipótesis
- Objetivos
- Planteamiento del problema

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. Sismicidad

- 1.1.1. Sismicidad en Ecuador: Contexto Geográfico.
- 1.1.2. Sismicidad en Ecuador: Contexto Histórico.
- 1.1.3. Sismicidad en la Ciudad de Cuenca

1.2 Definiciones referentes a Sismicidad

- 1.2.1. Definición formal de sismo
- 1.2.2. Afectación de un sismo
- 1.2.3. Métodos de medición sísmica
- 1.2.4. Escalas de medición
- 1.2.5. Vulnerabilidad sísmica
- 1.2.6. Peligro sísmico en Ecuador

1.3. Revisión Bibliográfica: Estudios de análisis sísmico.

1.4. Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC.

1.5. Configuración Arquitectónica

1.6. Conceptos referentes al objeto de estudio.

- 1.6.1. Vivienda
- 1.6.2. Viviendas Adosadas
- 1.6.3. Introducción a los sistemas constructivos de interés

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA Y SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

2.1. Metodología

2.2. Selección zona de estudio

- Proceso de selección
- Datos del sector
- Reseña histórica
- Análisis zona de estudio

2.3. Selección casos de estudio

- 2.3.1. Primer filtro: Clasificación de viviendas por área
- 2.3.2. Delimitación del objeto de estudio
- 2.3.3. Ficha para levantamiento de Información
- 2.3.4. Segundo filtro: Análisis de variables de selección

- 2.3.5. Aproximación esquemática de las viviendas analizadas
- 2.3.6. Tercer filtro: Categorías
- 2.3.7. Cuarto filtro: Valores centrales a la media y datos de interés para el estudio

2.4. Presentación de casos de estudio

- 2.4.1. Caso de estudio 1
- 2.4.2. Caso de estudio 2
- 2.4.3. Caso de estudio 3

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis de la configuración arquitectónica de los casos de estudio

- 3.1.1. Análisis de distribución y cantidad de paredes
- 3.1.2. Análisis de aberturas
- 3.1.3. Aspectos de regularidad
- 3.1.4. Resultados de configuración arquitectónica
- 3.1.5. Comparación de resultados arquitectónicos

3.2. Análisis sísmico de los casos de estudio

- 3.2.1. Características estructurales
- 3.2.2. Simplificación de modelos

- 3.2.3. Creación del modelo
- 3.2.4. Grados de libertad (DOF)
- 3.2.5. Rigidez del sistema
- 3.2.6. Espectro de diseño
- 3.2.7. Análisis modal
- 3.2.8. Derivas de piso

3.3. Resultados análisis sísmico

3.4. Comparación de resultados sísmicos

- 3.4.1. Análisis modal
- 3.4.2. Derivas de piso

3.5. Relación configuración arquitectónica y comportamiento sísmico

CAPÍTULO 4: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA SISMO-RESISTENTE

4.1. Antecedentes

4.2. Parámetros básicos de diseño sismo resistente

4.3. Propuesta arquitectónica sismo resistente

- 4.3.1. Planos arquitectónicos
- 4.3.2. Análisis de la configuración arquitectónica
- 4.3.3. Análisis sísmico

4.4. Comparación de resultados: Caso estudio 3 vs propuesta

CONCLUSIONES

LINEAMIENTOS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

LISTADO DE FIGURAS

LISTADO DE TABLAS

ANEXOS

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Cláusula de Propiedad Intelectual

Andrés Santiago Quinde Romero, autor del trabajo de titulación "Análisis y propuesta arquitectónica sismo-resistente de viviendas adosadas con muros de mampostería en Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 04 de diciembre de 2019



Andrés Santiago Quinde Romero

C.I: 0105320378

Cláusula de Propiedad Intelectual

María Cristina Salinas Ramírez, autora del trabajo de titulación "Análisis y propuesta arquitectónica sismo-resistente de viviendas adosadas con muros de mampostería en Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 04 de diciembre de 2019



María Cristina Salinas Ramírez

C.I: 0106428816



CLÁUSULA DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Andrés Santiago Quinde Romero en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis y propuesta arquitectónica sismo-resistente de viviendas adosadas con muros de mampostería en Cuenca", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de diciembre de 2019

Andrés Santiago Quinde Romero

C.I.: 0105320378

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

María Cristina Salinas Ramírez en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Análisis y propuesta arquitectónica sismo-resistente de viviendas adosadas con muros de mampostería en Cuenca", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de diciembre de 2019

María Cristina Salinas Ramírez

C.I.: 0106428816

DEDICATORIA

*Al Ser Superior que guía mi vida, que todo lo
que haga sea por amor a ti.*

*A mis padres, Lorena y César, apoyo y amor
incondicional en cada etapa.*

*A mis hermanas, Andrea, Camila y Paola,
eterna compañía*

*Cada uno de ustedes constituye una parte
fundamental en mi vida, cada logro y sonrisa
a su lado es simplemente mejor*

María Cristina

*A mi querida familia:
mis padres Patricio y Silvia,
mis hermanos, Christian y Stephany*

*Gracias por su eterno apoyo, por ese cariño
incondicional, comprensión, fuerza y ánimo
que me supieron brindar.*

Andrés Santiago



AGRADECIMIENTO

A nuestro director: Ing. Hernán García Erazo, por compartir su conocimiento y tiempo con nosotros.

Al personal docente, administrativo y de servicio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, por su paciencia y contribución en nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestras familias y amigos, por su apoyo y acompañamiento en esta etapa.

INTRODUCCIÓN

Ecuador se encuentra posicionado en un territorio con alto riesgo sísmico debido a factores como la presencia del Cinturón de Fuego del Pacífico, la subducción de la placa tectónica de Nazca bajo la placa Sudamericana; y, la existencia de un sistema local de fallas geológicas. A lo largo de su historia, se han registrado una serie de terremotos altamente destructivos que han dejado a su paso alrededor de 80000 pérdidas humanas (Rivadeneira et al., 2007). El más reciente, el terremoto del 16 de abril del 2016 registró 671 personas fallecidas y alrededor de 1032 millones de dólares en daños materiales (INEC, 2017); y además, evidenció deficiencias constructivas y de diseño en las edificaciones colapsadas. En este panorama, el diseño sismo resistente debe consolidarse como una necesidad ética en los profesionales de la construcción; sus principios han de ser plasmados de manera obligatoria en toda edificación de manera que esta garantice la seguridad de sus ocupantes.

Si bien la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2014) establece un conjunto de requisitos mínimos para un correcto diseño estructural que busque reducir el riesgo sísmico a niveles aceptables, el cumplimiento de estos aspectos no se encuentra regulado y existe una brecha teórica-práctica en su vinculación con un diseño arquitectónico coherente. La introducción de estudios de carácter sísmico en el proceso de diseño de edificaciones, constituye un requerimiento fundamental. Con el avance tecnológico y la introducción de nuevos softwares, han surgido diferentes sistemas de evaluación sísmica que, a distintos niveles de complejidad, permiten intuir el comportamiento de una estructura, identificar los principales escenarios de fallas y los condicionantes de posibles colapsos.

Esta investigación pretende dar un primer paso hacia la resolución de la necesidad antes descrita, puesto que busca generar vínculos reales entre la configuración arquitec-



tónica de una vivienda y su comportamiento sísmico; generando además parámetros básicos de diseño sismo-resistente y ejecutando análisis de distintos órdenes. El objeto de estudio considerado en este estudio corresponde a viviendas adosadas de dos pisos con muros de mampostería de ladrillo. Edificaciones con estas características son una tipología constructiva altamente utilizada en la ciudad de Cuenca, principalmente en zonas urbanas y de expansión.

Este documento se desarrolla en cuatro etapas fundamentales:

1. **Marco teórico:** Desarrolla, a manera general, aspectos de sismicidad, normativas competentes e información relacionada al objeto de estudio.
2. **Selección de zona y casos de estudio:** Expone el proceso de elección de los casos de estudio y los introduce como obje-

jetos de interés. Para escoger las viviendas que serán analizadas, se aplican 4 filtros que consideran principalmente aspectos arquitectónicos formales y funcionales.

3. **Análisis y comparación de los casos de estudio:** Se desarrolla en dos fases fundamentales: en primer lugar, un análisis de configuración arquitectónica o disposición de elementos resistentes; y, a continuación, un análisis sísmico que incluye examinar el comportamiento de la estructura en sus distintos modos de vibración, y determinar los valores de derivas de piso en los elementos principalmente afectados.

4. **Propuesta arquitectónica sismo-resistente:** Sugiere parámetros básicos de diseño sismo-resistente y evidencia su eficiencia en una propuesta arquitectónica con un mejor comportamiento estructural.



OBJETIVO GENERAL

Vincular la configuración arquitectónica y el diseño estructural para generar parámetros básicos de diseño sismo resistente para viviendas adosadas con muros de mampostería de ladrillo de hasta dos pisos de altura en la ciudad de Cuenca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar y comparar la configuración arquitectónica en planta y el comportamiento sísmico de tres casos de estudio de viviendas adosadas con muros de mampostería de ladrillo y una altura de hasta dos pisos en la ciudad de Cuenca.
2. Identificar parámetros básicos de diseño sismo-resistente para el caso de viviendas adosadas de hasta dos pisos de altura en la ciudad de Cuenca utilizando mampostería de ladrillo.



Figura 1: Daños producidos por el terremoto del 16 de Abril del 2016. Imagen recuperada de: <https://cnnespanol.cnn.com/video/cnnee-pkg-original-digital-ecuador-en-numeros-despues-de-la-tragedia-terremoto/>



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ecuador, ubicado en la costa noroccidental de América del Sur, se encuentra atravesado por una falla geológica producto del movimiento de las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica; esta condición lo convierte en una zona con considerable riesgo sísmico. A lo largo de la historia de Ecuador se han registrado varios terremotos. En el año de 1949, en la ciudad de Ambato, ocurrió un terremoto de magnitud 6.8 M(w) que dejó alrededor de 5050 fallecidos, a continuación, en 1987 se produjeron dos fuertes terremotos en el centro del país con una magnitud de 6.1 y 6.9 que generaron pérdidas materiales de alrededor de 1000 millones de dólares (Instituto Geofísico ESPN, 2013). En el terremoto de magnitud 7.8 M(w) del 16 de abril de 2016, se registraron alrededor de 671 pérdidas humanas y alrededor de 1032 millones en pérdidas materiales (INEN, 2017). Una gran cantidad de edificaciones colapsaron debido a una mala calidad constructiva, materiales inadecuados y un diseño estructural inapropiado.

La ciudad de Cuenca a pesar de estar ubicada en una zona de moderado peligro sísmico, 0.25g - 0.30g (NEC-2015), no cuenta con estudios suficientes que garanticen un correcto comportamiento estructural en caso de presentarse un sismo de magnitud considerable. La mayoría de las edifica-

ciones de nuestra ciudad se encuentra elaborada con muros de mampostería de ladrillo o bloque. Sin embargo, al momento de construir haciendo uso de estos materiales, no se consideran sus características mecánicas y los condicionantes estructurales necesarios para garantizar un buen comportamiento sísmico.

Si bien el diseño estructural debería ser un factor determinante a la hora de generar una propuesta arquitectónica; la realidad en nuestro país es distinta. No existe un control suficiente que garantice que todas las edificaciones se realicen con un apropiado diseño estructural, existe un déficit de conocimiento de los requerimientos estructurales y comportamiento sísmico de las estructuras por parte de los arquitectos o profesionales a cargo, quienes generan diseños que por hacer hincapié en aspectos estéticos o económicos dejan de lado aspectos técnicos y de resistencia estructural.

Es necesario entonces, realizar un análisis de la configuración arquitectónica de las viviendas adosadas en Cuenca con un enfoque sismo resistente que permita generar condicionantes funcionales, formales y estructurales al momento de diseñar. Estas condiciones marcarán el camino apropiado para generar edificaciones seguras, que

bajo un diseño arquitectónico de calidad, sean capaces de soportar movimientos telúricos; causa de vulnerabilidad en la ciudad.

Para conseguir este objetivo, esta investigación hará uso de modelos numéricos que permitan descifrar el comportamiento estático y dinámico de la edificación. Estos modelos estarán basados en ensayos del material (compresión simple y diagonal), casos de estudio, análisis de la composición arquitectónica según el tipo de edificación y análisis matemático; realizando simulaciones por ordenador. Al considerar y analizar las características mecánicas y físicas de los materiales empleados en nuestra ciudad, así como el tipo de elementos estructurales requeridos, se podrá ampliar la visión hacia soluciones arquitectónicas innovadoras y que garanticen la seguridad y confort de sus habitantes.

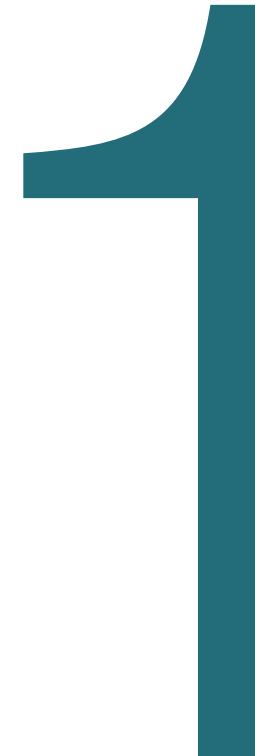
Introducción:

Este capítulo constituye la base teórica del presente trabajo de titulación, en él se desarrollan, a manera general: los principales factores que pueden provocar eventos sísmicos en nuestra región; un breve relato de la historia sísmica del Ecuador y sus efectos en la ciudad de Cuenca; y, adicionalmente, se resumen los principios y condicionantes sismo-resistentes analizados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y en otros estudios previos, en los que se basa esta investigación.





MARCO TEÓRICO



1.1 SISMICIDAD

1.1.1 SISMICIDAD EN ECUADOR: CONTEXTO GEOGRÁFICO

Ecuador se ubica en el denominado “Cinturón de fuego del Pacífico”, en esta región la placa de Nazca se hunde bajo la placa Sudamericana, constituyendo una causa de gran actividad sísmica (Lagos, 2015). Los últimos registros de actividad señalan alrededor de mil movimientos sísmicos al año (Rivadeneira, 2007).

Quinde & Reinoso (2016) presentan las siguientes variaciones referentes a tipos de fuentes sísmicas presentes en Ecuador:

1. Subducción (interplaca e intraplaca): Se diferencian por la profundidad en la que se genera la liberación y acumulación de energía. Los sismos interplaca se generan a profundidades menores a los 40 km; un ejemplo de estos es la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, en su zona de convergencia. Por otro lado, a una profundidad intermedia, comprendida entre los 40 y 300 km, se producen sismos intraplaca localizados dentro de la placa oceánica de Nazca que subduce bajo la placa continental Sudamericana.
2. Sismos corticales (superficiales): estos se producen a profundidades menores a los 40 km dentro de la placa Sudamericana.

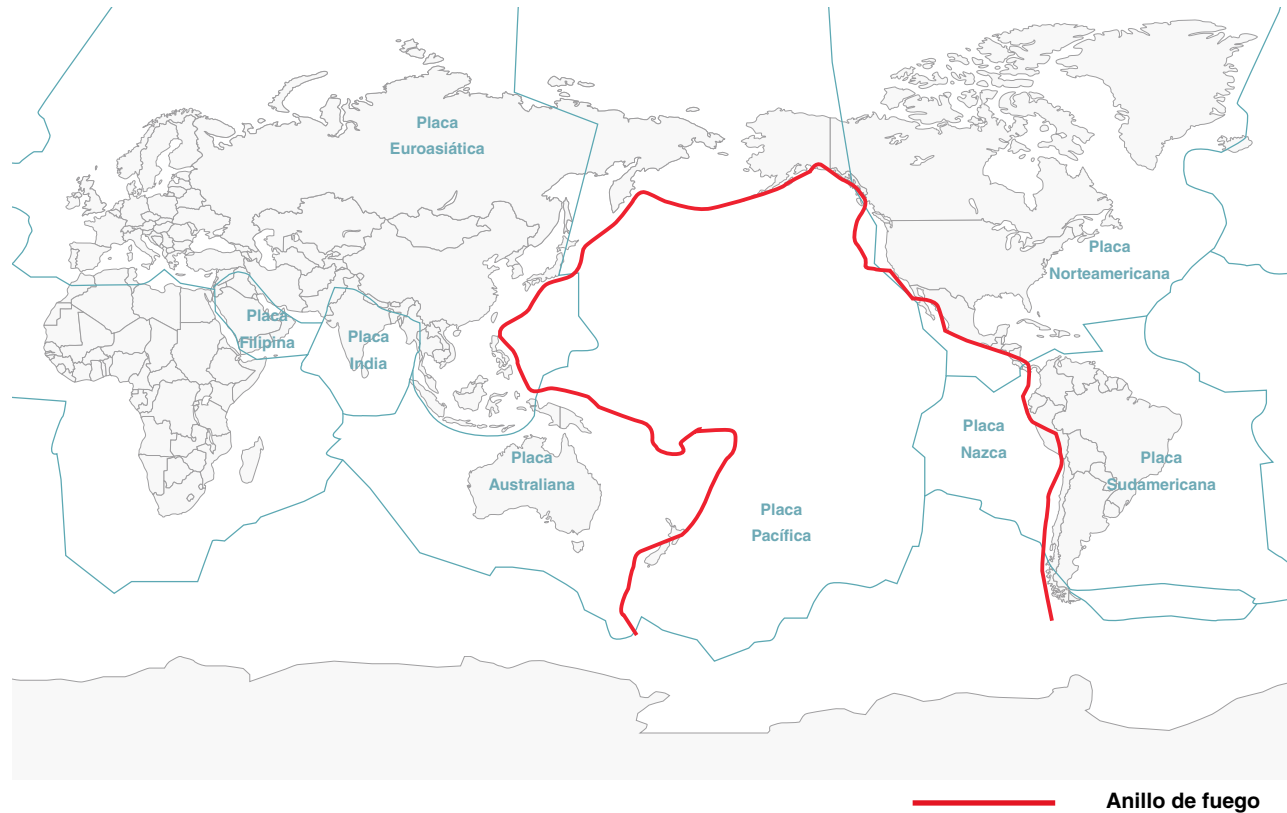


Figura 1.1: Las Riberas del Pacífico delimitan el denominado Anillo de fuego. Imagen recuperada de Internet: <http://www.peatom.info/universidad/124181/chile-limita-con-la-placa-de-nazca/>



El nivel de sismicidad en Ecuador varía considerablemente en sentido Norte - Sur, por la presencia de la cordillera submarina Carnegie y un complejo sistema de fallas multidireccionales (Jaramillo 2013). Adicionalmente, este varía en cada región del Ecuador debido a la presencia de la micro-placa conocida como “Bloque Andino” que presenta un movimiento de 50-60 mm/año (Arteaga, 2016).

La división sismotectónica de Ecuador fue elaborada con base en un mapa Geológico de la República del Ecuador y el Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarios de Ecuador, en estos se evidenciaron dieciocho zonas sísmicas comprendidas en nueve regiones (Parra, et al. 2012):

- Megacizalla Guayaquil – Dolores (Zona 1, 2 y 3)
- Valle Interandino Norte (Zona 4 y 5)
- Cordillera Occidental (Zona 6 y 7)
- Región Costera (Zona 8, 9, 10 y 11)
- Bloque Amotape – Tahuín (Zona 12)
- Valle interandino Sur (Zona 13)
- Cordillera Real (Zona 14)
- Zona Subandina (Zona 15)
- Cuenca Oriente (Zona 18)

Fallas geológicas en Ecuador

Ecuador posee un complejo sistema de fallas activas a nivel superficial (ver fig. 1.2). Estas se clasifican por su extensión y el tipo de movimiento que generan en la capa terrestre. Pueden ser activas o inactivas. Entre las principales fallas geológicas activas presentes en Ecuador encontramos las siguientes:

1. Sistema de fallas Pallatanga-Chingual: Con una extensión de aproximadamente 34 Km posee una velocidad de desplazamiento de 6-9 mm/año.
2. Sistema de fallas de Quito: Constituye una de las principales amenazas sísmicas en la región Sierra - Norte.
3. Cordillera Oriental de los Andes: Se origina por una alta actividad volcánica. Produce movimientos de 0.2-1 mm/año (Ortiz, 2013)

Alvarado (2012) presenta un estudio en el que se evidencia una mayor concentración de fallas y pliegues en la región Sierra, resultando esta como la más afectada sísmicamente. En la ciudad de Cuenca, una de las principales fuentes de amenaza sísmica es la denominada falla de Girón. Esta inicia a 30 kilómetros al sur del cantón Girón y se extiende por aproximadamente 200 kilómetros atravesando la ciudad de Cuenca (Bustos, 2010).

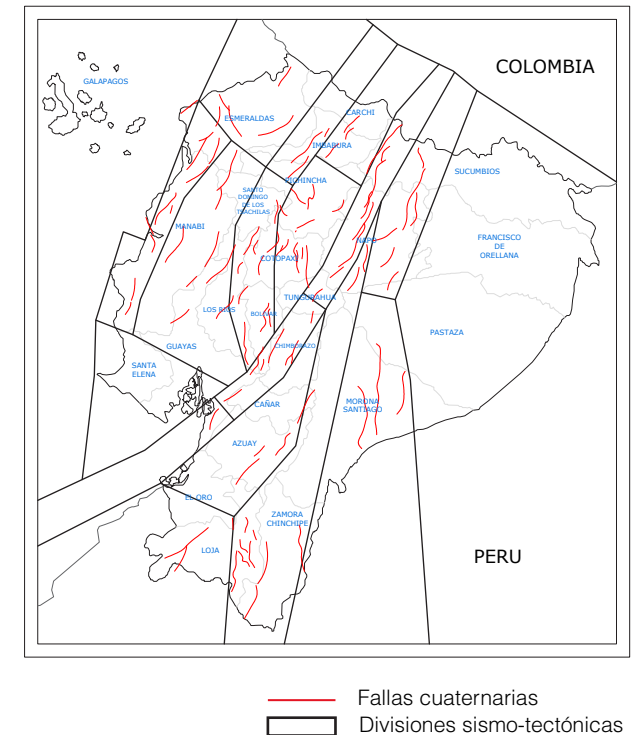


Figura 1.2: Fallas geológicas en Ecuador. Ilustración a partir de “Sismotectónica y peligrosidad sísmica del Ecuador” (Ortiz, 2013). Quinde & Salinas, 2019.

1.1.2 SISMICIDAD EN ECUADOR: CONTEXTO HISTÓRICO

Históricamente, Ecuador ha registrado una serie de eventos sísmicos de considerable magnitud; el Instituto Geofísico del Ecuador indica que, a partir de 1541, han existido al menos 37 terremotos con una magnitud igual o mayor a 7 Mw (Nikolaou, Vera-Grunauer et al., 2016). Estadísticamente, se puede mencionar que entre los años de 1541 y 1998, Ecuador ha afrontado un promedio de un sismo destructivo cada 12 años (Quinde & Reinoso, 2016). A lo largo de estos años de registros de actividad sísmica, es imposible cuantificar un valor certero equivalente a pérdidas materiales ocasionadas por terremotos, sin embargo, se calcula que las cifras de pérdidas humanas superan los 80.000 muertos (Rivadeneira et al., 2007).

En el Ecuador se producen un promedio de 2.600 sismos anuales, de los cuales solo un 12% pudo ser sentido por las personas (Parra, et al. 2012). Al analizar los principales eventos sísmicos (con intensidad superior a VII (Escala Mercalli)) a partir del año de 1541 hasta 1998, se identifican las siguientes cifras: veinte y cuatro eventos con una intensidad de VIII, nueve con una intensidad IX, dos con intensidad X en los años de 1698 y 1949 y dos con intensidad XI en 1797 y 1834 con epicentros en las provincias de Chimborazo y Carchi respectivamente (Rivadeneira, et al. 2007).

Entre los principales eventos sísmicos registrados, es necesario mencionar los siguientes (Información con base en: Rivadeneira et al., 2007; Lagos, 2015 y Ortiz, 2013).

- 1698: Con una intensidad X (Escala de Mercalli), el 20 de junio de 1698 se produjo un fuerte terremoto en el centro del país, los daños materiales se extendieron desde Tiopullo hasta Azuay. Se estima una cifra de pérdidas humanas de al menos 8.000.
- 1797: Con epicentro en la ciudad de Riobamba y una magnitud de 8.3 Mw, se considera uno de los sismos más destructivos en la historia de Ecuador. Ocasiónó la destrucción casi total de la ciudad de Riobamba y la modificación topográfica de sus alrededores.
- 1868: Se registra en la provincia del Carchi, con una intensidad de VIII (Escala de Mercalli).
- 1906: Terremoto en Esmeraldas, con la mayor magnitud registrada en Ecuador: 8.8 M(w).
- 1942: Terremoto en Manabí, con intensidad de 7.8 Mw. Se registra alrededor de 300 pérdidas humanas.

- 1949: Con una intensidad máxima de x y epicentro en la ciudad de Ambato, este terremoto afectó gravemente a las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Pastaza y parte de Bolívar.
- 1958: Sismo de 7.7 Mw ocasiona un Tsunami que ocasiona alrededor de 36 pérdidas humanas. La principal provincia afectada fue Esmeraldas.
- 1970: Terremoto con epicentro en Loja y una intensidad de VIII (Escala de Mercalli).

En el año 2016, Ecuador sufrió un sismo de considerable magnitud (7.8 Mw). Este tuvo su epicentro en el cantón Pedernales en la provincia de Manabí. Según el informe del Instituto Sísmico de la ESPE, este evento dejó 671 pérdidas humanas y alrededor de 3.34 millones en daños materiales. Se establece que a partir de este evento sísmico la zona afectada presentó índices mayores de actividad sísmica (IG EPN, 2016).

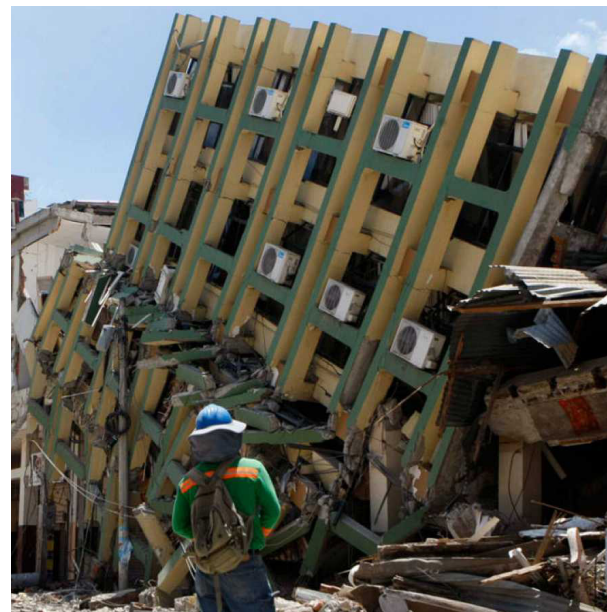


Figura 1.3: Superior. Restos de una edificación destruida por un sismo de gran magnitud. Imagen obtenida de: <https://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/ideas/mayo-8-2016/Reconstruccion-ciudades-terremoto-estado-historia>

Figura 1.4: Inferior izquierda. Edificación destruida a causa del terremoto del 16 de Abril del 2016. Imagen obtenida de: <https://www.elmundo.es/internacional/2016/04/17/5712d-bb4e2704efc2d8b45fa.html>

Figura 1.5: Inferior derecha. Restos de una edificación destruida durante el terremoto del 16 de Abril del 2016. Imagen obtenida de: <http://www.rtve.es/noticias/20160420/replicas-fuertes-del-terremoto-ecuador-seguiran-durante-meses-estan-elevando-algunos-centimetros-andes/1341000.shtml>

1.1.3 SISMICIDAD EN LA CIUDAD DE CUENCA

El estudio de vulnerabilidad sísmica efectuado por la Red Sísmica del Austro (1999-2002) evidenció que Cuenca es una ciudad con alta amenaza sísmica, especialmente su centro histórico.

Si bien, Cuenca no ha experimentado sismos destructores en los últimos 100 años (Jiménez, et. al, 2018), Arteaga (2016) presenta una reseña histórica de los sismos de relevancia para la ciudad de Cuenca. Entre estos destacamos los siguientes en orden cronológico ascendente:

- 3 de junio de 1887: Terremoto con epicentro en la provincia del Azuay, se considera el más importante históricamente en la provincia.
- 23 de febrero de 1913: Sismo con epicentro en Molleturo, afectó a construcciones del sector y en algunas localidades del austro andino (CERESIS, 1985).
- 27 de julio de 1971: Sismo con epicentro en el norte de Perú, se siente en un área extensa de Sudamérica. Los mayores daños se registran en la ciudad de Cuenca - Ecuador.
- 16 de noviembre de 2007: Sismo de poca magnitud, se siente en un área extensa de

la zona sur oriental de Ecuador.

- 24 de mayo de 2016: El Instituto Geofísico de la ESPE registra un sismo de intensidad 4.9 Mw con epicentro en la provincia del Azuay.

Como se ha mencionado, uno de los principales factores de sismicidad en Cuenca es la Falla de Girón, esta constituye la fuente sismogénica crítica para la ciudad, con un potencial sísmico de 7.1 Mw (Jiménez & Peñaherrera, 2001).

La figura 1.6 corresponde al mapa de daño sísmico de Cuenca a nivel de manzana para un sismo leve (PGA = 0.05 g), este fue elaborado por la Red Sísmica del Austro entre los años 1998 y 2001 con el objetivo de determinar el daño estructural de edificaciones de mampostería no reforzada y edificios de hormigón armado, bajo un estudio de demanda versus capacidad. Este estudio evidenció una mayor vulnerabilidad sísmica en el Centro Histórico de la ciudad (Jiménez, et al., 2018).

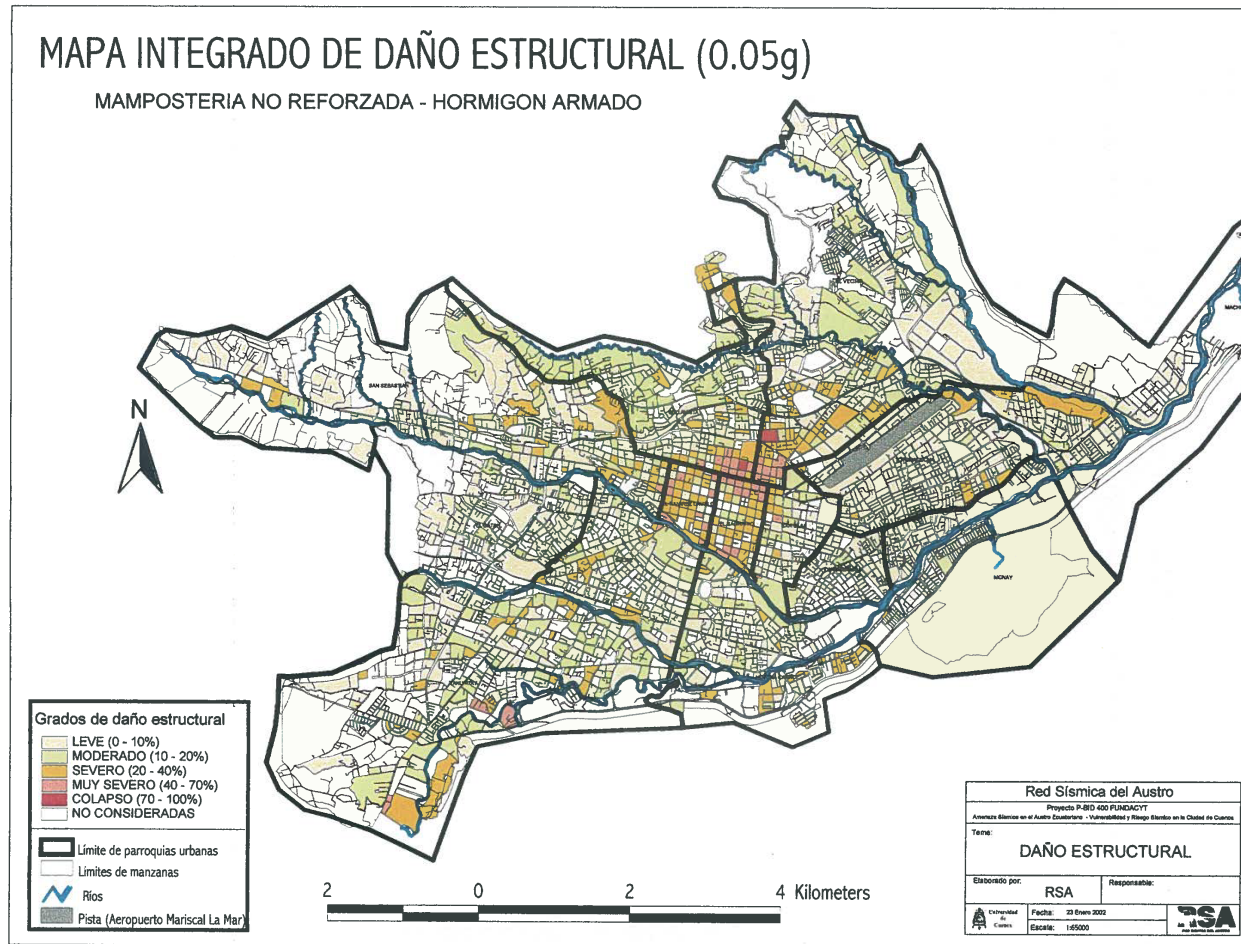


Figura 1.6: Mapa integrado de daño estructural en la ciudad de Cuenca. Recuperado de "Vulnerabilidad sísmica del Patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto", pg 3.

1.2 DEFINICIONES REFERENTES A SISMICIDAD

1.2.1 Definición formal de Sismo

Russell (2010) define a los sismos como el producto resultante de la liberación de energía acumulada por el movimiento de materiales al interior de la tierra en forma de ondas. Esta inestabilidad resulta del movimiento de las placas tectónicas como consecuencia de varias actividades geológicas. La interacción de placas tectónicas puede darse de cuatro maneras: subducción, deslizamiento, extrusión y acrecencia.

1.2.2 Afectación de un sismo: Entre los factores que determinan la afectación de un sismo sobre una determinada zona figuran:

- La intensidad y duración del sismo
- La proximidad a la zona interesada
- La planificación que exista en la zona tratada para enfrentar un evento de estas características.
- El grado de resistencia que tengan las estructuras más vulnerables así como la preparación de la población para enfrentar un desastre
- La combinación entre amenaza y vulnerabilidad (Arteaga, 2016).

1.2.3 Medición de un sismo: Existen varios métodos para determinar la fuerza o efecto de un fenómeno sísmico, estos según Arteaga

(2016) se pueden clasificar en:

- **Métodos Subjetivos:** Se dan en función de los daños producidos en un área limitada mediante una escala de intensidad. Utiliza sensores presentes en la cotidianidad como: percepción de seres vivos (personas y animales), vibración y caída de objetos domésticos ordinarios, daños en edificios y manifestaciones en el ambiente natural (caída de rocas, fracturas en terraplenes, etc.)
- **Métodos analíticos:** Se basan en la medición de la energía elástica liberada y propagada mediante ondas en el interior y superficie de la corteza terrestre. Se analiza de manera cuantitativa. Las principales escalas de medición se presentan a continuación:

Escala de Richter: Su escala es logarítmica y sus valores se expresan en números decimales. No posee límite inferior ni superior.

Escala Sismológica de Magnitud de Momento (Mw): Propuesta en 1979, por Thomas C. Hanks y Hiroo Kanamori es la escala utilizada actualmente en la comunidad científica. Es similar a la escala de Richter, pero no posee saturación en sus valores superiores. (Jaramillo, 2013)

1.2.5. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Si bien el concepto de vulnerabilidad sísmica y sus métodos de obtención y análisis son motivo de otros estudios, se considera necesario introducir su significado en esta sección puesto que constituye una parte inherente a la edificación y a sus propiedades mecánicas y estructurales. El considerar la vulnerabilidad sísmica es un paso necesario al momento de proponer diseños sismo resistentes.

Se denomina vulnerabilidad sísmica al posible grado de daño que sufre una estructura debido a un sismo de determinadas características; es además, una propiedad intrínseca independiente de cada estructura (Oller y Vielma, 2005). La vulnerabilidad depende también de condiciones de ocupación territorial y el grado de planificación existente, mientras menos estudios existan acerca de los riesgos presentes en un determinado sector con determinadas condiciones más se eleva su vulnerabilidad (Arteaga, 2016).

Con el objetivo de estudiar la vulnerabilidad sísmica de un lugar específico, se han de considerar los siguientes factores: Categorización de edificaciones y la evaluación de su daño estructural global, estas variables deberán analizarse con base en estudios muestrales y sistema de modelación estructural diná-

mica. (Jiménez, et al.,2018).

Arteaga (2016) hace distinción de dos clasificaciones de vulnerabilidad sísmica:

- **Por origen:** Se presenta intrínsecamente en edificaciones que desde su concepción no consideran criterios de diseño y construcción oportunos que garanticen su buen comportamiento sísmico. Pueden ser modificadas mediante intervenciones arquitectónicas y rehabilitaciones estructurales. De esta manera, un correcto diseño sismo resistente puede contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica por origen, puesto que considera normas y criterios adecuados de diseño estructural.
- **Progresiva:** Vendrá asociada al deterioro de una edificación, ya sea por factores climáticos, fenómenos naturales o por pérdida de propiedades físico-mecánicas de sus materiales de construcción. Este tipo de vulnerabilidad puede ser modificada con mantenimiento preventivo o rutinario (Arteaga, 2016).



Figura 1.7: Edificio cuyo diseño arquitectónico y estructural aumenta su vulnerabilidad sísmica. (Pulamarin, 2017, p.70)

1.2.6 Peligro sísmico en Ecuador

Se puede definir a la amenaza sísmica como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno sísmico con intensidades o magnitudes esperadas, en un área determinada durante un periodo específico. (Barbat, Oller and Vielma, 2005). La NEC-SE-DS 2014 define al peligro sísmico como la probabilidad de exceedencia, dentro de un periodo específico de tiempo y dentro de una región determinada, de movimientos del suelo cuyos parámetros aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados.

El Ecuador se divide en seis zonas sísmicas, caracterizadas por el valor del factor Z, es decir la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, y expresada como una fracción de la gravedad. Todo el territorio ecuatoriano posee una amenaza sísmica alta, a excepción del nororiente y el litoral que presentan amenazas intermedia y muy alta respectivamente (NEC-SE-SD,2014).

El sismo de diseño corresponde a un evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años (periodo de retorno de 475 años), determinado a partir de un análisis de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento de la estructura o a partir de un mapa de peligro sísmico. Para caracte-

rizar este evento se usan acelerogramas con las propiedades geotectónicas del sitio a ser analizado. A continuación se presenta el mapa de zonificación sísmica para Ecuador:

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	Mayor o igual a 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Inter-medio	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Tabla 1.1: Zonas sísmicas para diseño y valor del factor Z. Salinas, Quinde, 2019.

La ciudad de Cuenca, como se puede observar en el gráfico 1.4, corresponde a la zona II con un valor de $Z=0.25$ y alto peligro sísmico,

Reducción del peligro sísmico:

Arteaga, 2016 establece que para reducir el peligro sísmico han de considerarse los siguientes factores:

1. Emplazamiento: de las distintas estructuras, este deberá estar alejado de fallas o lugares de desplazamiento,
2. Diseño sismo resistente: Se debe asegurar el cumplimiento de las normativas de diseño y construcción sismo-resistente.

Estos requisitos han de mantenerse actualizados e irán a la par con el mejoramiento de tecnologías en el ámbito de la construcción.

3. Reducción de los elementos de riesgo: Con el objetivo de reducir el número de pérdidas humanas, se ha de elaborar planes de emergencia adecuados (Winslow and Ross, 1993).

Es fundamental estimar de mejor manera el riesgo sísmico para generar acciones y políticas que permitan minimizar la pérdida de vidas, el daño a la propiedad y el trastorno social y económico que originan fenómenos de orden sísmico (NEC-SE-RE, 2014).

La figura 1.9 muestra el mapa de peligro sísmico en Ecuador. La ciudad de Cuenca se ubica en una zona de alto peligro sísmico con un valor para PGA de 0.25 g.

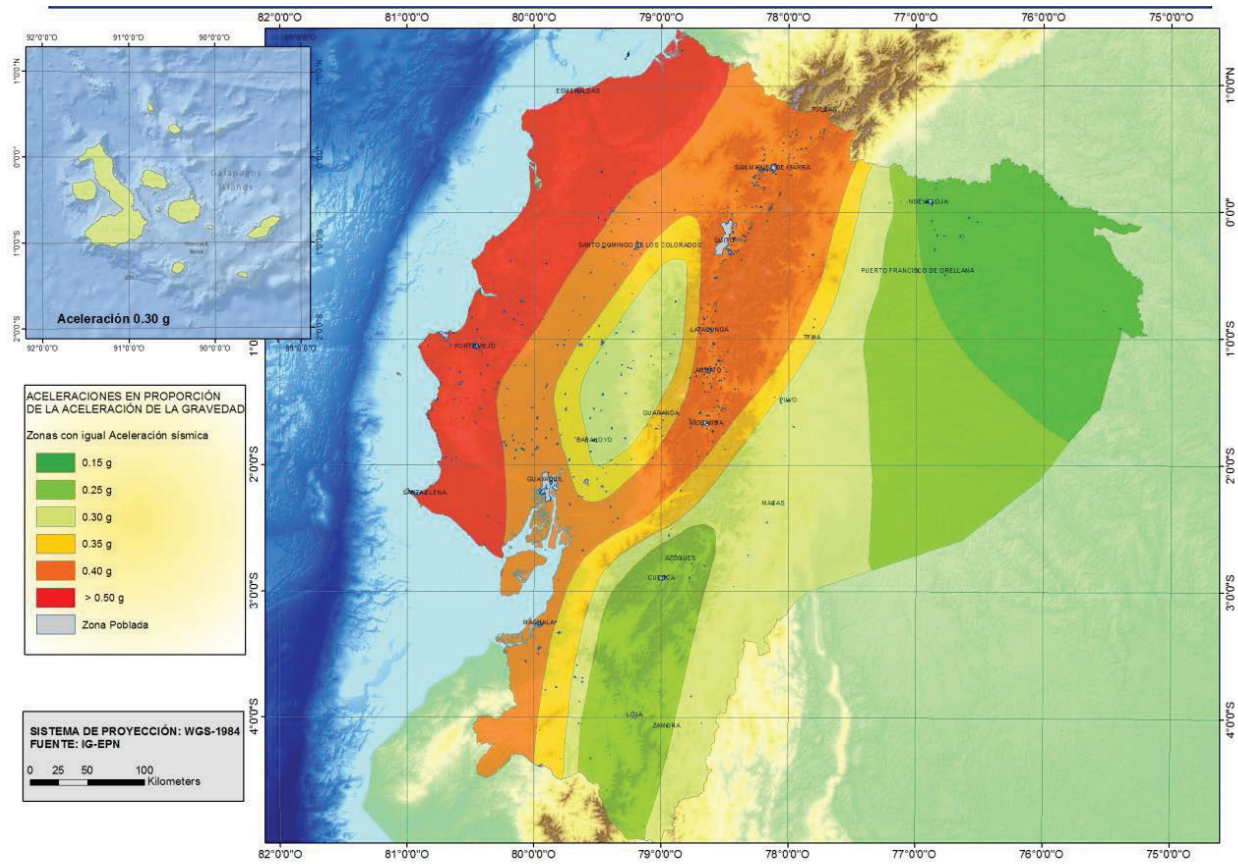
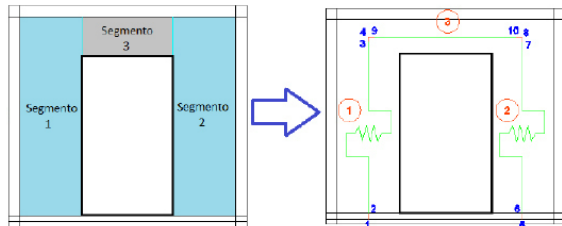


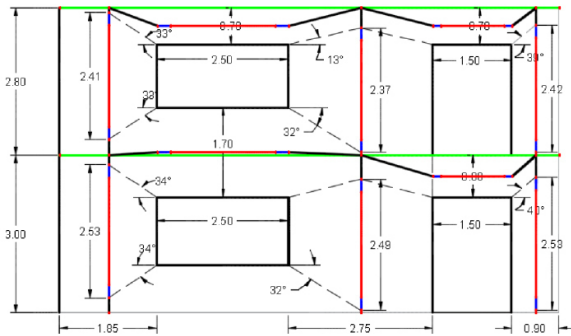
Figura 1.8: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Imagen obtenida de la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN "PELIGRO SÍSMICO"

1.3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: ESTUDIOS DE ANÁLISIS SÍSMICO

A continuación se despliega una revisión de las metodologías y resultados de estudios relacionados con esta investigación:



Bravo & Flores (2015) ejecutan un análisis estático no lineal de paredes prototipo de ladrillo de viviendas de la ciudad de Cuenca. Se hace hincapié en fallas por corte, comparando los resultados de muros completos y muros con aberturas. El análisis de capacidad (Pushover), desarrollado en el programa Ruau-moko, demostró que la resistencia de paredes de mampostería confinada está vinculada a sus propiedades mecánicas, las condiciones de borde, relación altura - ancho y finalmente a la presencia de aberturas.



El estudio de vulnerabilidad sísmica y evaluación del índice de daño aplicado a una edificación del Patrimonio Central Edificado de la ciudad de Cuenca desarrollado por Arteaga en el año 2016, determina un alto grado de vulnerabilidad de acuerdo con la realidad física del comportamiento de la edificación en estudio, analiza los factores que le otorgan este grado de vulnerabilidad sísmica y ratifica el colapso de una edificación en un evento sísmico de PGA 0.25g. Se propone finalmente una rehabilitación estructural de los muros de adobe existentes mediante la inserción de una estructura de madera, capaz de dotarle de un cierto valor sismoresistente.

En el año 2017, Romero y Zhindón realizan una evaluación sísmica, por medio del Método de Espectro de Capacidad y la relación de las curvas de capacidad y de demanda, de casas de mampostería de tierra vulnerables a modos de falla fuera del plano. Los edificios, comúnmente, presentan un modo de falla global que viene gobernado por mecanismos de falla en el plano de muros; sin embargo, esta investigación demostró cuáles son las fallas más probables de acuerdo a los parámetros geométricos y condiciones de borde de muros de adobe, principalmente el espesor del muro.

En el año 2017, García & Degrande ejecutan un análisis de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda unifamiliar de dos pisos en mampostería confinada en la ciudad de Cuenca. El análisis se da mediante el modelo de un pórtico equivalente, en el cual las paredes se modelan como macroelementos. Este estudio constituye una de las bases fundamentales para el presente trabajo de titulación, puesto que establece las consideraciones principales del modelo empleado.

En el año 2018, Barrera y Peñaloza desarrollan un análisis paramétrico de la respuesta sísmica global de una edificación de mampostería no reforzada, esta tipología fue previamente identificada como una de las cuatro generales existentes en el Centro Histórico

Figura 1.9: Imagen superior. Esquema de equivalencia de muro con apertura de puerta en Bravo & Flores, 2015. (pg. 56)

Figura 1.10: Imagen inferior. Aplicación de criterios de pórtico equivalente en Barrera & Peñaloza, 2018 (pg. 102)



de Cuenca (Jiménez,2012). Mediante la creación de un modelo que considera la materialidad y geometría de los componentes estructurales de la edificación en el programa Ruaumoko, se determinó curvas de capacidad que permiten observar un deterioro en el comportamiento general de la edificación, adicionalmente, se realizan análisis independientes de cada pórtico. El estudio demostró la influencia de parámetros tales como: espesor de paredes, rigidización del sistema de piso y calidad del material en el comportamiento de la estructura. Al mejorarse las propiedades antes descritas se evidenció un incremento en la capacidad de la estructura y se redujeron los desplazamientos globales.

Finalmente, López (2018), presenta el análisis comparativo de cuatro casos de configuración arquitectónica, que varían de acuerdo con un porcentaje de aberturas horizontales y un coeficiente de regularidad, y su respectiva respuesta sísmica, medida por la obtención de derivas de piso y un análisis modal. Esta comparación se aplica a una vivienda de albañilería confinada. Al revisar esta investigación, se evidencia la necesidad de generar más modelos de análisis que incorporen mayores variaciones de configuración arquitectónica y tipologías estructurales, además de aplicar estos criterios comparativos a nuestra localidad.

A través de esta revisión bibliográfica se puede constatar que, si bien se han efectuado una serie de análisis sísmicos de edificaciones particulares mediante varios métodos (García & Degrande, 2017 ; Arteaga,2016; Jiménez, 2012, Barrera & Peñaloza, 2018), no se han considerado a fondo criterios de diseño arquitectónico. Adicionalmente, la mayoría de estudios han sido aplicados al Centro Histórico de Cuenca y a viviendas vernáculas; sin embargo, será necesario ampliar estos estudios a viviendas de otras características y materialidad.

En adición, será requerido el reconocimiento de subtipologías que permitan aplicar los resultados a un universo mayor en la ciudad de Cuenca; el generar estudios aplicados a zonas determinadas con características demográficas específicas garantiza que se considere de manera más real el objeto sometido a investigación.

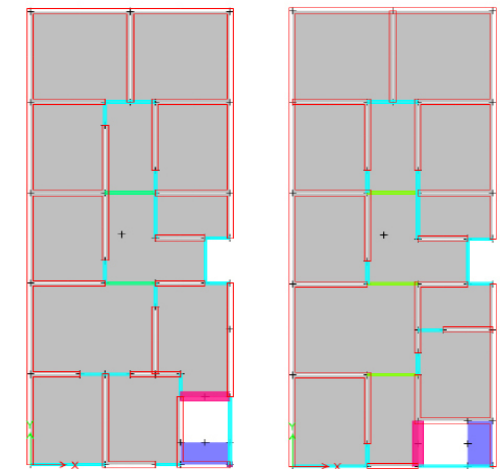
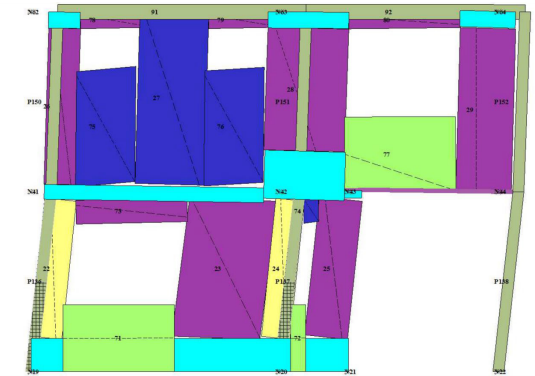


Figura 1.11: Imagen superior. Gráfico de esfuerzos en pórtico analizado en García & Degrande, 2017. (pg. 9)

Figura 1.12: Imagen inferior. Estructura principal de la edificación analizada en López, 2018 (pg. 51)

1.4 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC)

Para el correcto desarrollo del presente trabajo de titulación es fundamental realizar una revisión de los conceptos existentes en la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente (NEC 2014).

Norma NEC Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m:

Este capítulo establece los requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción de viviendas sismo resistentes de hasta dos pisos con luces de hasta 5 m. Dentro de esta categoría se encuentra incluido el objeto de estudio de esta investigación: viviendas adosadas de dos pisos, por lo que es necesario considerar los siguientes aspectos que hacen referencia a configuraciones y sistemas sismo-resistentes:

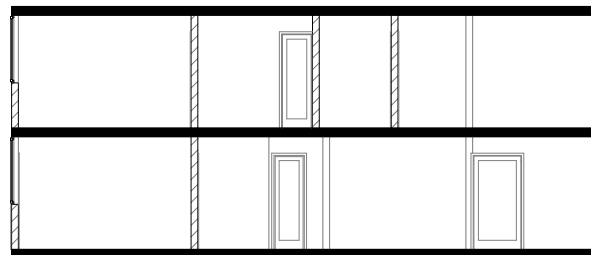
Configuración estructural: Para garantizar un correcto comportamiento estructural de la edificación han de considerarse parámetros de diseño sismo resistente, como los expuestos a continuación:

1. Continuidad vertical: Se debe buscar que los elementos estructurales tales como pórticos y muros se encuentren vinculados directamente a la cimentación. En viviendas de dos pisos, los pórticos y muros deben ser continuos hasta la cubierta para ser considerados elementos estructurales en el segundo nivel. La relación de longitudes entre muros continuos en diferentes niveles determinará si estos se consideran estructurales en el nivel superior.

Para que un muro sea considerado portante, este debe cumplir la siguiente relación:

$$L/h \text{ menor que } 4$$

En donde:
L= Longitud del muro
h= altura del muro

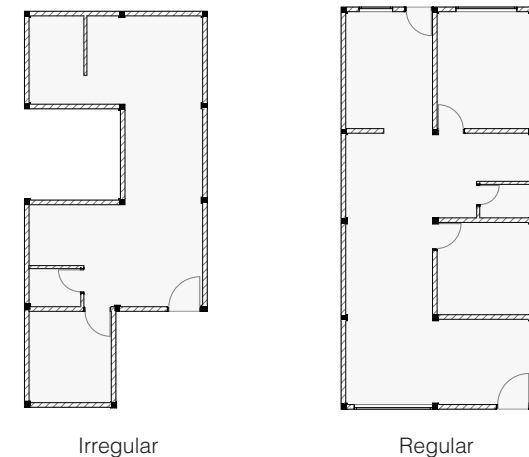


Alineación vertical de paredes

Figura 1.13: Esquema de continuidad vertical según NEC,2014. Quinde & Salinas, 2019.

2. Regularidad en planta: La forma de la planta debe ser tan regular y simétrica como sea posible. Se debe dar preferencia a formas regulares: cuadrangulares o rectangulares en las cuales los muros considerados como estructurales, estén balanceados en las 2 direcciones y espaciados en paralelos.

Haciendo referencia a aberturas horizontales, estas no deben exceder el 50% del área total del piso y ninguna debe superar de manera individual al 25% del área del piso.



Irregular

Regular

Figura 1.14: Esquema de regularidad en planta. Quinde & Salinas, 2019.

3. Regularidad en elevación: Deben evitarse irregularidades geométricas en alzado. Si la estructura posee formas irregulares deberá ser descompuesta con juntas. Las aberturas existentes en elevación deberán localizarse de la manera más regular posible.

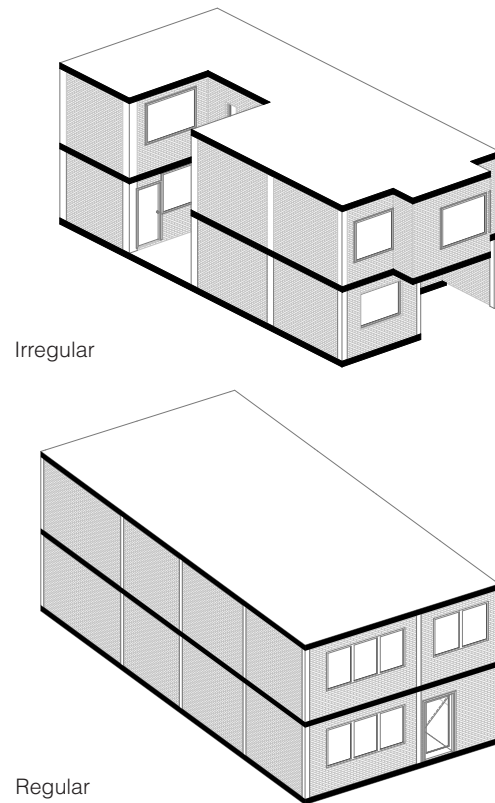


Figura 1.15: Esquema de regularidad formal. Quinde & Salinas, 2019.

4. Simetría: La búsqueda de simetría, tanto en la composición de elementos estructurales como en la disposición de vanos, contribuye a evitar torsiones en la edificación. Se deben conformar módulos simétricos respecto a sus ejes y estos a su vez deben ensamblarse buscando simetría, en caso de no ser posible, se deben generar juntas.

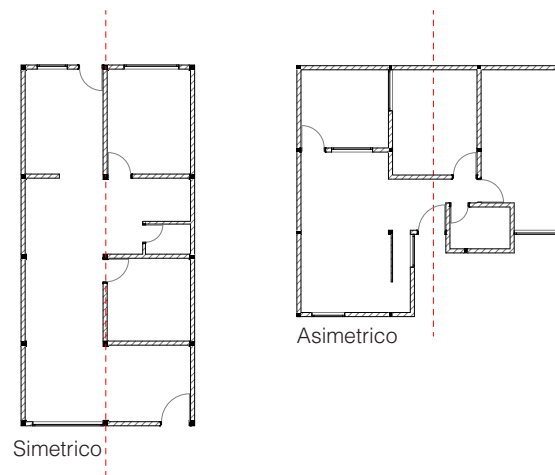


Figura 1.16: Esquema de simetría en planta. Quinde & Salinas, 2019.

5. Disposición de muros portantes: Estos han de ubicarse de manera ortogonal entre sí, la longitud de los muros en las dos direcciones debe ser aproximadamente igual.

Con respecto a las aberturas existentes en el muro, se recomienda lo siguiente:

- El área total de aberturas (puertas y ventanas) no debe sobrepasar el 35% del área total del muro.
- La distancia mínima entre dos aberturas y entre una abertura y el extremo del muro debe ser al menos 50 cm, y en todo caso debe ser mayor que la dimensión menor de la abertura.

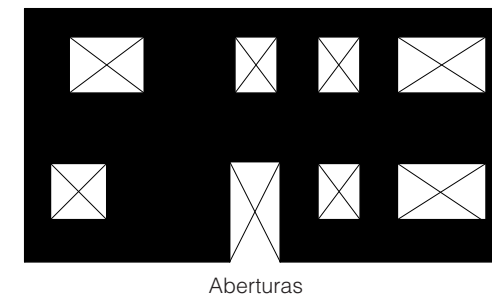


Figura 1.17: Esquema de disposición de aberturas en muro. Quinde & Salinas, 2019.

1.5 CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

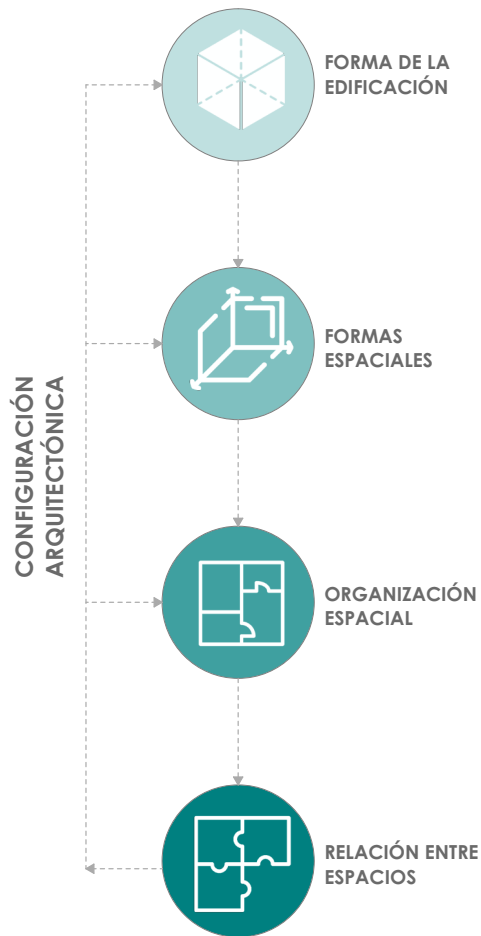


Figura 1.18: Diagrama componentes configuración arquitectónica según Romero, 2013. Quinde & Salinas, 2019.

Se define como configuración arquitectónica a la composición y distribución de elementos resistentes (muros, columnas, sistemas de piso, elementos no estructurales, aberturas, masas localizadas) dentro de una edificación (Gonsales & Gómez, 2014).

El diseño arquitectónico de una edificación contempla determinar su forma y función mediante la ubicación de elementos estructurales y de relleno (Muleller & Ochsendorf, 2013). Esta concepción arquitectónica define la estructura de una edificación y por lo tanto, su comportamiento sísmico. Es entonces necesario, que los arquitectos estudien de manera obligatoria principios de sismo-resistencia (Fernández, 2014). Para obtener un diseño sismo resistente será necesaria la vinculación entre la forma arquitectónica y la forma estructural, mediante mediadores geométricos concebidos en etapas conceptuales de diseño (Morini & Martín, 2018).

La experimentación geométrica y variación de la configuración arquitectónica de una edificación permiten potenciar el comportamiento sísmico de una estructura, optimizando su diseño sin perder condicionantes de forma arquitectónica (Morini & Martín, 2018). Romero (2013) indica que para analizar la configuración de una vivienda han de considerarse los siguientes factores:

- **La forma de la edificación:** Comprende el modo de distribución del conjunto de volúmenes, dispuestos y agrupados de distintas maneras, que conforman el cuerpo de la edificación. Incluye la posición y relación formal del volumen con el terreno de emplazamiento, esto como condición de desarrollo de fachadas. Además, incluye el manejo de vanos: forma y distribución.
- **Las formas espaciales:** Hace referencia a cada célula que, al ensamblarse en base a criterios de diseño, desemboca en la totalidad formal que se ha abordado en el punto anterior. Cada unidad espacial tendrá una diferente concepción formal y funcional.
- **La organización espacial:** Se refiere a la posición relativa de cada unidad de volumen o espacio tridimensional en el conjunto. Se hace enfoque al interior y se analiza como sistema de organización con un origen y fundamento. En este espacio se analizarán las relaciones de área de cada espacio.
- **Las relaciones entre espacios:** Analiza la permeabilidad e inmediatos vínculos entre espacios. Diferencia entre áreas sociales, privadas y circulaciones internas. Identifica la ubicación de zonas húmedas, escaleras y patios. Hace referencia al uso de elementos de vinculación entre unidades de volumen o espacios.

1.6 CONCEPTOS REFERENTES AL OBJETO DE ESTUDIO

1.6.1. Vivienda:

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2014) define a una vivienda como una unidad o grupo de unidades habitacionales que conforman un solo cuerpo estructural, ya sea de manera independiente o por medio de una separación con junta sísmica.

Existen 9 tipos de vivienda definidos en el último Censo de Población y Vivienda; sin embargo, para interés de esta investigación se considerará únicamente al tipo Casa/Villa. En el año 2010, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEN) registró que en la provincia del Azuay existe un 76.0% de viviendas de este tipo y en el caso de Cuenca un 68%.

Como un indicador de la situación de las viviendas se reconoce la materialidad de las mismas. En la ciudad de Cuenca un 77% de las edificaciones posee paredes exteriores de ladrillo o bloque (INEN). Cuenca es considerada una ciudad construida principalmente con ladrillo, a simple vista se pueden identificar abundantes edificaciones elaboradas con ladrillo visto incluyendo edificaciones icónicas para la ciudad, como su catedral.

1.6.2. Viviendas adosadas:

La Real Academia de la Lengua Española (RAE) define como adosamiento a la acción y efecto de colocar un objeto contiguo o otro. Una edificación adosada será entonces aquella que se emplaza inmediatamente junto a otra. El tipo de implantación de una edificación determina como esta se emplaza en el lote, en relación a la vía de acceso y a las construcciones aledañas. Se reconocen los siguientes tipos de implantación (ver figura 1.19):

- Continua con retiro frontal (a)
- Continua sin retiro frontal (b)
- Aislada con retiro frontal (c)
- Aislada sin retiro frontal (d)
- Pareada con retiro frontal (e)
- Pareada sin retiro frontal (f)
- Continua con portal (g)

Esta investigación considerará prioritariamente a todas las edificaciones que sean de tipo continuo o pareado por poseer adosamientos suficientes.

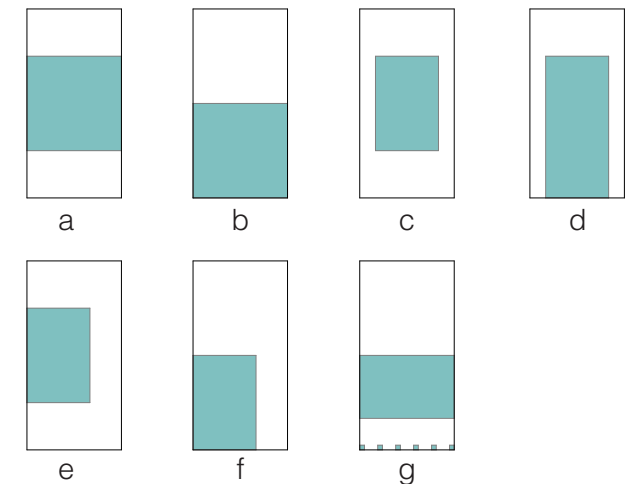


Figura 1.19: Tipos de implantación. Quinde & Salinas, 2019.

Figura 1.20: Imagen inferior, viviendas adosadas en Cuenca, sector Totoracocha. Quinde & Salinas, 2019.

1.6.3. Introducción a sistemas constructivos de interés

Sistema Constructivo: Se puede definir como el conjunto de elementos y unidades de una edificación que forman una organización funcional con una misión constructiva común. Se trata entonces de la concepción del sistema estructural como respuesta a un proceso constructivo planteado.

Pórticos de hormigón armado: Es la construcción con base en estructuras de hormigón reforzado con elementos de acero. Tanto el hormigón estructural como el acero empleado como armado, deberán someterse a los requerimientos establecidos en normativas vigentes (NEC, 2014) de manera que se garantice su correcto funcionamiento estructural.

La estructura de hormigón ha de resistir todo el sistema de cargas para el cuál se diseñe la edificación y adicionalmente, cada pórtico de hormigón deberá ser resistente a momento.

Para un funcionamiento óptimo, este sistema constructivo ha de complementarse con muros portantes resistentes que obliguen al trabajo conjunto de los pórticos y muros mediante uniones que transmitan fuerzas laterales.

La figura 1.22 muestra una sección constructiva de una edificación elaborada con estructura de hormigón armado (pórticos resistentes).

Mampostería: La Norma NEC-SE-VI-VIENDA 2014 define a un muro de mampostería como aquel elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional que, unido con mortero configura la pared de mampostería.

Mampostería confinada: Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro confinándolo (Cordero, 2015). En este sistema constructivo los muros confinados serán los encargados de soportar las principales cargas.

Según su función los muros de mampostería en una edificación pueden clasificarse de la siguiente manera (Gómez, 2013):

- Muros confinados estructurales: Resisten fuerzas horizontales causadas por sismo o viento. Si se colocan de manera coincidente en todos los pisos de la edificación pueden soportar cargas verticales (cargas muertas y vivas).

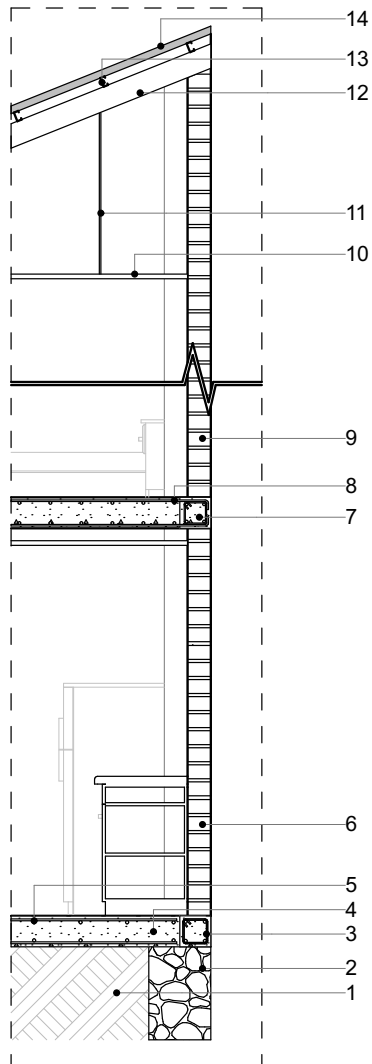
- Muros no estructurales: Pueden funcionar como muros divisorios o de fachada, para garantizar su buen comportamiento, han de amarrarse a la estructura o trabarse con muros perpendiculares a su plano de desarrollo.

Para garantizar el confinamiento de los muros y su correcto funcionamiento, se ha de garantizar los siguientes aspectos constructivos:

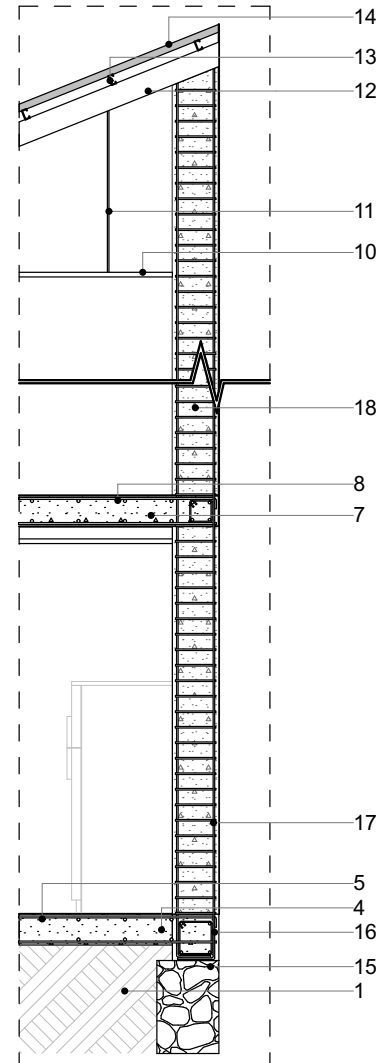
1. En primer lugar se edificarán los muros de mampostería de ladrillo alrededor de los elementos de armado del confinamiento (vigas y columnas) previo a la fundición de los mismos.
2. En el caso de elaborar primero la estructura de hormigón, se deberán dejar elementos metálicos de anclaje expuestos que permitan anclar los muros de mampostería en su posterior colocación.

Las figura 1.21 muestra una sección constructiva tipo de una edificación elaborada con mampostería confinada, se observa entonces las vigas de amarre que permiten confinar los muros y volverlos estructurales.

SECCIÓN CONSTRUCTIVA TIPO: MAMPOSTERÍA DE LADRILLO



SECCIÓN CONSTRUCTIVA TIPO: ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO



1. Suelo compactado
2. Cimiento de hormigón ciclopeo 40x60cm.
3. Cadena de hormigón armado 20x20cm. $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con varillas ϕ 12mm, estribos ϕ 8mm @ 15cm.
4. Losa de hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$
5. Acero de refuerzo ϕ 12mm
6. Mampostería de ladrillo panelón 22x11x5cm.
7. Viga ed hormigón armado $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con acero de refuerzo ϕ 12mm.
8. Losa maciza de entepiso $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con acero de refuerzo ϕ 12mm.
9. Mampostería de ladrillo panelón 22x11x5cm.
10. Cielo raso, paneles de yeso cartón.
11. Soporte metálico para cielo raso.
12. Perfil de acero doble G 150x50x15x3mm
13. Correas metálicas tipo G 60x30x10x2mm
14. Cubierta de planchas de fibrocemento.
15. Cimiento de hormigón ciclopeo 40x80cm
16. Cadena de hormigón 30x30cm. $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con varillas ϕ 12mm, estribos ϕ 8mm @ 15cm.
17. Varilla de acero ϕ 12mm con estribos ϕ 8mm @ 15cm.
18. Columnas de hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Figura 1.21: Izquierda. Sección constructiva tipo, sistema constructivo de mampostería confinada. Quinde & Salinas, 2019.

Figura 1.22: Derecha. Sección constructiva tipo, sistema constructivo de pórticos de hormigón armado. Quinde & Salinas, 2019.

Introducción:

Este capítulo presenta el desarrollo metodológico del trabajo de titulación; expone el proceso de selección de 3 casos de estudio y la introducción de estos como objetos de interés. El desarrollo de esta sección se da en tres etapas: en primer lugar, se incluye el modelo de investigación y las principales variables a ser analizadas; a continuación, se presenta la selección de la zona de estudio que permite delimitar el proyecto y contextualizarlo en la ciudad de Cuenca; y, finalmente, después de un proceso de categorización, se procede a la exposición de los 3 casos de estudio que posteriormente serán analizados tanto arquitectónica como sísmicamente. Este capítulo constituye un elemento medular en la investigación, puesto que manifiesta las principales características del objeto de estudio (Viviendas adosadas de dos pisos con muros de mampostería en Cuenca), además de realizar un primer análisis a nivel arquitectónico de los casos seleccionados permitiendo una aproximación directa a sus características formales, funcionales y estructurales.





SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

2

2.1 METODOLOGÍA

Para demostrar la hipótesis planteada (fig. 2.1) se propone un análisis comparativo, que mediante la observación de variables cuantitativas y cualitativas permite observar la relación entre la configuración arquitectónica y el comportamiento sísmico de viviendas adosadas de mampostería de ladrillo de dos pisos en Cuenca. El alcance de esta investigación está limitado al desarrollo de una propuesta arquitectónica sismo resistente que evidencie la relación entre las variables antes mencionadas.



Figura 2.1: Esquema de la hipótesis planteada. Quinde & Salinas, 2019.

El proceso de desarrollo del presente trabajo de titulación se plasma en la figura 2.2. En esta distinguen, en orden cronológico, las principales acciones a ser ejecutadas y sus objetos de análisis. Estos elementos fueron escogidos con base en los estudios previamente descritos (Jiménez, 2018; Jiménez, Pelá & Hurtado, 2018; Jiménez, Cabrera, Sánchez & Avilés, 2018; Degrande & García, 2017; Arteaga, 2016)(Ver revisión literaria - Capítulo 1) y a la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014. La recolección de información se da tanto en campo como en fuentes bibliográficas y bases municipales.

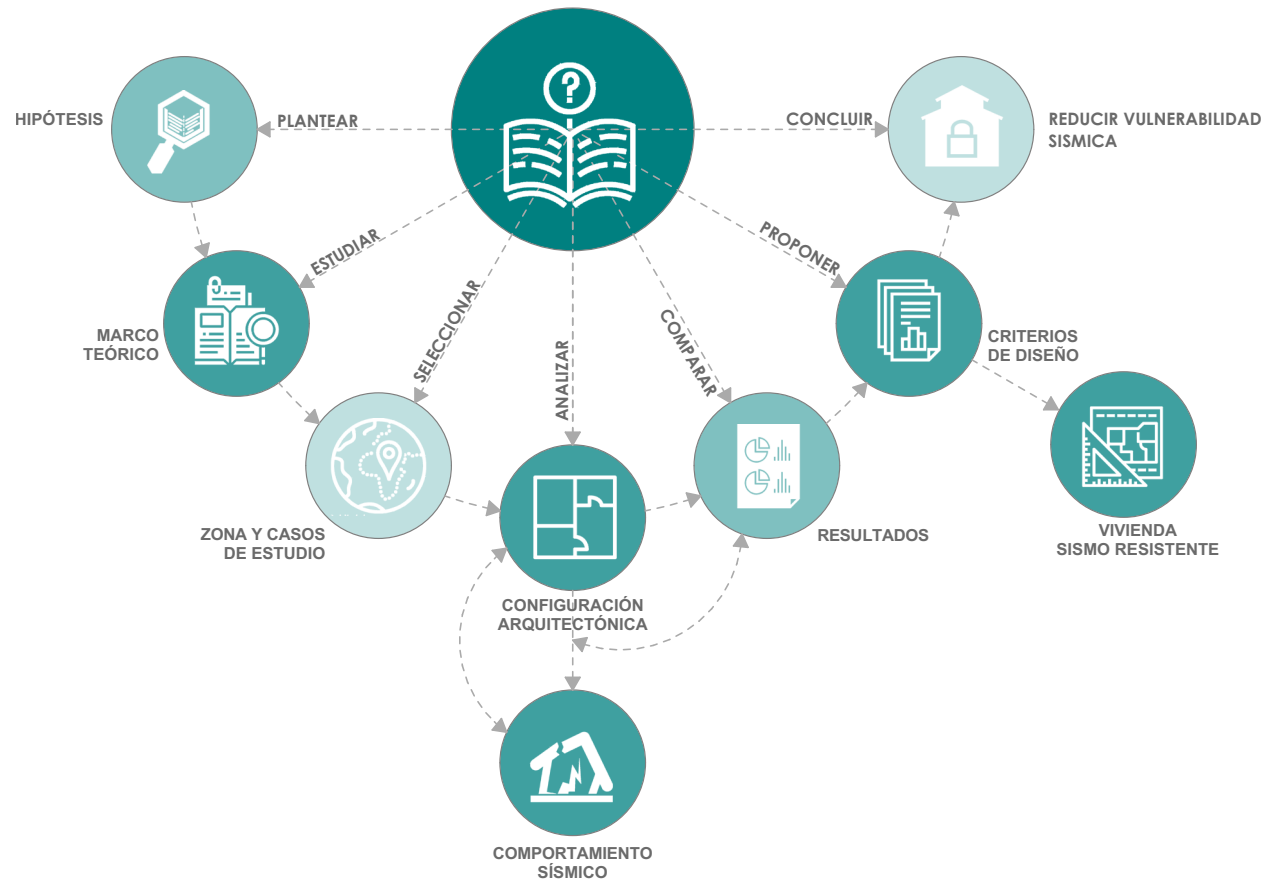


Figura 2.2: Desarrollo propuesto para la investigación. Quinde & Salinas, 2019.



Se contempla una comparación semi-experimental en la cual 3 casos de estudio serán sometidos a análisis de varias índoles (arquitectónica y sísmica). Las principales variables analizadas en esta investigación se definen en la tabla 2.1. En el caso del análisis sísmico, el comportamiento global de la estructura será determinado por un análisis modal y la obtención de las derivas de piso o desplazamientos que presenta la estructura. El análisis arquitectónico medirá la ubicación, dimensión y características tanto de los elementos estructurales (Vigas, columnas y losas) como de aquellos no estructurales (vanos y muros no soportantes).

La metodología de selección de los casos de estudio a ser analizados se despliega en tres etapas fundamentales (fig. 2.3): en primer lugar, se ejecuta el reconocimiento de la zona de estudio, en esta el objeto de interés de la investigación debe ser predominante; en segundo lugar, se procede a la selección de 3 casos de estudio; este número responde al alcance y limitaciones temporales del trabajo de titulación. Finalmente, el tercer paso consiste en la introducción de los casos de estudio seleccionados mediante un primer análisis funcional, formal y tecnológico. Una vez completado este proceso, se ejecutan los análisis de configuración arquitectónica y comportamiento sísmico de los casos presentados.

Variable	Tipo	Definición	Nivel de medida	Indicadores
Configuración arquitectónica	Independiente	Disposición de elementos arquitectónicos (paredes y aberturas) y estructurales (vigas, columnas) que constituyen una edificación.	Cualitativo / Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> Distribución de paredes Disposición y dimensión de aberturas Configuración y disposición de elementos estructurales
Comportamiento sísmico	Dependiente	Respuesta estructural de una edificación frente a un fenómeno sísmico.	Cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> Desplazamientos Deformaciones

Tabla 2.1: Variables generales de análisis.



Figura 2.3: Esquema desarrollo capítulo 2. Quinde & Salinas, 2019.

2.2 SELECCIÓN ZONA DE ESTUDIO

Es necesario definir un área limitada de intervención que permita contextualizar el presente estudio en la ciudad. La zona seleccionada debe contener mayoritariamente edificaciones compatibles con el principal objeto de estudio de esta investigación: **viviendas adosadas de dos pisos con muros de mampostería**, por consiguiente, es necesario reconocer cuáles son los respectivos sectores de la ciudad en los que predominen los siguientes aspectos:

- Uso de suelo: vivienda
- Altura de edificación: baja altura (2 pisos)
- Tipología constructiva: mampostería confinada.
- Implantación de viviendas = continuas

El proyecto de investigación: La construcción irregular, acercamiento a sus causas y efectos, análisis de un determinado sector de la ciudad de Cuenca elaborado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca en el año 2018 en cooperación con el Municipio de la ciudad establece 11 sectores que presentan irregularidad en sus edificaciones y por consecuencia un alto índice de vulnerabilidad. Estos sectores se encuentran definidos con base en factores tales como: Cartografía existente, vulnerabilidad física del territorio y aspectos demográficos (criterios físico-espacial y funcional).



Figura 2.4: Totoracocha en Cuenca. Quinde & Salinas, 2019.

Es importante considerar estos sectores por cuanto pertenecen a la zona urbana de la ciudad y albergan una mayor densidad poblacional. De los sectores analizados en el estudio antes descrito, se selecciona el sector de planeamiento E-7 correspondiente a Totora-cocha con las siguientes características fundamentales:

1. Uso predominante: Vivienda (74,89%)
2. Porcentaje de viviendas adosadas: 77.75%
3. Tipo de implantación predominante: Continua con retiro frontal (65.88%) y pareada con retiro frontal (18.06%)
4. Material de paredes predominante: Ladrillo o Bloque.
5. Porcentaje de viviendas de dos pisos: 49.93%

Entre los aspectos analizados en el proyecto de Investigación se establece que de 4850 edificaciones analizadas el 73% se encuentra en buen estado y el 17% en estado regular, es decir que sus acabados no están en perfectas condiciones. Por otro lado, se indica que el 88.82% corresponde a edificaciones de hormigón armado o estructura metálica en estados bueno y regular. Otros datos importantes del sector se presentan en la tabla 2.2. Las características de ocupación del suelo para los sectores de planeamiento este, específicamente el sector E-7 se indican en la tabla 2.3.

Datos generales:

Ubicación:	Este de la ciudad
Sector de planeamiento	E7
Área del sector	159,72 Ha
Número de manzanas	207
Número de predios	4372

Tabla 2.2: Descripción de la zona de estudio. Quinde & Salinas, 2019.

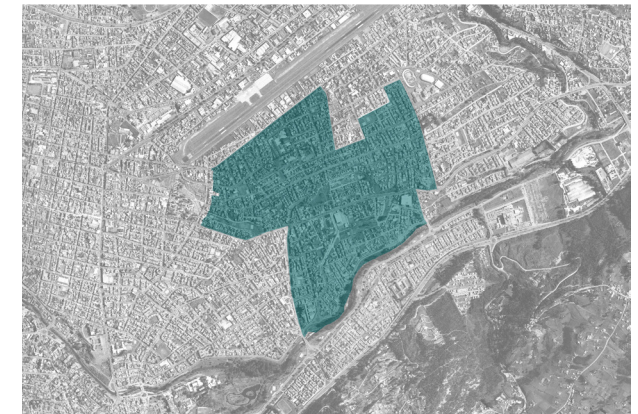


Figura 2.5. Zona de estudio. Quinde & Salinas, 2019.

Altura de la edificación	Lote mínimo	Frente mínimo	COS Máximo	Densidad neta de vivienda (DV)	Tipo de implantación	Retiros Frontales, Laterales y posteriores mínimos		
	(m ²)					(m)	(%)	F
1 o 2 pisos	120	7	80	55 – 160 Viv/Ha	-Continua con retiro frontal - Pareada con retiro frontal	5	3	3
3 o 4 pisos	300	12	75	Igual o mayor a 110 Viv/Ha		5	3	3
5 o 5 pisos	500	18	75	Igual o mayor a 110 Viv/Ha		5	4	4

Tabla 2.3: Datos generales sector de planeamiento E7. Recuperado de PDOT Cantón Cuenca - Ordenanza que regula el uso de suelo.

Contexto histórico: Zona de estudio

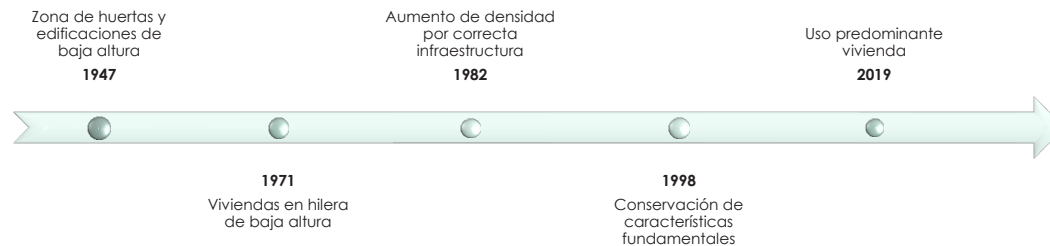
Históricamente, el sector de Totoracocha ha ido mutando para satisfacer las necesidades de la ciudad. En 1947, el Plan Regulador de Gatto Sobral, establece que este sector ha de considerarse una zona de huertas y edificaciones de baja altura que contribuya al abastecimiento de la ciudad consolidada. A continuación, en 1971, debido a la gran expansión que presenta la ciudad, el nuevo Plan regulador determina que este sector propicie una densidad mayor con la presencia de viviendas en hilera de baja altura. En 1982, debido a que el sector posee correcta infraestructura se establece el aumento de la densidad en viviendas de baja altura. En el plan de ordenamiento de 1998 se conservan las características fundamentales del sector con uso predominante de vivienda. Es necesario recalcar que este punto determinará las principales características del sector. Actualmente, el sector presenta un uso mixto entre vivienda y comercio.



Figura 2.6: Esquina superior derecha. Mapa del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Cuenca. Recuperado de: "Influencia del arquitecto Gatto Sobral en la concepción urbana moderna de la ciudad de Cuenca", Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca (Muy, 2010).

Figura 2.7: Centro derecha. Mapa de la ciudad de Cuenca 2019. GAD municipal de Cuenca.

Figura 2.8: Línea de tiempo: Eventos históricos de relevancia en el sector Totoracocha. Quinde & Salinas, 2019.





Análisis zona de estudio

Para agilizar el proceso de levantamiento y procesamiento de datos, se divide la zona de estudio, Totoracocha, en cuatro sectores como se indica en la figura 2.9 con los respectivos límites indicados en la tabla 2.5

A continuación, se procede a realizar el levantamiento de viviendas de interés (fig. 2.10). Se seleccionan aquellas edificaciones que cumplen con las características fundamentales del objeto de estudio: viviendas adosadas de mampostería de ladrillo de dos pisos. El número y porcentaje de viviendas de interés por sector se indica en la tabla 2.4. El sector en el cual predominan viviendas de interés es el sector S1, con un total del 52,919%.



CÁLCULO DE PORCENTAJES VIVIENDAS DE MAMPOSTERÍA DE LADRILLO POR SECTOR			
	NÚMERO DE LOTES (u)	NÚMERO DE VIVIENDAS DE INTERÉS (u)	PORCENTAJE (VIVIENDAS DE INTERÉS/ TOTAL LOTES) (%)
SECTOR 1	1079	571	52,919 %
SECTOR 2	988	373	37,753 %
SECTOR 3	1239	445	35,916 %
SECTOR 4	1123	453	40,338 %
TOTALES	4429	1842	41,590 %

DELIMITACIÓN DE SECTORES POR OPERATIVIDAD				
	Límite Norte	Límite Sur	Límite Este	Límite Oeste
Sector S1	Av. Hurtado de Mendoza	Av. Yanahurco	Av. Los Andes	Av. Paseo de los Cañaris
Sector S2	Av. Yanahurco	Av. González Suárez	Av. Los Andes	Av. Paseo de los Cañaris
Sector S3	Av. González Suárez	Av. Pumapungo	Calle Rayoloma	Av. Max Uhle
Sector S4	Av. Hurtado de Mendoza	Av. González Suárez	Av. Paseo de los Cañaris	Av. Guapondelig

Figura 2.9: Superior derecha. Mapa de Totoracocha dividido en los 4 sectores de análisis. Quinde & Salinas, 2019.

Tabla 2.4 Izquierda. Porcentajes de viviendas de mampostería de ladrillo de hasta 2 pisos por sectores.

Tabla 2.5: Derecha. Límites de sectores por operatividad del sector de Totoracocha. Quinde & Salinas, 2019.

Mapa viviendas de dos pisos de mampostería de ladrillo

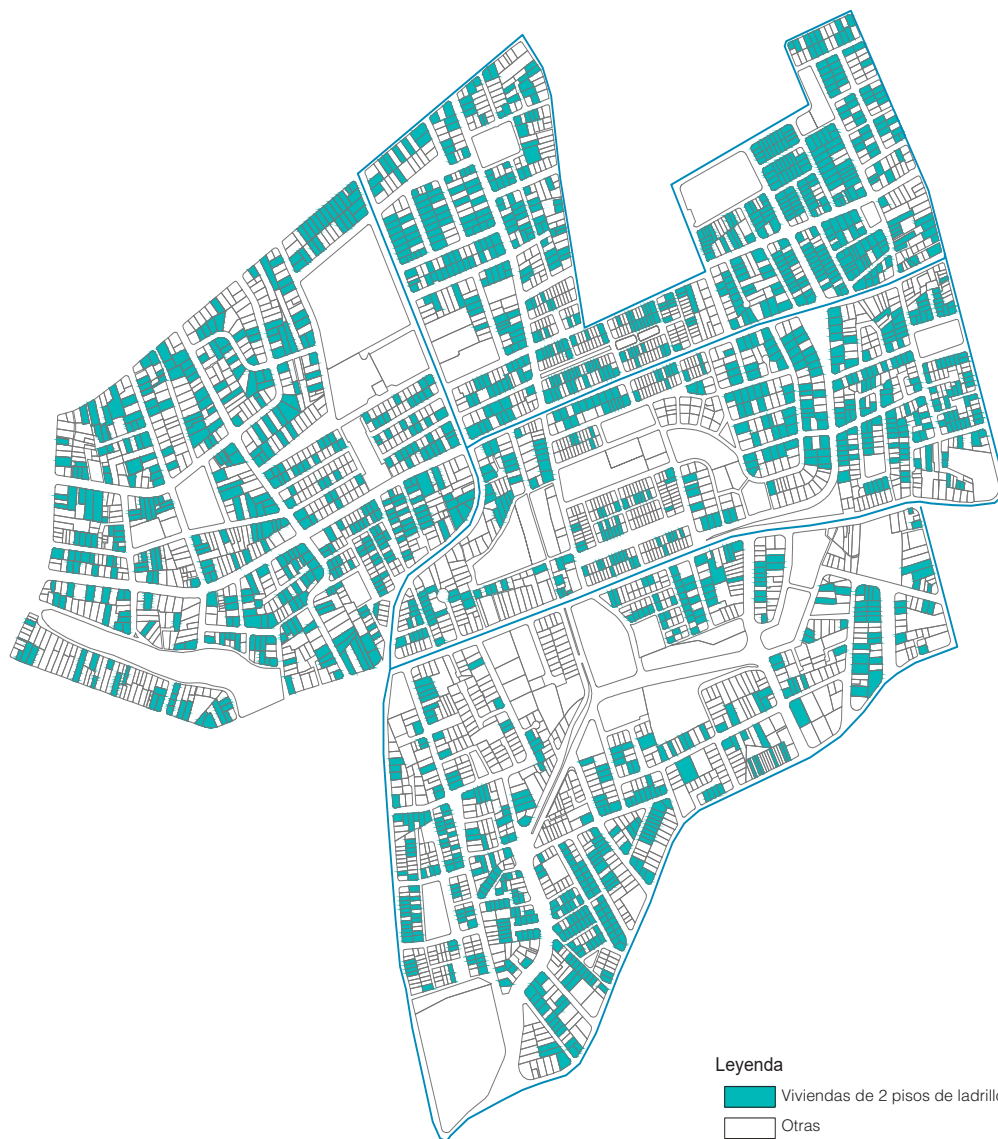


Figura 2.10: Mapa de viviendas de dos pisos de mampostería de ladrillo en Totoracocha. Quinde & Salinas, 2019.

2.3 SELECCIÓN CASOS DE ESTUDIO

Para seleccionar los casos de estudio que serán sometidos a análisis de orden arquitectónico y sísmico, se aplican una serie de filtros que pretenden determinar las principales características del objeto de estudio, escogiendo de entre un grupo de viviendas adosadas de dos pisos con muros de mampostería pertenecientes al sector de Totoracocha, aquellas que representen de mejor manera a la mayoría y posean los valores más cercanos a la media.

2.3.1 Primer filtro: Clasificación de viviendas por área

La variable: área de construcción en planta baja, constituye un aspecto fundamental al momento de limitar el universo de viviendas objeto de la investigación puesto que, generalmente, condiciona el desarrollo normal de una edificación, su programa arquitectónico y su respuesta formal y estructural.

Haciendo uso de la última versión de la base de catastros municipales, se identifican aquellas edificaciones que corresponden a viviendas, este reconocimiento se da al descartar aquellas que se encuentran fuera de un rango de área en planta baja comprendido entre 40 y 300 m². Las edificaciones fuera de este intervalo son construcciones menores o equipamientos; y, por lo tanto, no pertenecen a la muestra de interés y se descartan.

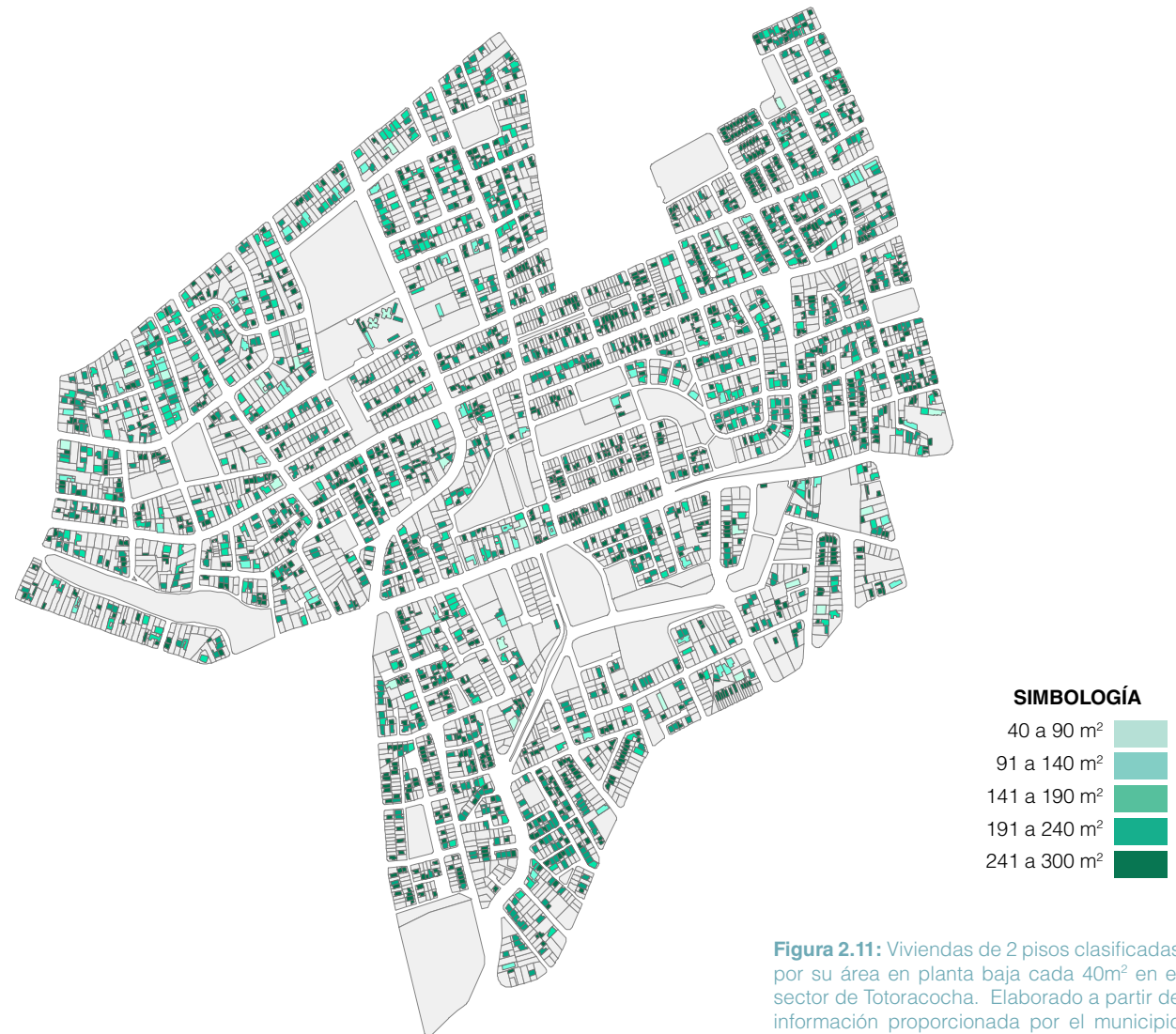


Figura 2.11: Viviendas de 2 pisos clasificadas por su área en planta baja cada 40m² en el sector de Totoracocha. Elaborado a partir de información proporcionada por el municipio de Cuenca. Quinde & Salinas, 2019.

Una vez delimitada la muestra de viviendas existentes en el sector, se procede a aplicar tres filtros que permiten ubicar los rangos de área en planta baja predominantes.

Al aplicar el primer filtro de área, (intervalos de 50 m² en un rango de 40 a 300 m²) como se indica en la tabla 2.6, se identifica que el 88.11% de viviendas poseen un área en planta baja comprendida entre los 40 y 140 m²; por lo tanto, los siguientes filtros se aplican únicamente en este intervalo. Es importante señalar que el 51.71% de viviendas poseen un área en planta baja de 40 a 90 m².

Para determinar con mayor precisión cuál es el área de viviendas adosadas que predomina en el sector de Totoracocha y enfocar la investigación en edificaciones con esta característica, se aplican a continuación, filtros cada 20 y 10 m². Las tablas 2.7 y 2.8 evidencian un mayor porcentaje de viviendas con un área en planta baja comprendida entre los 60 y 100 m² (56.65%).

Tabla 2.6: Superior. Primer filtro: rangos de 50 m². Porcentaje de viviendas con un área en planta baja comprendida entre 40-300 m².

PRIMER FILTRO POR ÁREA PB		
Área en planta baja (m2)	Cantidad de viviendas existentes	Porcentaje
40-90	1152	51.71%
90-140	811	36.40%
140-190	190	8.53%
190-240	52	2.33%
240-300	23	1.03%
TOTALES	2228	100.00%

Tabla 2.7: Centro. Segundo filtro: rangos de 20 m². Porcentaje de viviendas con un área en planta baja comprendida entre 40-140 m².

SEGUNDO FILTRO		
Área en planta baja (m2)	Cantidad de viviendas existentes	Porcentaje
40-60	309	15.74%
60-80	561	28.58%
80-100	551	28.07%
100-120	352	17.93%
120-140	190	9.68%
TOTALES	1963	100.00%

Tabla 2.8: Inferior. Tercer filtro: rangos de 10m². Porcentaje de viviendas con un área en planta baja comprendida entre 40-140 m².

TERCER FILTRO		
Área en planta baja (m2)	Cantidad de viviendas existentes	Porcentaje
40-50	123	6.27%
50-60	186	9.48%
60-70	255	12.99%
70-80	307	15.64%
80-90	309	15.74%
90-100	243	12.38%
100-110	193	9.83%
110-120	157	8.00%
120-130	110	5.60%
130-140	80	4.08%
TOTALES	1963	100.00%

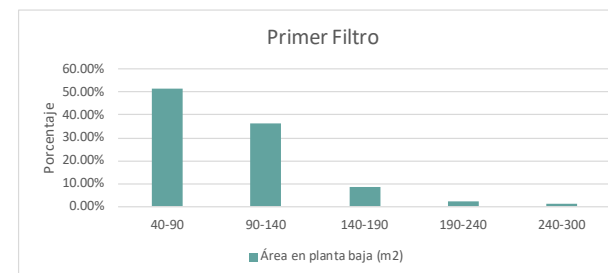


Figura 2.12: Cuadro estadístico del primer filtro de área en planta baja aplicado. Quinde & Salinas, 2019.

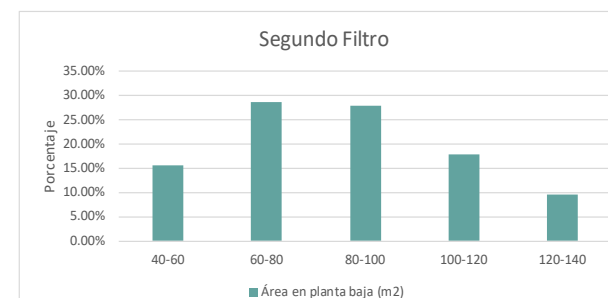


Figura 2.13: Cuadro estadístico del segundo filtro de área en planta baja aplicado. Quinde & Salinas, 2019.

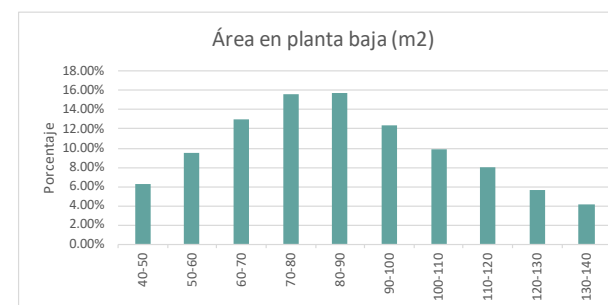


Figura 2.14: Cuadro estadístico del tercer filtro de área en planta baja aplicado. Quinde & Salinas, 2019.



2.3.2 Delimitación del objeto de estudio

Esta investigación requiere hacer uso de información arquitectónica precisa correspondiente a viviendas de Totoracocha, por lo cual, consultando el archivo del Municipio de Cuenca, se obtienen los planos arquitectónicos de 30 viviendas pertenecientes a la zona de estudio; sin embargo, al momento de procesar esta información se descartan 14 edificaciones por no pertenecer al principal objeto de estudio de esta investigación. Se descartan edificaciones con semi-sótanos, niveles adicionales y usos distintos a los de vivienda. Es necesario mencionar que el archivo municipal cuenta únicamente con información de planos disponibles a partir del año 2013, lo cual limita considerablemente el tamaño de la muestra previamente descrita.

Finalmente, se obtiene una base de datos con 16 viviendas de interés, a las cuales se les asigna un código y organiza según su área en planta baja. Estas viviendas servirán de fundamento al momento de encontrar criterios de categorización y selección de características representativas para la elección de los casos de estudio. La tabla 2.9 muestra los datos generales de las viviendas proporcionadas por el archivo municipal, distribuidas en tres grupos (Áreas menor, media y mayor).

VIVIENDAS DE INTERÉS									
	Rango de área en planta baja	Código de referencia	Clave catastral	Condición en la manzana	Área de lote	Área planta baja	Área planta alta	Área buhardilla	Área total
<i>Unidad</i>	<i>m²</i>				<i>m²</i>	<i>m²</i>	<i>m²</i>	<i>m²</i>	<i>m²</i>
Área menor (60-80)	60-70	1	0403114005000	Continua	101,23	60,9	65,1	32,1	158,1
		2	0403081009000	Continua	396,6	66,37	78,02		144,39
		3	0403081009000	Continua	396,6	66,61	78,29		144,9
	70-80	4	0403039076000	Continua	106,45	70,06	78,88	38,89	187,83
		5	0403039072000	Continua	109,79	70,11	76,26	59,73	206,1
		6	0403106021000	Continua	92,94	70,35	80,26		150,61
		7	0403058120000	Continua	140,37	76,45	76,45		152,9
		8	0403102009000	Continua	110,61	78,02	84,4	44,8	207,22
Área media (80-100)	80-90	9	0405009006000	Continua	247,44	87,75	87,75		175,5
		10	0405009006000	Continua	247,44	88,04	58,5		146,54
	90-100	11	0404015016000	Esquinera	137,54	90,85	106,28		197,13
Área mayor (100 en adelante)	100-120	12	0403061012000	Continua	103,09	105,7	105,7	24,494	235,894
		13	0405016005000	Continua	393,6	107,95	113,79		221,74
		14	0405031003000	Continua	158,17	118,64	105,94		224,58
	120- 190	15	0405034011000	Continua	349,96	154,78	154,78		309,56
		16	0403060005000	Esquinera	166,34	167,08	175,94	72,38	415,4

Tabla 2.9: Datos generales viviendas de Totoracocha. Quinde & Salinas, 2019

El conjunto de viviendas seleccionado cumple con las siguientes características fundamentales de interés para la investigación:

- Uso exclusivo de vivienda
- Dos niveles (se incluyen aquellas edificaciones con buhardilla)
- Muros de mampostería de ladrillo
- Estructura de hormigón armado.
- Área en planta baja dentro de los márgenes previamente seleccionados (40 – 190 m²)
- Edificaciones adosadas.

La figura 2.15 muestra la ubicación de las viviendas seleccionadas.



Figura 2.15: Ubicación viviendas de interés. Mapa generado a partir de información proporcionada por el Municipio de Cuenca. Quinde & Salinas, 2019.



2.3.3 FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Como herramienta de recolección de información se hace uso de una ficha estructurada de la siguiente manera:

- **Datos generales:** Tiene como objeto recopilar información básica de la vivienda, permite corroborar que el objeto de análisis cumpla con las características fundamentales del estudio (Vivienda adosada de dos pisos de mampostería).
- **Características arquitectónicas:** Recopila toda la información relacionada a materialidad y principales dimensiones de elementos estructurales de la vivienda.
- **Características geométricas:** Este es uno de los componentes de mayor interés para este estudio, recopila información básica de configuración arquitectónica (Número de ejes, áreas y alturas de entrepisos). Estos parámetros geométricos permiten una primera aproximación a la vivienda como volumen de determinadas proporciones. En esta sección es de principal interés el coeficiente de relación de aspecto (r), el mismo resulta de la siguiente relación:

$$r = L1/L2$$

r = Relación de aspecto frente/fondo = r
 $L1$ = Longitud del frente
 $L2$ = Longitud de fondo

- **Distribución de paredes:** Esta sección busca encontrar el número de paredes existentes en la vivienda y su respectiva ubicación según los ejes principales existentes. Este análisis nos permite hallar una primera aproximación a determinar si los elementos de mampostería se distribuyen de manera regular o irregular en planta. Como factor de interés se toma el porcentaje de coincidencia total de paredes con los ejes principales (estructurales). Así, mientras mayor sea el porcentaje de alineación de una vivienda, mayor regular será la relación entre muros y estructura. El porcentaje de alineación de paredes resulta de la siguiente relación:

$$Pa = Pc/Pe \times 100$$

Pc = Número de paredes que coinciden en ejes principales

Pe = Número total de paredes existentes

Pa = Porcentaje de alineación de paredes

- **Aberturas:** Recopila información de las aberturas (horizontales y verticales) de la vivienda. En las aberturas verticales se incluyen puertas, ventanas y vanos en general, mientras que en sentido horizontal se contemplan aberturas en la losa ya sea por presencia de patios o gradas. Es de interés

para la investigación analizar el porcentaje de aberturas existentes y su respectiva influencia en la configuración arquitectónica de la vivienda. Las aberturas en sentido horizontal nos permiten generar categorías con base en la ubicación de patios.

- **Fachada:** Un análisis a nivel de fachada es requerido en cuanto nos permite una mayor aproximación a la vivienda como volumen. Desde la fachada se hace posible identificar la ubicación y dimensión de una serie de elementos arquitectónicos de importancia para el funcionamiento general de la vivienda (accesos, gradas exteriores, balcones, etc.). En esta investigación al tener como objeto de estudio a viviendas adosadas de preferencia continuas, se procede a analizar a este nivel principalmente la fachada frontal. Sin embargo, en el siguiente nivel de análisis (Casos de estudio) se considerará también la fachada posterior en caso de ser necesario. Dentro del análisis general de fachada se establecen dos componentes:

1. Características geométricas fachada: Obtiene información geométrica general de la fachada como elemento bidimensional.
2. Aberturas: Se obtiene el número de vanos existentes en fachada y el área total de estos.

A continuación, se presenta el modelo de ficha utilizado:

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO					
DATOS GENERALES					
Edificación N°:					
Clave Catastral:					
Ubicación:					
Número de Plantas:	2	Buhardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro
	Planta Baja	X			
	Planta Alta	X			
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)			
		Fondo (m)			
	Vivienda	Frente (m)			
		Fondo (m)			
Retiros (m)	Frontal				
	Posterior				
Adosamientos	Lateral derecho	Lateral Izquierdo	Posterior		
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS					
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR		
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro	
		Ladrillo	Bloque	Otro	
	Paredes	X			
		Rígido	Flexible	Otro	
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro	
	Acabados	Exteriores	Revestimiento	Enlucido	Pintura
Interiores		Revestimiento	Enlucido	Pintura	
Dimensiones	Estructura	Columnas			
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)	
		Vigas			
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)		
Paredes	Espesor de Paredes				
	Externas		Internas		

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal		Rectángulo Vertical	
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
Altura (m)	Planta Baja				
	Planta Alta				
Áreas (m2)	Planta Baja				
	Planta Alta				
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secundarios	Principales	Secundarios
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secundarios	Principales	Secundarios
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja				
	Planta Alta				
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja				
	Planta Alta				
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes		Porcentaje	
Ejes horizontales (1,2..)					
Ejes verticales (A, B..)					
TOTALES					
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longitudinales	Ejes Transversales			
		Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

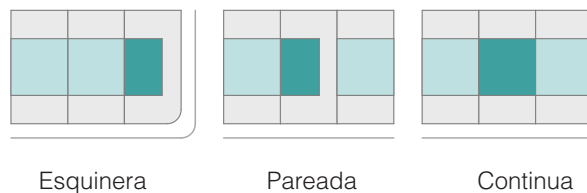
Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación		Central	Adosada	Exterior
	Dimensión		Ancho	Largo	Área
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión		Ancho	Largo	Área
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		x			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
x					
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)		Frente	Área de fachada		
	Planta baja				
Altura (m)	Planta Baja				
	Planta Alta				
Número de Ejes	Verticales				
	Horizontales				
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
Alineación	Planta Baja		Planta Alta		
Número de vanos					
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1			
	Planta Alta				
Ventanas	Planta Baja	V1			
		V2			
	Planta Alta	V3			
		V4			
Otros vanos	Planta Baja				
	Planta Alta				
TOTAL					0.000



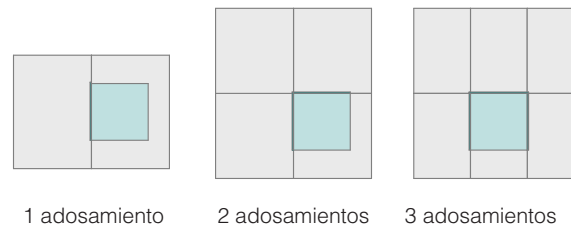
2.3.4. Segundo filtro: Análisis de variables.

La herramienta descrita previamente permite recolectar información fundamental de las características formales, materiales y funcionales de las viviendas estudiadas. (Revisar anexo 2). Una vez aplicadas las fichas, se procede al procesamiento de información. Se hace hincapié en identificar datos de configuración arquitectónica en planta mediante el análisis de los elementos compositivos que la definen: posición de escaleras, patios, vanos y la respectiva división de unidades de vivienda. De los datos previamente recolectados procedemos a considerar prioritariamente las siguientes variables de selección:

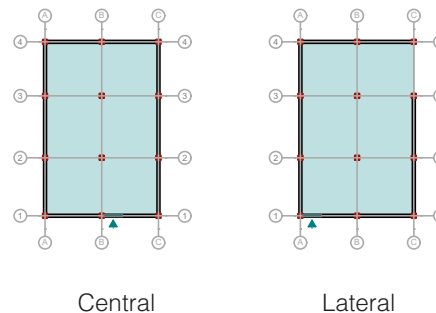
1. Disposición en la manzana: Hace referencia al tipo de implantación, el cual determina la ubicación de la edificación en el lote en relación a la vía de acceso. Existen 6 tipos de implantación: continua con retiro frontal, continua sin retiro frontal, continua con portal, aislada con retiro frontal, aislada sin retiro frontal, pareada con retiro frontal y pareada sin retiro frontal.



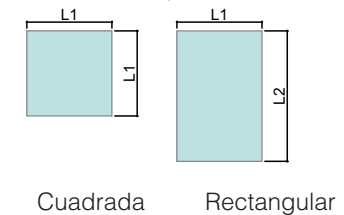
2. Número de adosamientos: Hace referencia a la cantidad de muros contiguos que existen entre la edificación en estudio y las edificaciones en lotes inmediatos.



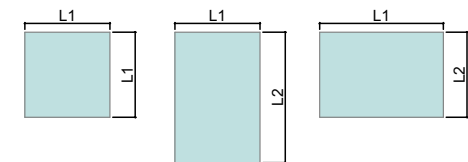
3. Acceso: Analiza la ubicación del acceso principal en la edificación. Su posición está directamente relacionada con la distribución funcional de la vivienda.



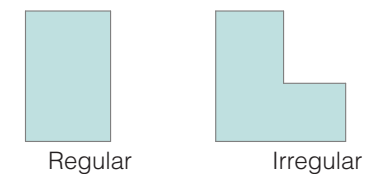
4. Forma de la planta: Se identifican dos tipos de formas predominantes. Esto hace referencia a la forma general de la edificación sin considerar retranqueos.



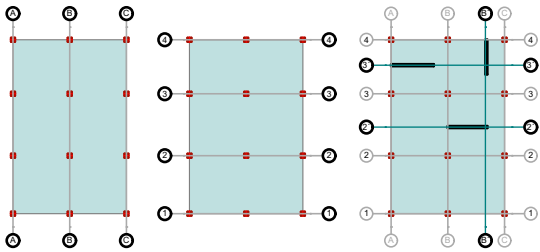
5. Relación de aspecto: Es la relación existente entre el frente (L1) y el fondo (L2) de la edificación.



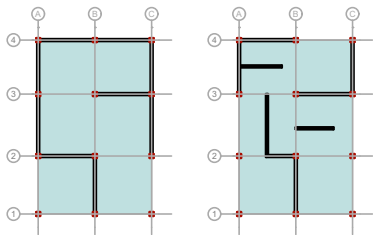
6. Regularidad de la planta: Analiza la homogeneidad existente en planta. Se definen como edificaciones irregulares aquellas que presentan retranqueos en su forma.



7. Número de ejes: Es la cantidad de ejes estructurales principales y secundarios existentes en una edificación.

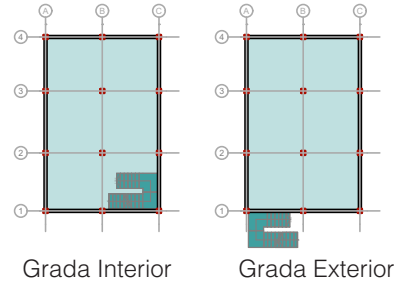


8. Porcentaje de coincidencia de paredes: Hace referencia al número de paredes coincidentes con los ejes estructurales de la edificación.

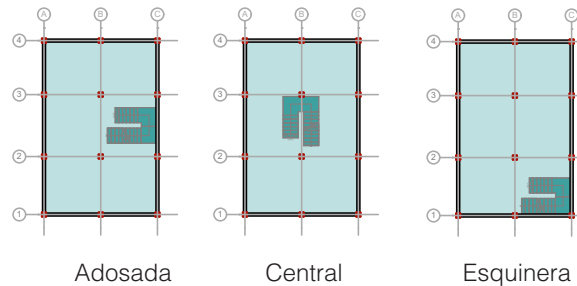


9. Grada: La grada es un elemento que desde el punto de vista formal, funcional y estructural contribuye a la definición de una edificación. Su dimensión y posición es una variable de análisis fundamental. En esta investigación se identificaron las siguientes tipologías de ubicación de las gradas.

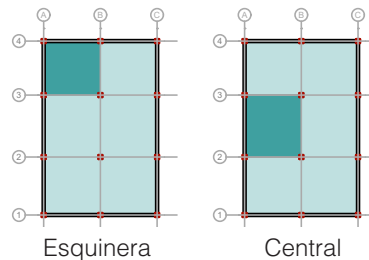
Según su ubicación general:



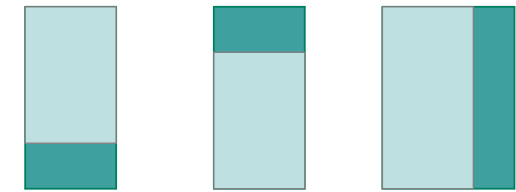
Según su posición en el interior de la vivienda:



10. Patio: Analiza la existencia de patios, su dimensión y ubicación. Este elemento es un importante condicionante formal y funcional.

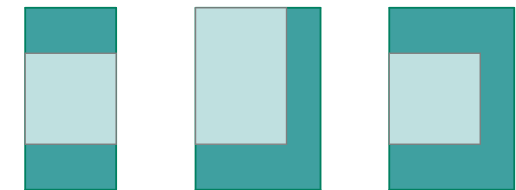


11. Retiros: Constituye el espacio dentro del área del predio que separa la vía pública y los linderos lateral y posterior del límite físico de la edificación. La dimensión del retiro será medida de forma perpendicular entre el límite de la edificación y la vereda o límite hacia la vía.



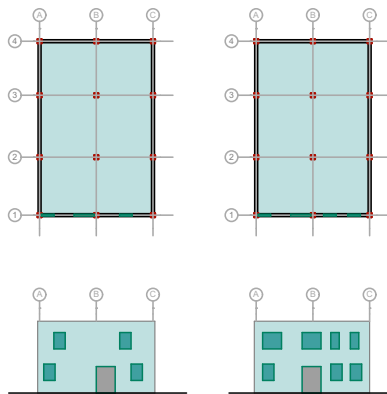
A Retiro Frontal B Retiro Posterior C Retiro Lateral

Constitución de retiros existentes en las viviendas analizadas:

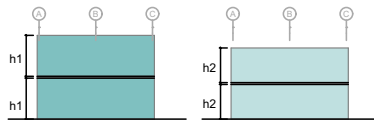


A-B A-C A-B-C

12. Vanos en fachada (número y área): Busca analizar la cantidad, dimensión y posición de las aberturas existentes en el plano de fachada. Este indicador permite identificar disposiciones uniformes y hacer una vinculación de la fachada con el interior de la edificación y su desarrollo funcional.



13. Altura de piso: Hace referencia a la distancia vertical medida entre el terminado de la losa de piso o nivel de terreno y el terminado de la losa del nivel inmediatamente superior. (NEC-SE-DS)



La tabla 2.10 presenta un resumen de las principales características de las viviendas estudiadas identificadas por medio de la ficha de levantamiento antes descrita.

Cómo resultado de tabular la información recolectada y el análisis de las variables seleccionadas e introducidas, se obtienen las siguientes afirmaciones:

- De la existencia y ubicación de patios: El 63% de viviendas (10/16) no posee patios interiores. De las viviendas restantes encontramos que 4 poseen patios esquineros y 2 patios adosados lateralmente.
- Del número de adosamientos: 10 de las 16 viviendas objeto de estudio poseen tres adosamientos; 5 de ellas poseen 2 adosamientos.
- De la relación de aspecto (frente/fondo): la mayoría de viviendas estudiadas (31%) posee una relación de aspecto comprendida entre 0.4 y 0.6 (Tabla 2.11 - Figura 2.16).
- Del porcentaje de alineación de paredes: Un 38% y 31% de las viviendas estudiadas poseen porcentajes de alineación de paredes del 70% y 80% respectivamente. (Tabla 2.12 - Figura 2.17).
- De la ubicación de gradas: Un 75% de viviendas (12) posee grada interior adosada. Solo una posee grada interior central y las 3 restantes poseen grada exterior.

A continuación (ver páginas 54 y 55), se presentan gráficos estadísticos que permiten visualizar de mejor manera cuales son los valores predominantes. Estos valores contribuirán directamente a determinar los casos de estudio que representen de mejor manera al objeto de estudio.

Rango de área en PB	Número de referencia	Clave catastral	Altura de piso (m)	Área de lote (m ²)	Área planta baja (m ²)	Relación de aspecto (r)	Exclusión	Regularidad de ejes	Adosamientos	
60-70	1	0403114005000	2,7	101.23	60.9	0.544		SI	3	
60-70	2	0403081009000	2,9	396.6	66.61	0.916		SI	2	
60-70	3	0403081009000	2,9	396.6	62.93	0.334	Esquinera - ancho muy pequeño	NO	2	
70-80	4	0403039076000	2,5	106.45	70.06	0.476	Ingreso a segundo piso independiente	SI	3	
70-80	5	0403039072000	2,3	109.79	70.11	0.359	Doble grada (Grada exterior para subir a buhardilla)	SI	3	
70-80	6	0403106021000	2,7	92.94	70.35	0.511		SI	3	
70-80	7	0403058120000	2,7	140.37	76.45	0.482		SI	2	
70-80	8	0403102009000	2,7	110.61	78	0.471	Parqueadero abajo	SI	3	
80-90	9	0405009006000	3	247.44	87.75	1.27	Acceso a vivienda posterior en planta baja (Puente)	No	2	
80-90	10	0405009006000	2,75	247.44	88.04	1.09		NO	3	
80-90	11	0404015016000	2,5	137.54	87.35	0.944	Esquinera	SI	2	
60-70	12	0403061012000	2,7	103.09	62.2	0.729	Parqueadero abajo	SI	3	
100-110	13	0405016005000	2,5	393.6	107.95	0.87	Un adosamiento	SI	1	
110-120	14	0405031003000	2,4	158.17	118.64	0.9	Patio central-grada exterior	SI	3	
90-100	15	0405034011000	2,7	349.96	95.93	0.88	Acceso independiente a planta alta/ Ejes estructurales irregulares	NO	3	
160-70	16	0403060005000	2,3	166.34	167.08	0.625	Se excluye por área	NO	2	

Tabla 2.10: Características de viviendas . Quinde & Salinas, 2019.



	Ejes verticales	Ejes horizontales	Porcentaje de coincidencia	Regular	Grada	Existencia de patio	Tipología	Patio	Número de vanos en fachada	Área de vanos en fachada (m ²)
	3	5	70.73	Si	Exterior	Patio esquinero posterior	4	SI	8	14.822
	3	3	80	Si	Interior	Retiro posterior	2	NO	5	12.52
	2	6	75	Si	Interior	No Patio	3	NO	5	9.8
	3	6	80	Si	Interior	Patio esquinero posterior	4	SI	7	13.037
	3	3	70.73	Si	Exterior/Interior	No Patio	1	NO	5	14.49
	3	5	79.55	Si	Interior	Patio adosado interior	1	SI	5	11.295
	3	5	80.95	Si	Interior	Retiro posterior	2	NO	4	14.822
	3	5	89.58	SI	Interior	No patio	1	NO	4	14.368
	5	4	70.45	NO	Interior	No patio	2	NO	6	17.85
	4	4	68.29	No	Interior	No patio	1	NO	8	14.55
	4	4	66.67	No	Interior	No patio	3	NO	6	14.00
	3	5	72.73	Si	Interior	Patio esquinero posterior	4	SI	3	15.92
	4	4	69.57	Si	Interior	Retiro posterior	2	NO	7	17.21
	4	5	67.21	Si	Exterior	Patio adosado interior	1	SI	6	15.69
	4	4	75.51	No	Exterior	No patio	1	NO	6	1245
	4	5	70.62	SI	Interior	No patio		NO	9	22.45

Relación frente - fondo					
	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.5
Cantidad	2	5	3	3	3
Porcentaje	13%	31%	19%	19%	19%

Tabla 2.11: Porcentaje de relación frente fondo en las viviendas de interés. Quinde & Salinas, 2019

Porcentaje alineación de paredes				
	60 %	70 %	80 %	90 %
Cantidad	4	6	5	1
Porcentaje	25%	38%	31%	6%

Tabla 2.12: Porcentaje de paredes alineadas con los ejes estructurales de las viviendas de interés. Quinde & Salinas, 2019

Área vanos fachadas						
	10-12 m ²	12-14 m ²	14-16 m ²	16-18 m ²	18-20 m ²	> 20m ²
Cantidad	1	1	4	7	2	1
Porcentaje	6%	6%	25%	44%	13%	6%

Tabla 2.13: Porcentaje de área de vanos en fachada (puertas y ventanas) medido en metros cuadrados. Quinde & Salinas, 2019

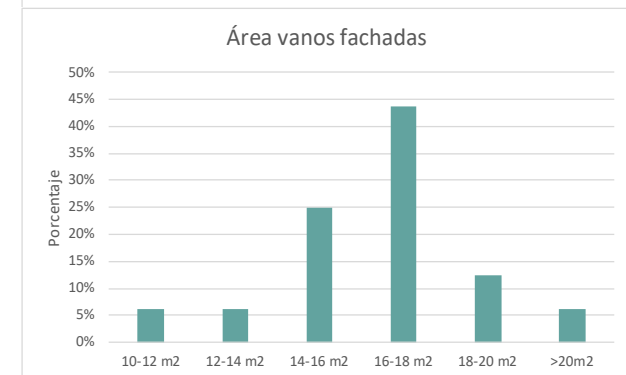
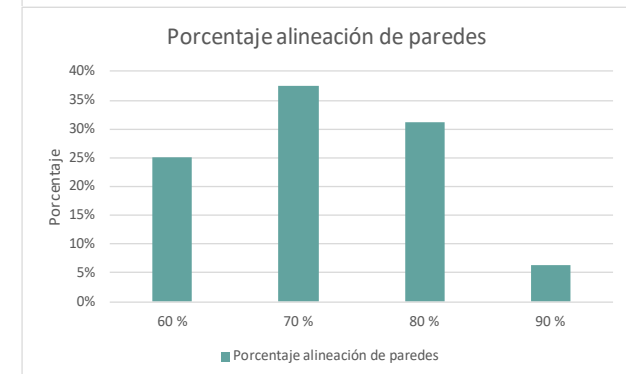
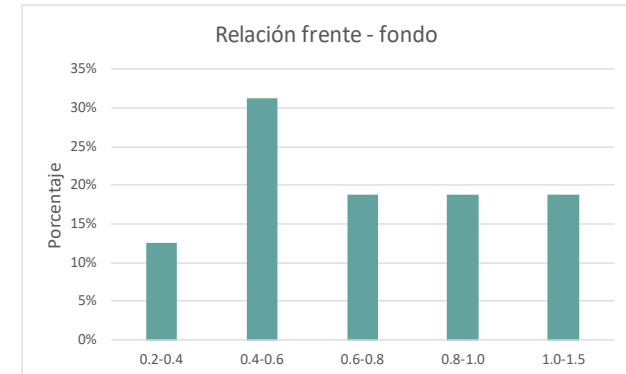


Figura 2.16: Superior. Porcentaje de viviendas según relación frente fondo.

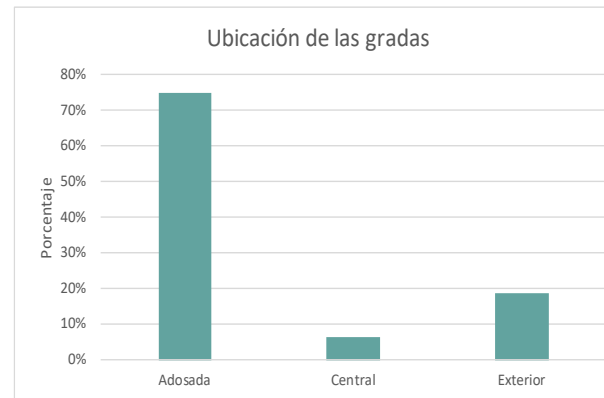
Figura 2.17: Centro. Porcentaje de paredes alineadas con ejes estructurales.

Figura 2.18: Inferior. Porcentaje de área de vanos en fachada. Quinde & Salinas, 2019



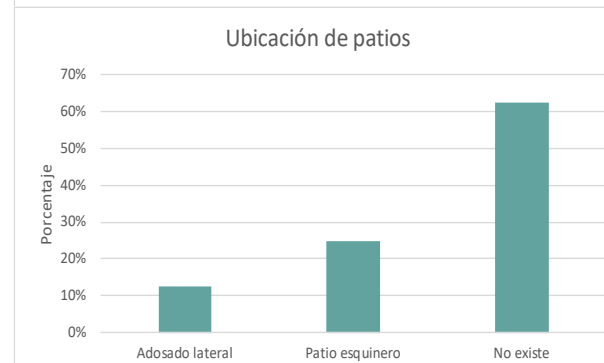
Ubicación de las gradas			
	Adosada	Central	Exterior
Cantidad	12	1	3
Porcentaje	75%	6%	19%

Tabla 2.14: Ubicación del núcleo de gradas en las viviendas de interés. Quinde & Salinas, 2019



Ubicación de patios			
	Adosado Lateral	Patio esquinero	No existe
Cantidad	2	4	10
Porcentaje	13%	25%	63%

Tabla 2.15: Ubicación de patios. Quinde & Salinas, 2019



Numero de Adosamientos			
	1 Adosamiento	2 Adosamientos	3 Adosamientos
Cantidad	1	5	10
Porcentaje	6%	31%	63%

Tabla 2.16: Porcentaje de numero de adosamientos. Quinde & Salinas, 2019

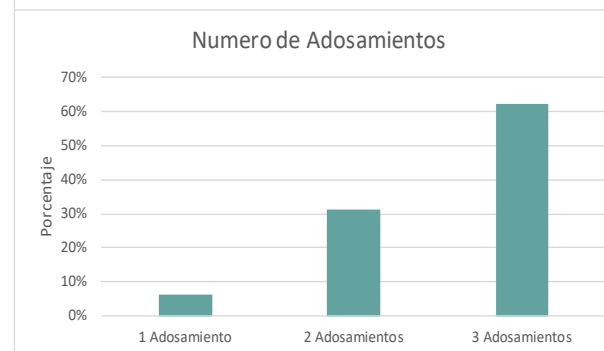


Figura 2.19: Ubicación del núcleo de gradas en las viviendas de interés.

Figura 2.20: Ubicación de patios.

Figura 2.21: Porcentaje de numero de adosamientos. Quinde, Salinas 2019

2.3.5. Aproximación esquemática de las viviendas analizadas.

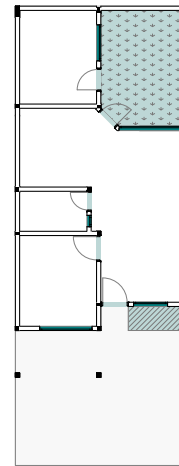
Al poseer acceso limitado al universo de viviendas existentes en el área de estudio, se considera oportuno ejecutar una aproximación más cercana a las 16 edificaciones disponibles. De esta manera, se realiza un análisis comparativo de la forma y composición de la planta y la fachada frontal de todas las edificaciones a un nivel esquemático que permita identificar formas base y patrones de similitud.

Al ejecutar esquemas simplificados de las viviendas, se puede identificar su forma general, el número de vanos en fachada y la ubicación de elementos fundamentales en la composición de la planta arquitectónica como son: retiros, patios y gradas.

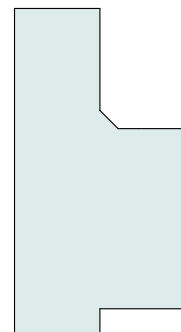
Considerando los rangos de área previamente definidos, se buscarán patrones de repetición y se identificarán las características fundamentales de cada edificación (ver tabla 2.18 - páginas 64 y 65).

Área menor (60 - 80 m²)

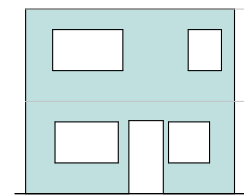
Vivienda 1



Esquema planta

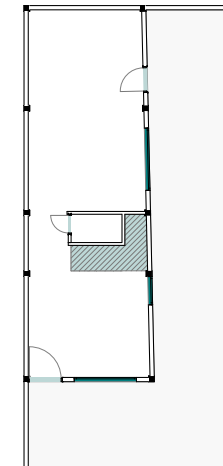


Esquema forma planta

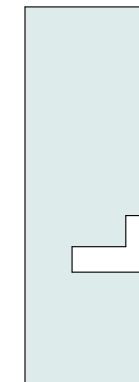


Esquema elevación

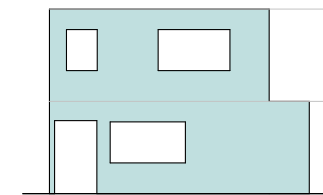
Vivienda 2



Esquema planta



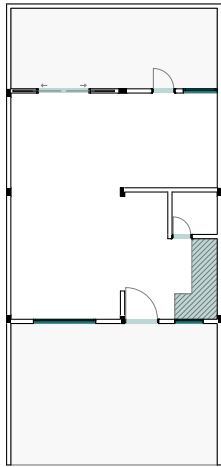
Esquema forma planta



Esquema elevación

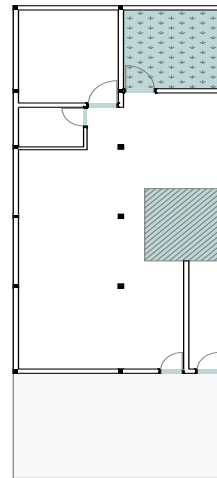


Vivienda 3



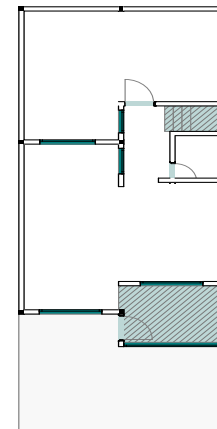
Esquema planta

Vivienda 4

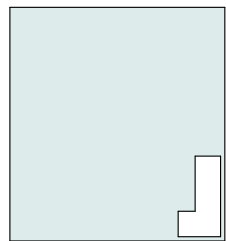


Esquema planta

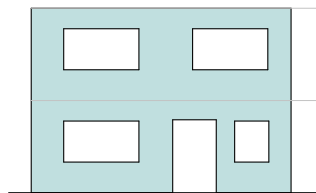
Vivienda 5



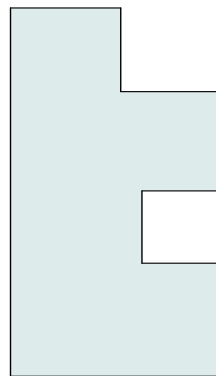
Esquema planta



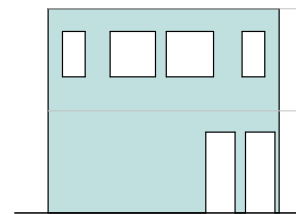
Esquema forma planta



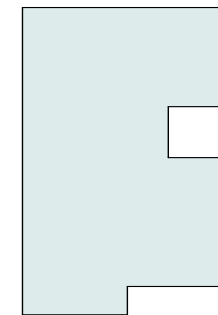
Esquema elevación



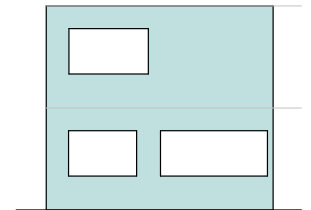
Esquema forma planta



Esquema elevación

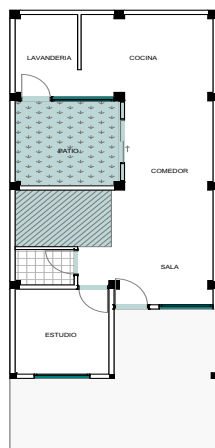


Esquema forma planta

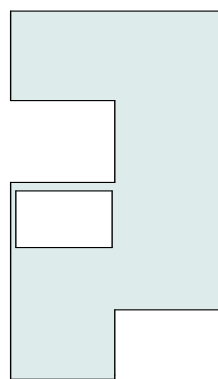


Esquema elevación

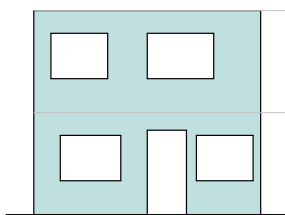
Vivienda 6



Esquema planta

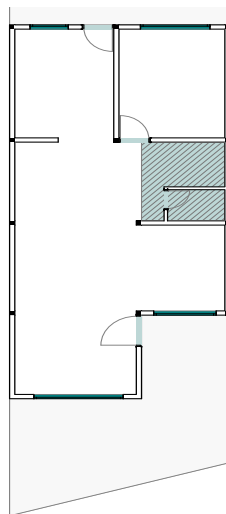


Esquema forma planta

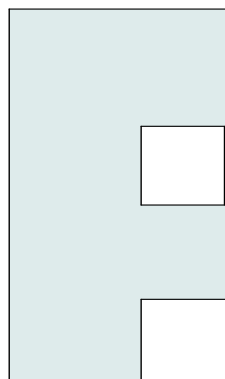


Esquema elevación

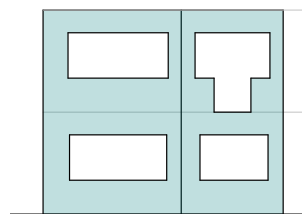
Vivienda 7



Esquema planta

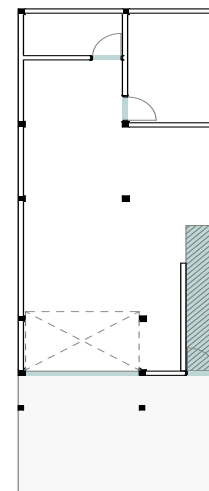


Esquema forma planta

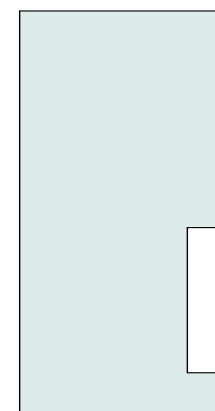


Esquema elevación

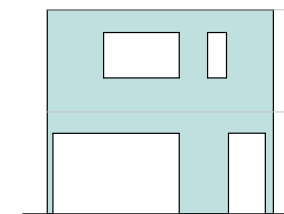
Vivienda 8



Esquema planta



Esquema forma planta

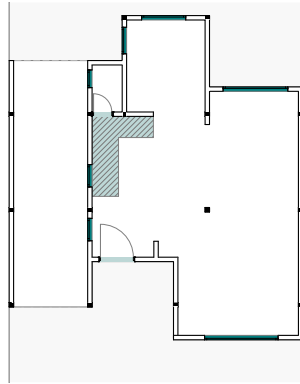


Esquema elevación

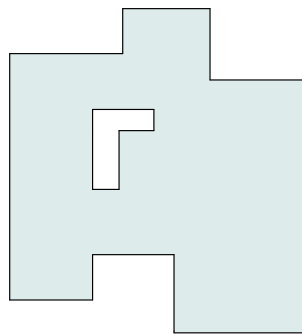


Área media (80-100 m²)

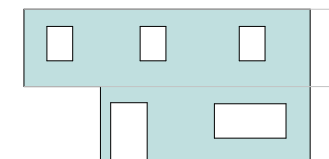
Vivienda 9



Esquema planta

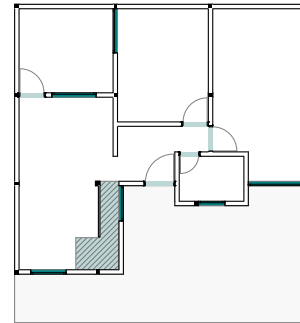


Esquema forma planta

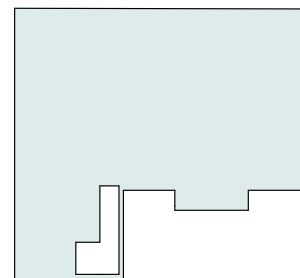


Esquema elevación

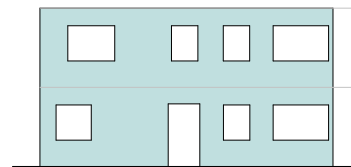
Vivienda 10



Esquema planta

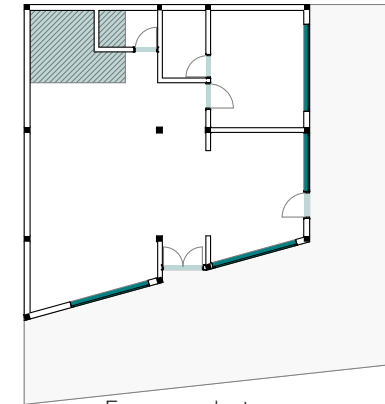


Esquema forma planta

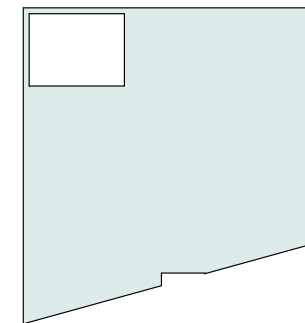


Esquema elevación

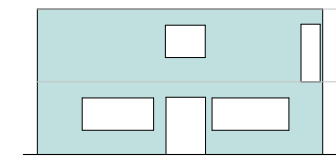
Vivienda 11



Esquema planta



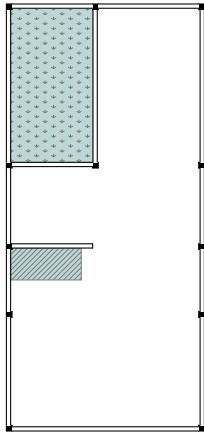
Esquema forma planta



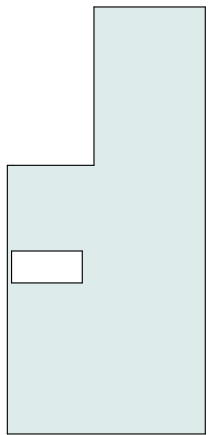
Esquema elevación

Área menor (60 - 80 m²)

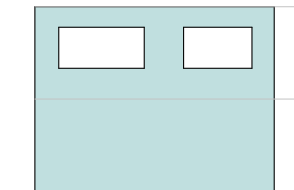
Vivienda 12



Esquema planta



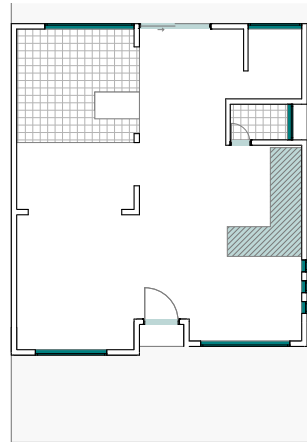
Esquema forma planta



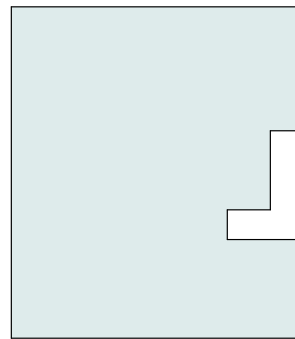
Esquema elevación

Área mayor (100 m² en adelante)

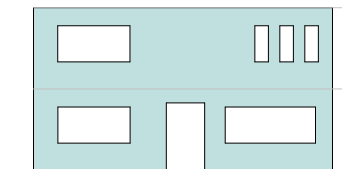
Vivienda 13



Esquema planta

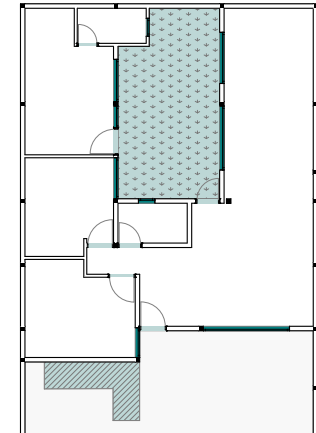


Esquema forma planta

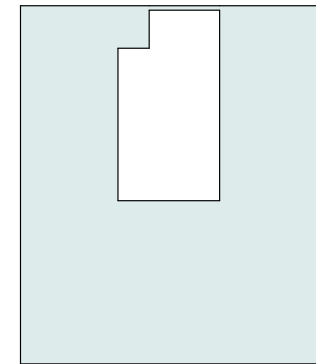


Esquema elevación

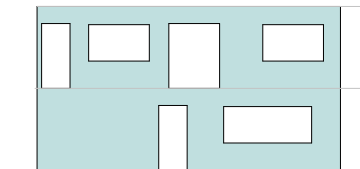
Vivienda 14



Esquema planta

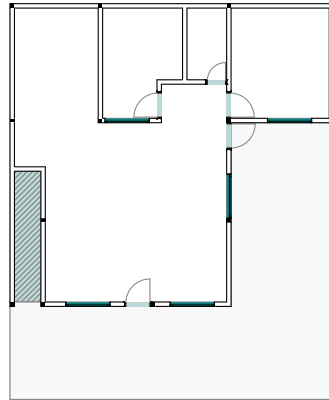


Esquema forma planta

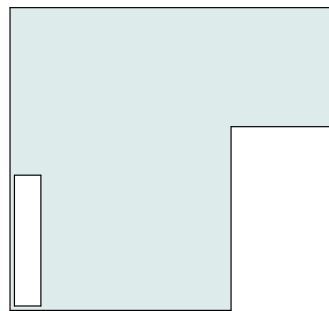


Esquema elevación

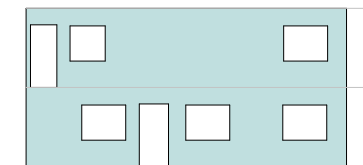
Vivienda 15



Esquema planta

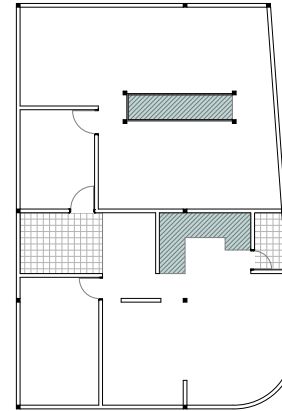


Esquema forma planta

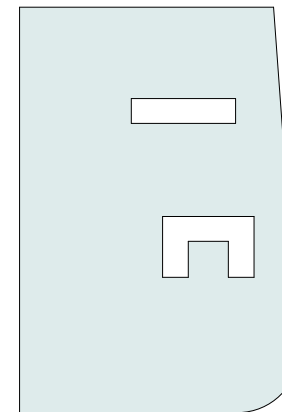


Esquema elevación

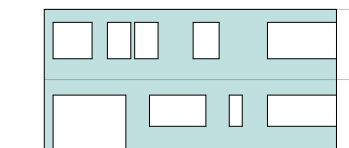
Vivienda 16



Esquema planta



Esquema forma planta



Esquema elevación

De los esquemas antes mostrados podemos abstraer lo siguiente:

- Las viviendas de área menor (60 a 80 m²), presentan formas rectangulares y un número semejante de vanos en fachada. Se hace diferenciación en que algunas de las viviendas en este rango poseen plantas irregulares con retranqueos que varían principalmente de acuerdo con la ubicación de elementos tales como gradas y patios.
- Las viviendas de área media (80 a 100 m²) poseen formas más cuadrangulares, diferentes al rango antes descrito (área menor). La mayoría de edificaciones en este intervalo poseen una planta irregular.
- Finalmente, las viviendas de área mayor (de 100 m² en adelante) poseen plantas con forma más regular y más cercana al cuadrado. También se observa que poseen un mayor número de vanos en fachada. No se observan características similares entre las viviendas existentes en este rango.

A partir de este estudio se determinarán categorías o sub-tipologías, agrupando las viviendas de acuerdo a sus características formales comunes evidenciadas en estos esquemas.

2.3.6. Tercer filtro: Categorización

El objetivo de establecer categorías es encontrar características comunes en la configuración arquitectónica y estructural del grupo de viviendas definido y analizado; además, generar criterios de clasificación que permitan descartar edificaciones hasta llegar a seleccionar los distintos casos de estudio. Para generar categorías de clasificación, se consideran los principales elementos compositivos previamente descritos y representados.

Viviendas con características similares podrán ser incluidas en cada categoría, permitiendo la aplicación posterior de esta investigación a un mayor número de edificaciones. La creación de sub-tipologías permite también obtener valores de la variabilidad geométrica y arquitectónica del objeto de estudio general, que si bien posee características propias (sistema constructivo, materialidad, altura general de la edificación, etc.) puede tener variaciones que modifican inmediatamente su configuración arquitectónica y comportamiento estructural.

Como resultado se obtienen 8 categorías que se presentan según las áreas previamente señaladas:

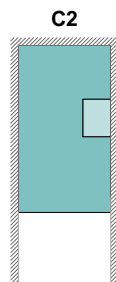
- Área menor: C1 - C5
- Área media: C6
- Área mayor: C7 y C8

Área menor

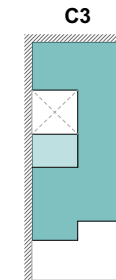
Categoría 1 (C1): Vivienda de forma irregular y proporción rectangular. Su forma se debe principalmente a la existencia de un patio esquinero. Posee 3 adosamientos y únicamente retiro frontal. En esta categoría encontramos a las viviendas 01, 04, 07 y 12.



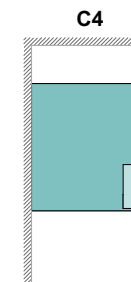
Categoría 2 (C2): Vivienda regular cuadrangular con retiros frontal y posterior. En esta categoría encontramos a las viviendas 05 y 08.



Categoría 3 (C3): Vivienda de forma irregular en planta por presencia de patio central. Esta condición genera una abertura al interior de la losa. En esta categoría se encuentra la edificación 06.

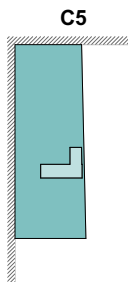


Categoría 4 (C4): Vivienda de proporción cuadrangular, con retiros frontal y posterior. En esta categoría se encuentra la edificación 02.

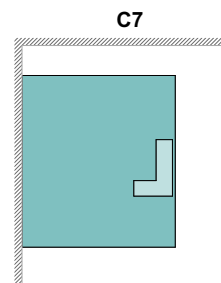


Área mayor

Categoría 5 (C5): Vivienda esquinera de proporción rectangular y perfil regular en planta. En esta categoría se encuentra la edificación 03.

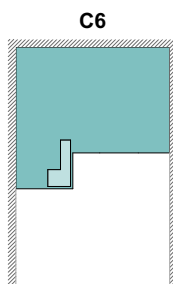


Categoría 7 (C7): Vivienda pareada con un solo adosamiento lateral y forma regular. En esta categoría se encuentra la edificación 13.

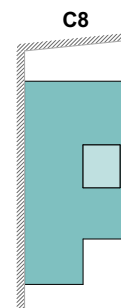


Área media:

Categoría 6 (C6): Viviendas de proporción cuadrangular y forma irregular. Todas las viviendas (09, 10, 11 y 15) pertenecientes al rango de área media (80 - 100 m²) se ubican en esta categoría.



Categoría 8 (C8): Vivienda de forma irregular y proporción rectangular, posee un patio central. En esta categoría se encuentra la edificación 14.



CUADRO RESUMEN

Rango de área	Categorías	Número de viviendas
Área menor	C1	4
	C2	2
	C3	1
	C4	1
	C5	1
Área media	C6	4
Área mayor	C7	1
	C8	1

Tabla 2.17: Cuadro resumen de categorías.

Las categorías antes presentadas nos permiten visualizar diferentes composiciones formales y funcionales. Para asegurar que la selección de casos de estudio determine las viviendas con características más representativas, en primer lugar se escogen las categorías que albergan mayor número de viviendas en cada rango de área:

Área menor: Categoría 1

Área media: Categoría 6

Área mayor: Se descarta por no presentar suficiente información común que permita encontrar una vivienda representativa en este rango.

REFERENCIA		PATIOS			UBICACIÓN ACCESO		RETIROS			ADOSAMIENTOS		
Número de referencia	Categoría	Existencia de patio	Patio adosado lateral	Patio esquinero	Acceso lateral	Acceso Central	Retiro frontal	Retiro posterior	Retiro lateral	1 Adosamiento	2 Adosamientos	3 Adosamientos
1	C1	X		X		X	X					X
2	C4					x	x	x			x	
3	C5				x		x		x		x	
4	C1	x		x	x		x					x
5	C2					x	x					x
6	C3	X	X			X	x					x
7	C1					x	x	x			x	
8	C2				x		x					x
9	C6					x	x	x			x	
10	C6					x	x					x
11	C6					x	x		x		x	
12	C1	x		x	x							x
13	C7					x	x	x	x	x		
14	C8	x	x			x	x					x
15	C6					x	x					x

Tabla 2.18: Análisis de variables presentes en las viviendas de interés para el estudio . Quinde & Salinas, 2019



	GRADA		UBICACIÓN DE GRADA					FORMA DE LA PLAN- TA		EJES		DISPOSICIÓN CON LA MANZANA		
	Interior	Exterior	Lateral izquierdo	Lateral derecho	Central	Esquina inferior	Esquina superior	Regular	Irregular	Ejes rectos	Ejes despla- zados	Esquinera	Continua	Pareada
		X				X			X	x			x	
	x					x		x		x			x	
	x			x				x		x		x		
	x			x					x				x	
	x	x		x		x		x		X			X	
	x		x						x	x			x	
	x			x					x	X			x	
	x					x		x		x			x	
	x				x				x		x		x	
	x					x			x		x		x	
	x								x		x			x
		x				x			x				x	
	x		x								x		x	

2.3.7. Cuarto filtro: Valores centrales a la media y datos de interés para estudio

Para definir cuáles son las edificaciones más representativas de cada categoría e intervalo de área, en primer lugar se definen rangos de operación, es decir se ejecuta un análisis estadístico que determina un valor numérico central (X) y la desviación estándar (σ) en aquellas variables cuantitativas y comparables (ver tabla 2.19):

- Relación de aspecto (frente/fondo)
- Porcentaje de alineación de paredes
- Número de vanos en fachada.

El valor central se define por el cálculo del promedio de todos los datos pertenecientes a una variable; y, la desviación estándar, encargada de encontrar la dispersión entre valores, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

En dónde:

σ = Desviación estándar

Σ = Sumatoria

X_i = Valor del conjunto de datos

X = Media aritmética de la muestra (promedio)

N = Tamaño de la población (número de datos)

En el caso de variables cualitativas tales como: regularidad de la planta, existencia y ubicación de patio, posición de acceso, posición de grada, número de ejes y número de adosamientos se obtendrán los valores con mayor repetición (Moda) que fueron determinados previamente (páginas 64 y 65).

Por medio de la herramienta “Access, versión libre” de Microsoft Office, se genera una base de datos general con toda la información recolectada previamente por medio de fichas de levantamiento. A continuación, se aplican filtros que permiten limitar una consulta por los rangos y valores determinados previamente. De esta manera, se identifican cuáles son las edificaciones más representativas que permitirán una mejor aplicación de esta investigación a todo el universo de estudio.

De las tablas 2.19 y 2.20 se pueden establecer lo siguientes enunciados:

- La vivienda número 6 posee los valores más cercanos al promedio.
- La vivienda número 7 pertenece a todos los rangos analizados.

Cálculo de valores centrales:

Valores estadísticos	Área de vanos en fachada	Porcentaje de alineación de paredes	Relación Frente-Fondo
<i>Unidad</i>	<i>m²</i>	<i>%</i>	
Valor central (X)	13.33	77.70	0.536
Desviación estándar (σ)	1.818	6.071	0.182
Límite superior (X+σ)	15.15	83.77	0.718
Límite inferior (X-σ)	11.51	71.63	0.354
Edificaciones dentro de los rangos aplicados	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15	2, 3, 4, 6, 7, 15, 12	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16

Tabla 2.19: Superior. Cálculos estadísticos aplicados para selección de valores centrales.

Tabla Consulta de Access al aplicar filtro de valores centrales:

Número de edificación	Área en planta baja (m ²)	Porcentaje de alineación	Relación Frente - Fondo
6	70.35	79.55%	0.512
4	70.06	80.00%	0.479
7	76.45	80.95%	0.483
3	66.61	80.00%	0.673

Tabla 2.20: Inferior. Tabla de consulta aplicada en el programa Access. Se filtran valores a partir del cálculo de desviaciones estándar y medias para determinar rangos. Quinde & Salinas, 2019.



2.4 SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

Viviendas seleccionadas como casos de estudio

Caso estudio	Código de vivienda	Clave catastral	Dirección	Área de lote	Área de edificación en planta baja
Caso estudio 1	06	0403114005000	Calle Rumiurco	101.23	60.9
Caso estudio 2	07	0403106021000	Calle Rumiurco entre Lumbaqui y Coya	92.94	70.35
Caso estudio 3	10	0405009006000	Calla Sangay y Altar Urco	247.44	88.04

Como resultado del proceso de categorización, y considerando que el objetivo de esta investigación es establecer una relación entre la configuración arquitectónica y el comportamiento sísmico de viviendas adosadas, se considera oportuna la selección de casos de estudio que posean distinta configuración arquitectónica entre ellos, es decir que posean distintos elementos que puedan ser determinantes al momento de comparar comportamientos estructurales.

De esta manera, la presencia de aberturas en diferentes proporciones y posiciones, la disposición de paredes y ciertos parámetros funcionales y formales serán determinantes al momento de comparar el desempeño sísmico de las edificaciones. Las edificaciones seleccionadas, como se ha demostrado anteriormente, constituyen muestras representativas del objeto de estudio (viviendas adosadas de dos pisos de mampostería de ladrillo).

Los casos de estudio resultantes se muestran en la tabla 2.21. El caso estudio 2 y el caso de estudio 3 constituyen las muestras más representativas de sus categorías y rangos de área. El caso estudio 1 posee los valores cuantitativos más centrales de su rango de área (que a su vez es el que posee más edificaciones), si bien es la única vivienda dentro de su categoría, se escoge en función de su configuración arquitectónica y estructural. Se descartan las viviendas dentro del área mayor por no presentar características similares entre ellas.

Es necesario mencionar que estos casos de estudio han sido seleccionados con base en la información proporcionada por el Municipio de Cuenca y aquella recolectada y tabulada según el fin de la presente investigación. Estudios posteriores pueden ser aplicados a sectores y muestras diferentes con otros condicionantes particulares.

Tabla 2.21: Casos de estudio seleccionados. Quinde & Salinas, 2019.

2.5 CASOS DE ESTUDIO



2.5.1 CASO ESTUDIO 1

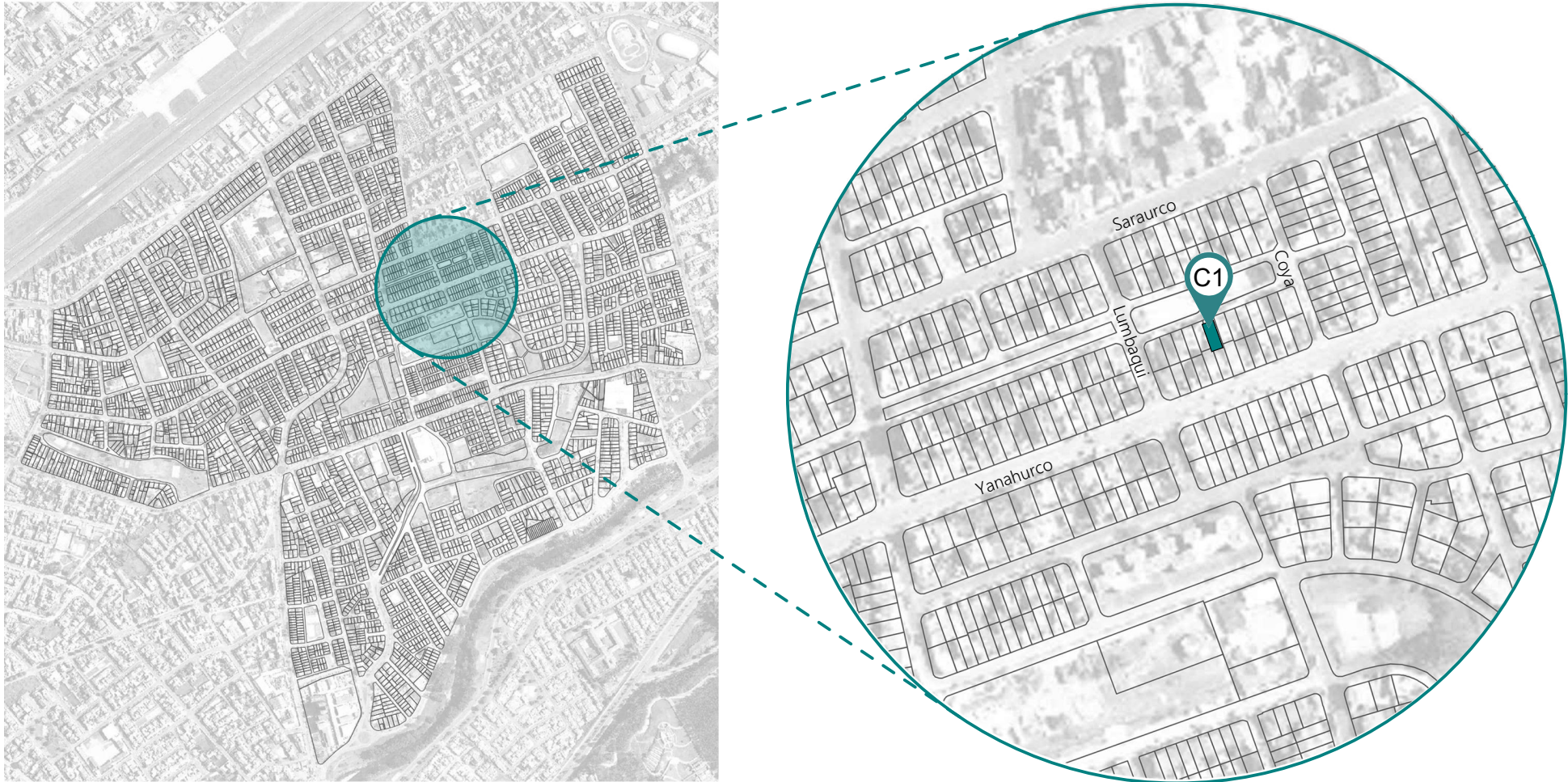
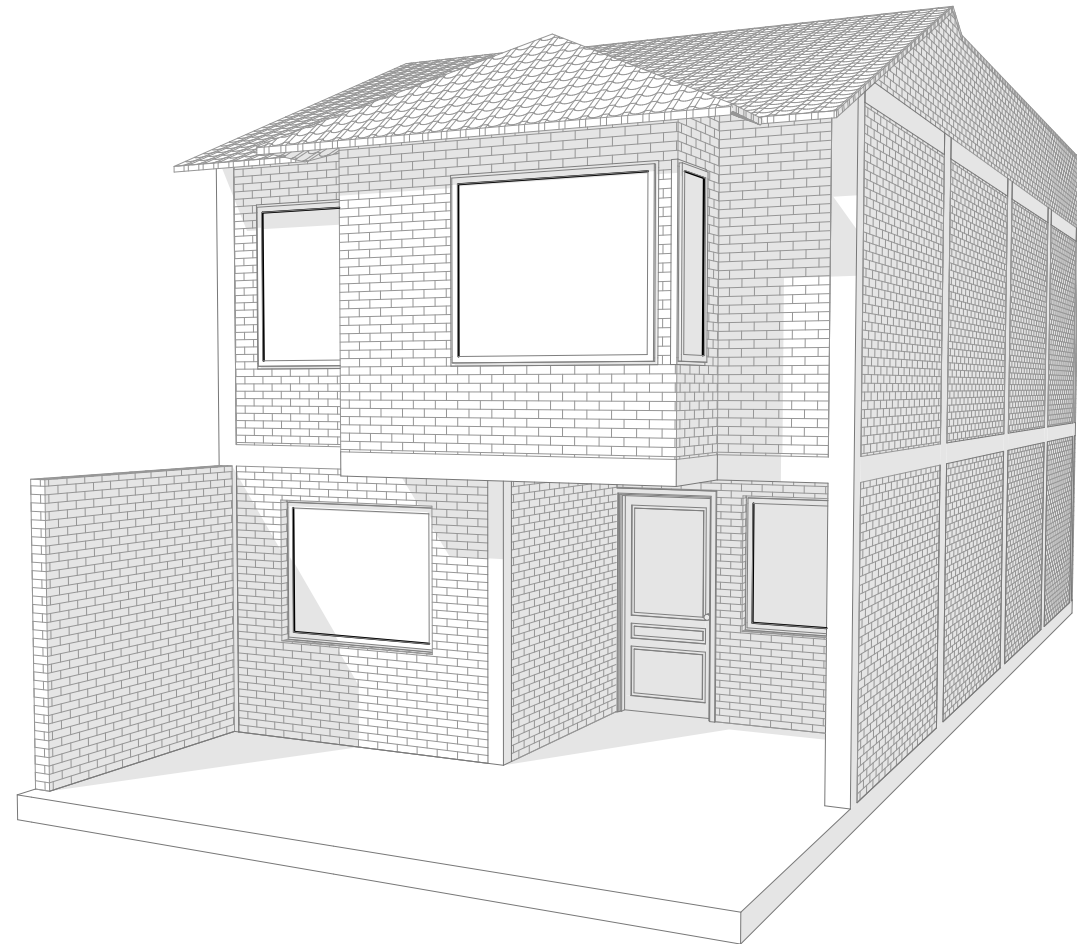


Figura 2.22: Ubicación caso de estudio 1

Descripción general:

El caso estudio 1 corresponde a una vivienda unifamiliar de 150.61 m² distribuidos en dos plantas. Esta vivienda, como se ha indicado previamente, posee algunos de los parámetros más comunes de las viviendas en el rango de área en planta baja 60-80 m². Está constituida por una estructura de hormigón armado y paredes de ladrillo tipo panelón con espesor de 15 cm. Entre sus características principales podemos mencionar la existencia de un patio interior, condición que le otorga particularidades formales y funcionales que son de interés para esta investigación.

Perspectiva:



Edificación N°	06		
Clave Catastral:	0403106021000		
Ubicación:	Calle Rumiurco entre Lumbaqui y Coya		
Tipo de implantación	Continua con retiro frontal		
Área	Terreno	Vivienda	
	92,94 m ²	150,61 m ²	
Uso de suelo	Planta baja	Planta alta	
	Vivienda	Vivienda	
Dimensiones	Terreno	Frente	Fondo
		6 m	15,6 m
	Edificación	Frente	Fondo
		6 m	13 m
Retiros	Frontal	2,60	
	Posterior	X	

Tabla 2.22: Datos generales caso de estudio 1.

EMPLAZAMIENTO

El caso estudio 1 corresponde a una vivienda de implantación continua con retiro frontal. Se encuentra ubicada en un terreno rectangular con una superficie de 92,94 m² ubicado en la calle Rumi Urcu en el sector 1 de la zona de estudio.

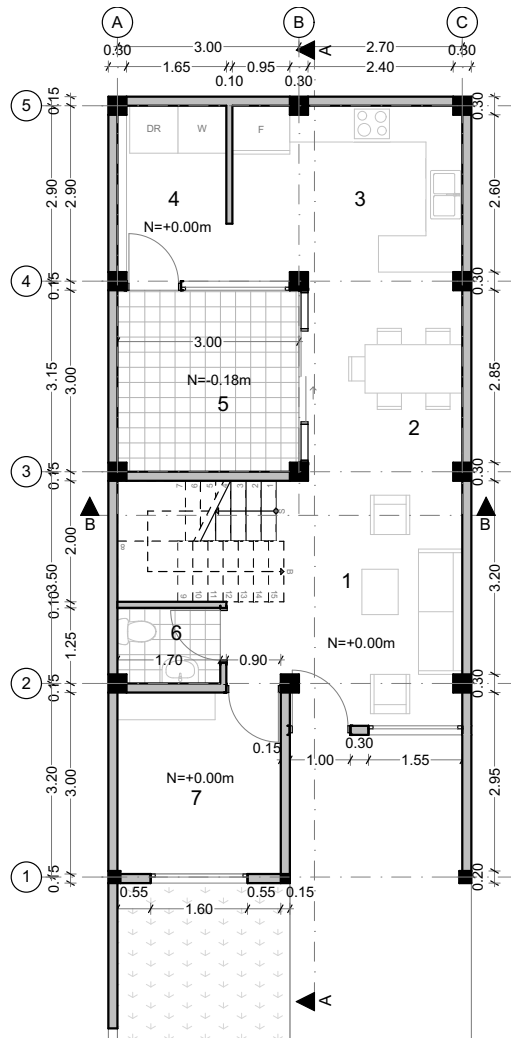
El lugar de emplazamiento es una zona residencial con mayor presencia de viviendas de mampostería de dos pisos. Frente a la edificación encontramos un equipamiento recreativo (parque).



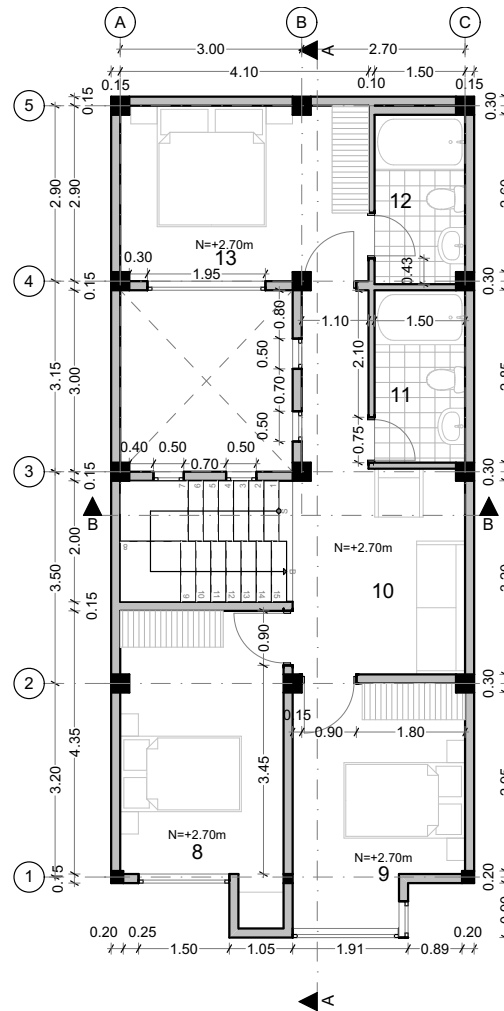
ESC 1:350



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS



PLANTA BAJA
ESC 1:125



PLANTA ALTA
ESC 1:125

Listado de espacios

Planta baja

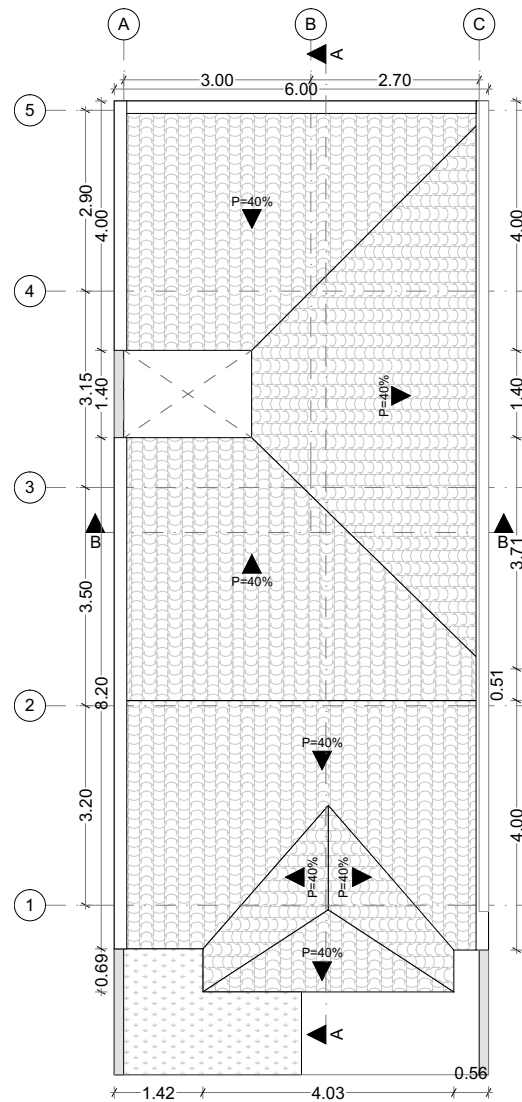
1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Lavandería
5. Patio
6. Baño social
7. Estudio

Planta alta

8. Dormitorio 1
9. Dormitorio 2
10. Sala de estar
11. Baño compartido
12. Baño máster
13. Dormitorio máster

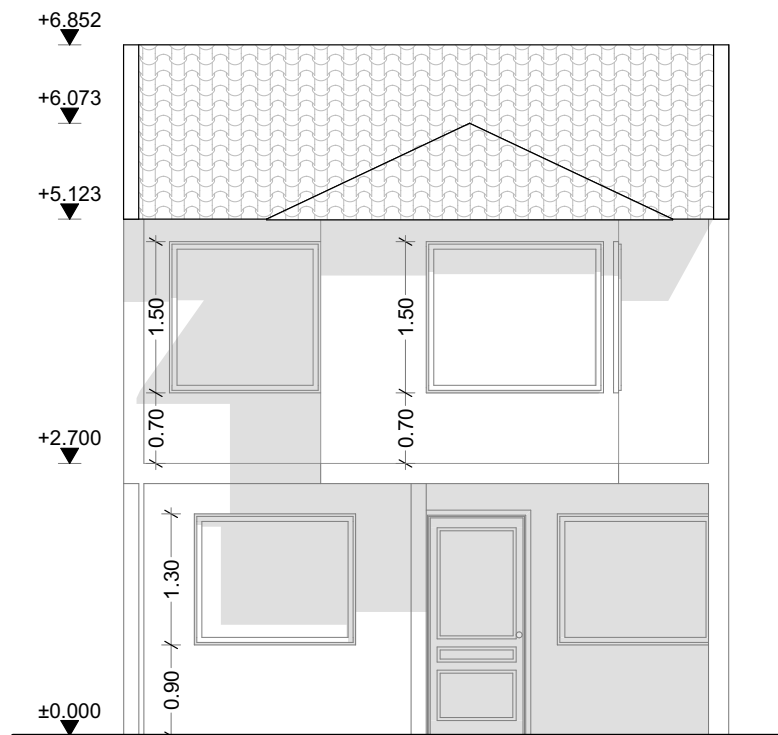
PLANTA DE CUBIERTA

Escala: 1:125



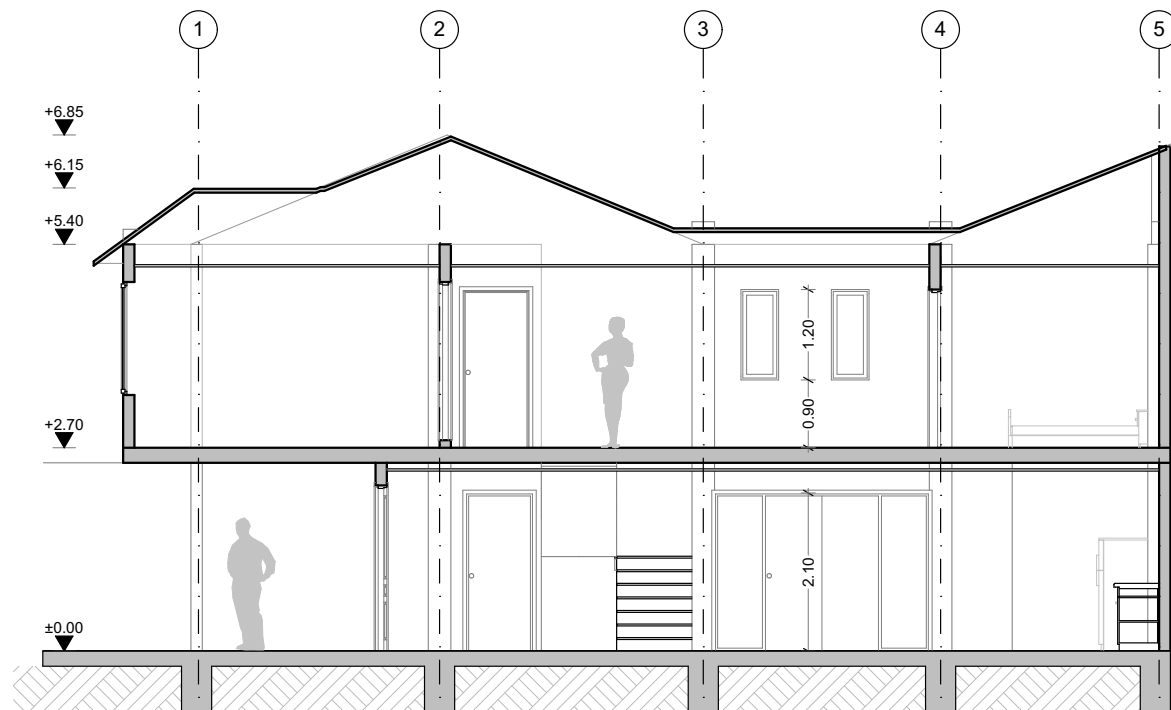


ELEVACIÓN FRONTAL

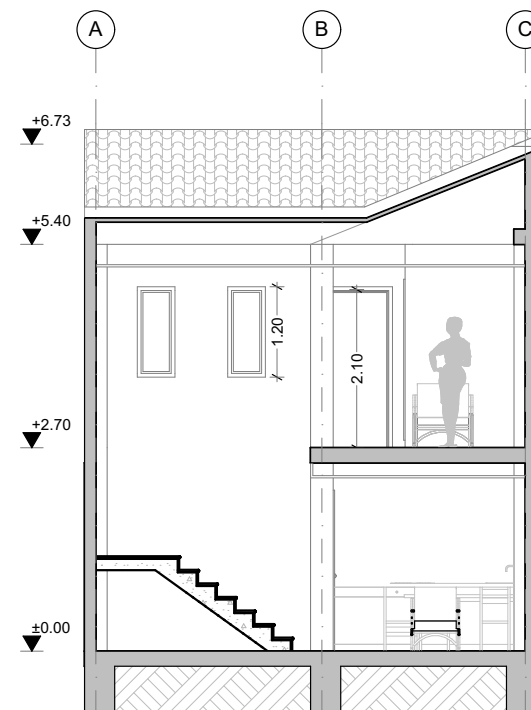


ELEVACIÓN FRONTAL
ESC 1:75

SECCIONES



SECCIÓN A-A
Escala: 1:100



SECCIÓN B-B
Escala: 1:100



ANÁLISIS FUNCIONAL

El retiro frontal se encuentra conformado por un espacio de parqueadero y un área verde de 9 m². El ingreso principal de la vivienda se encuentra ubicado a partir del centro. Al ingresar, encontramos los espacios de: estudio, sala, baño social y el ingreso a la grada. En un solo ambiente, sin paredes divisorias, aparecen los espacios de sala, comedor y cocina; junto a la cocina, se encuentra ubicada la lavandería que se conecta directamente con un patio de servicio. Este permite iluminar el interior de la vivienda, proyectándose como un espacio de doble altura.

Al acceder a la planta alta de la vivienda por medio de la grada antes señalada, encontramos una sala de estar que se vincula directamente con los dormitorios secundarios 1 y 2. Atravesando el estar encontramos un pasillo que, pasando por un baño compartido, desemboca en el dormitorio principal con baño independiente.

Planta baja	
Espacio	Área (m ²)
Sala	7,49
Comedor	8,03
Cocina	12,35
Lavandería	5,39
Estudio	8,10
Patio de servicio	9,00
Baño social	2,25

Planta alta	
Espacio	Área (m ²)
Dormitorio máster	10,84
Baño máster	4,20
Dormitorio 1	11,40
Dormitorio 2	9,54
Baño compartido	4,26
Sala de estar	7,65

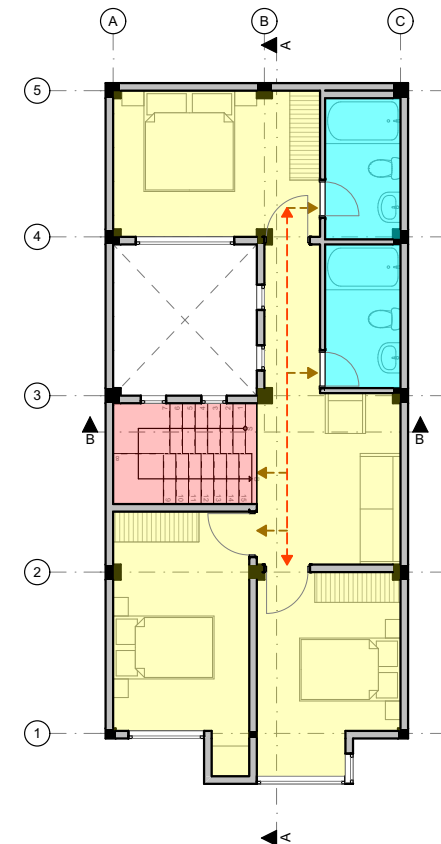
Tabla 2.23: Cuadro de áreas.



PLANTA BAJA
Escala: 1:150

Simbología

- Zona social
- Zona de servicio
- Zona húmeda
- Circulación vertical
- Circulación principal
- Circulación secundaria



PLANTA ALTA
Escala: 1:150

Simbología

- Zona de descanso
- Zona húmeda
- Circulación vertical
- Circulación principal
- Circulación secundaria

ANÁLISIS FORMAL

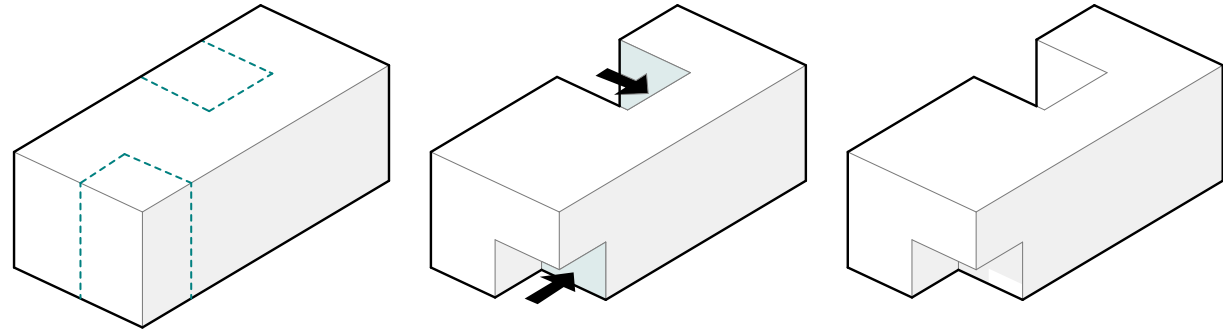
Volumen de la edificación: En el esquema adjunto (derecha) se observa cómo, a partir de una forma regular, se generan retranqueos que ocasionan el volumen final de la edificación. Estas sustracciones se generan por presencia de un patio lateral y por la caracterización del acceso en planta baja.

El resultado final, es un volumen irregular perforado lateralmente y con un retranqueo esquinero en planta baja.

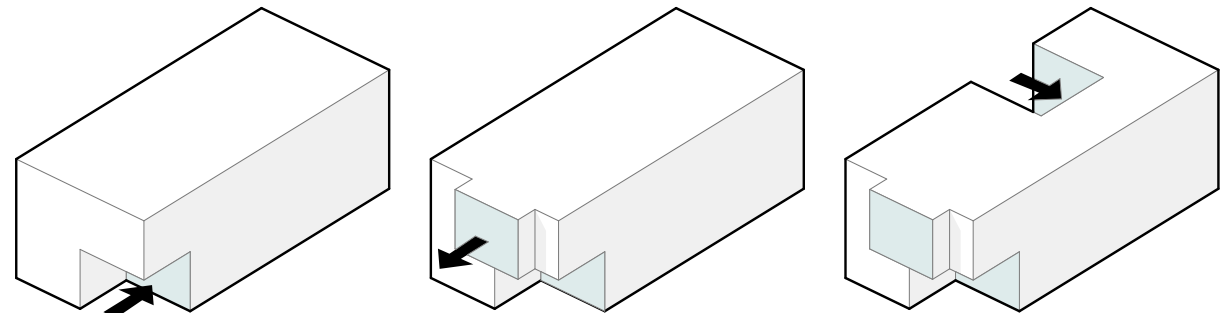
Conformación de la fachada: La fachada de la edificación se obtiene por el desplazamiento de dos planos. El plano que sobresale en planta alta corresponde a una intención de diseño formal, mientras que el retranqueo en planta baja se da por un requerimiento funcional.

Vanos en fachada: La fachada frontal cuenta con 4 ventanas y la puerta de ingreso principal de la vivienda. Los vanos no están ubicados con ninguna relación simétrica o de coincidencia de ejes.

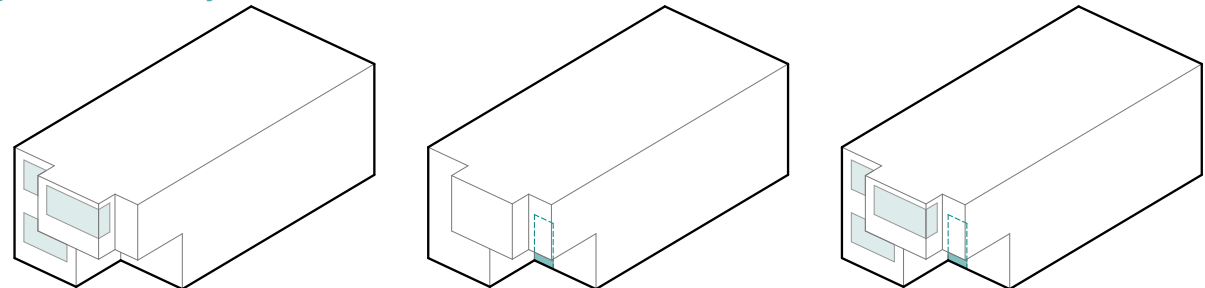
Esquema forma de la edificación:



Esquema Fachada de la edificación:



Esquema Puertas y ventanas:



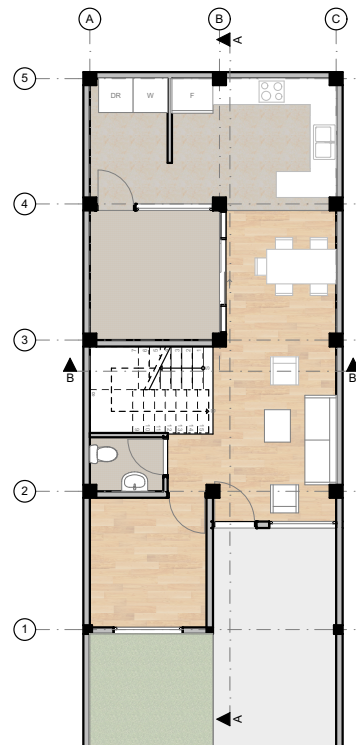
ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Sistema Estructural: El caso estudio 1 posee una estructura de hormigón armado con muros de mampostería de ladrillo mayormente confinados. Su cubierta es metálica con planchas de zinc y teja.

Sistema Constructivo: Las columnas de la edificación cuentan con una sección de 0.30 x 0.3 m. y se encuentra alineadas en sentido horizontal con luces de alrededor de 3 m.

Acabados: Entre los principales acabados de esta vivienda podemos mencionar los siguientes:

- **Paredes:** En los acabados interiores, generalmente se encuentran paredes con enlucido y empaste a excepción de las zonas húmedas que poseen un revestimiento de cerámica. La fachada frontal presenta enlucido, empaste y pintura para exterior.
- **Pisos:** Se diferencian dos tipos de piso: Piso flotante en zonas de descanso y social y porcelanato en zonas húmedas y de servicio.
- **Puertas y ventanas:** Las ventanas tienen estructura de aluminio y vidrio. En el interior las puertas son de MDF.



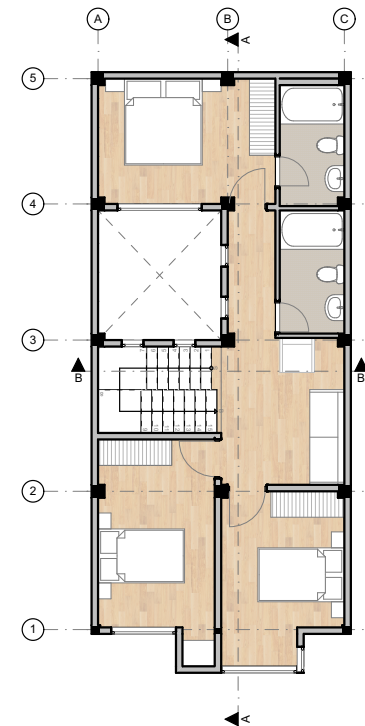
PLANTA BAJA
Escala: 1:200



MUROS
Mampostería de ladrillo.



PISOS
Porcelanato en cocinas y baños.



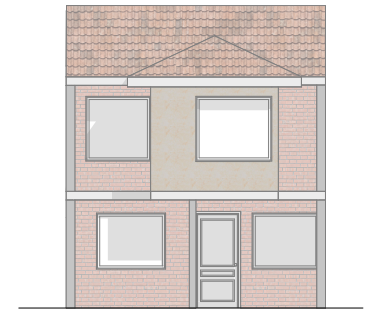
PLANTA ALTA
Escala: 1:200



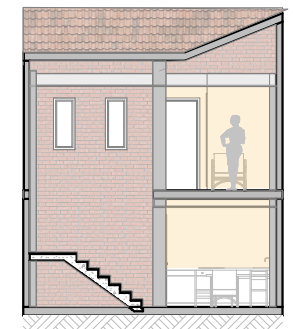
LOSAS
Hormigón armado en losa de contrapiso y entrepiso.



PISOS
Piso flotante en áreas sociales y dormitorios.



ELEVACIÓN FRONTAL
Escala: 1:200



SECCIÓN
Escala: 1:200



ESTRUCTURA
Hormigón armado en vigas y columnas.



CUBIERTA
Estructura metálica con recubrimiento de teja.

2.5.2 CASO ESTUDIO 2

Ubicación:

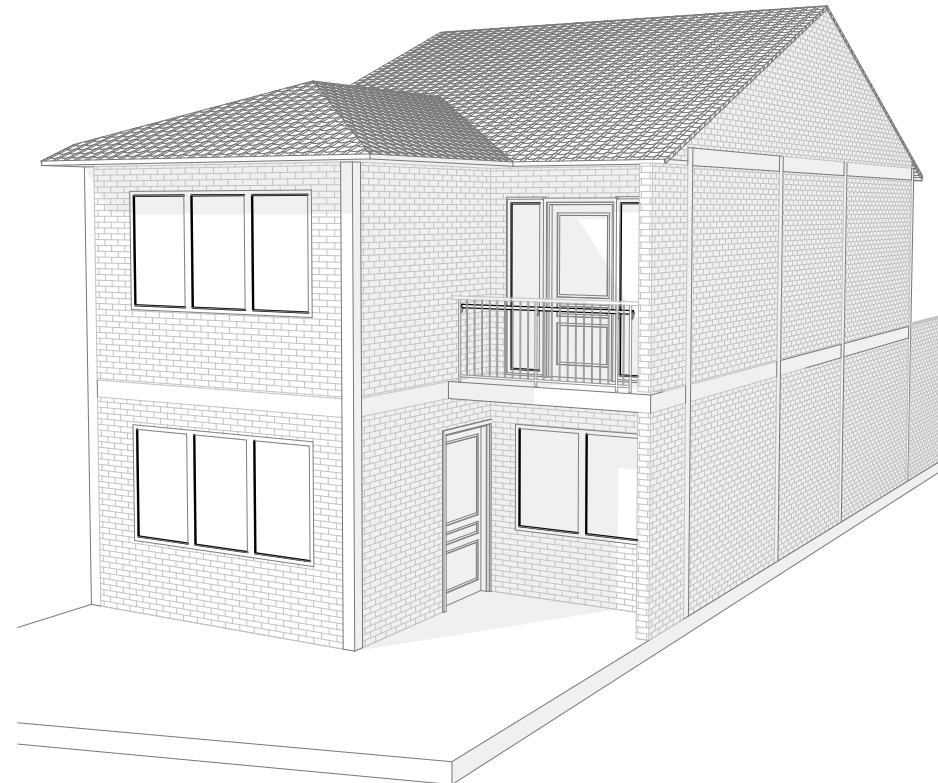


Figura 2.23: Ubicación caso de estudio 2.

Descripción general

El caso estudio 2 corresponde a una vivienda unifamiliar de 150.61 m² distribuidos en dos plantas. Está constituido por una estructura de hormigón armado y paredes de ladrillo con espesor de 15 cm. Entre sus características principales podemos mencionar la irregularidad de su forma debido a un retranqueo en su fachada y a la existencia de un retiro posterior, condición que le otorga una fachada adicional que será motivo de análisis en esta investigación.

Perspectiva:



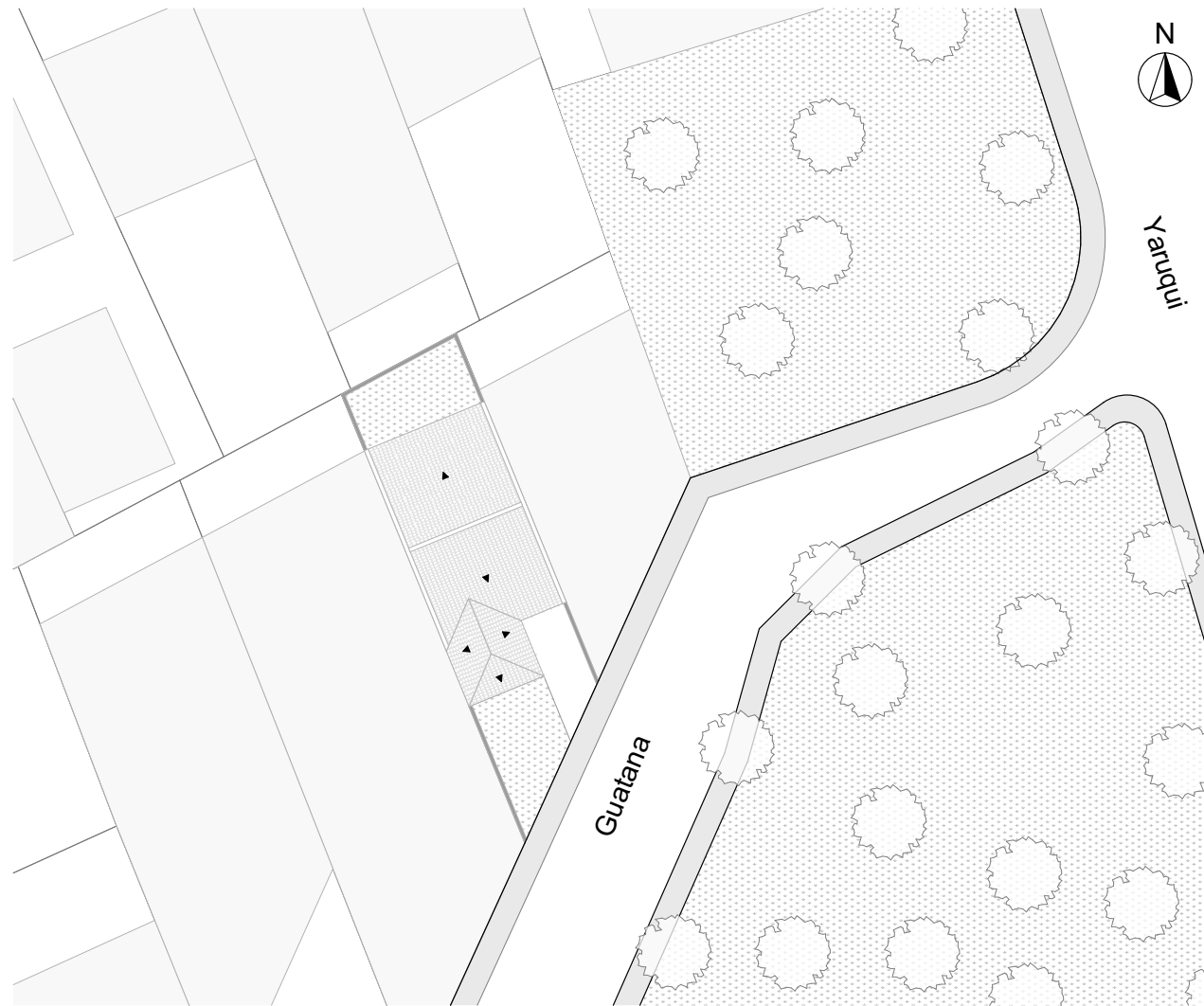
Datos generales

Edificación N°	07		
Clave Catastral:	0403058120000		
Ubicación:	Calle Guatáná		
Tipo de implantación	Continua con retiro frontal y posterior		
Área	Terreno	Vivienda	
	138.98 m ²	152.90 m ²	
Uso de suelo	Planta baja	Planta alta	
	Vivienda	Vivienda	
Dimensiones	Terreno	Frente	Fondo
		6.4	25
	Edificación	Frente	Fondo
		6.4	13.5
Retiros	Frontal	5.0 m	
	Posterior	3.0 m	

Tabla 2.24: Datos generales caso de estudio 2.

EMPLAZAMIENTO

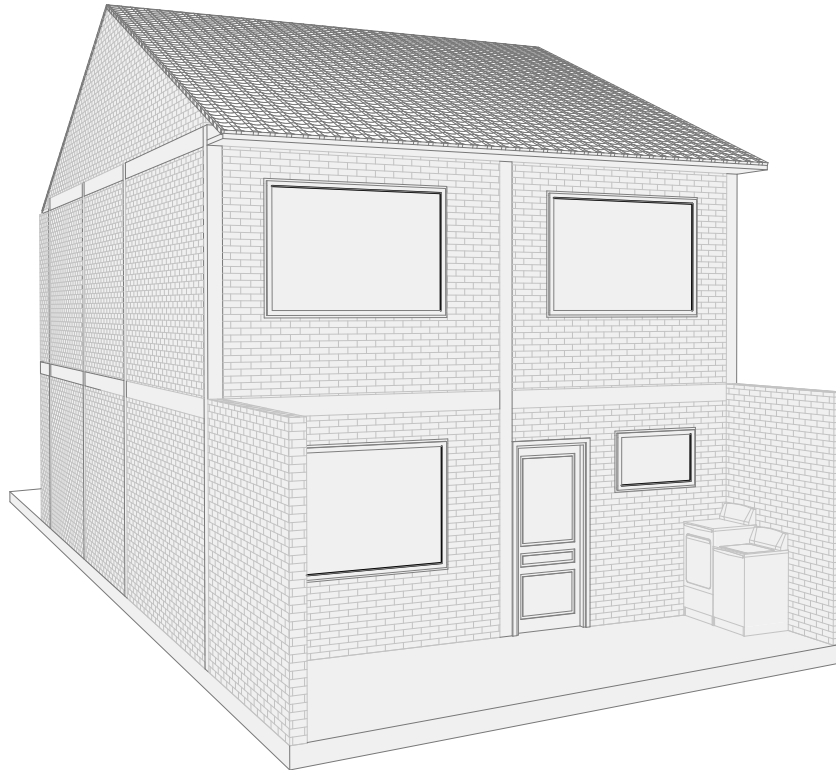
Esta vivienda se emplaza en un terreno de 138.98 m² en la calle Guatana, su implantación es de tipo continua con retiro frontal y posterior.



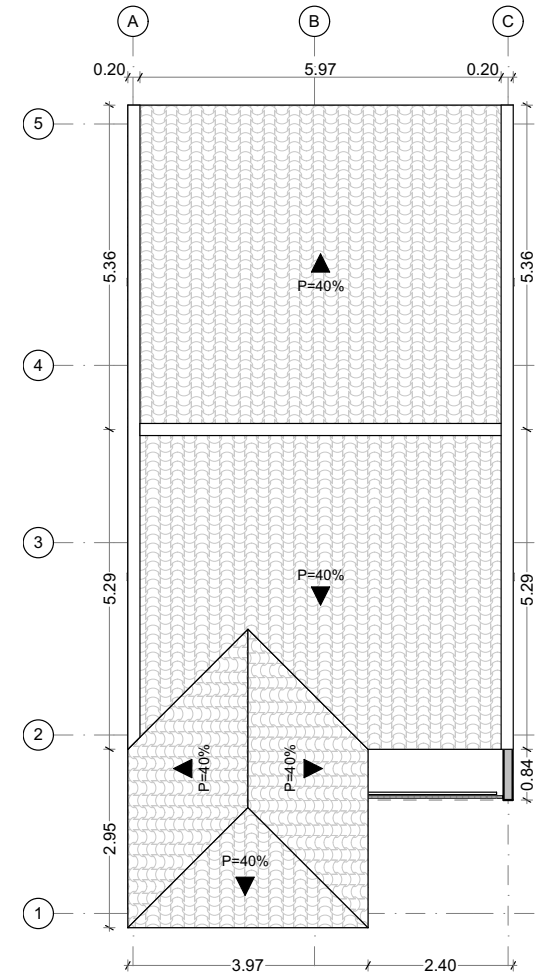
ESC 1:500



Perspectiva:



PLANTAS DE CUBIERTA



ESC 1:125

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS

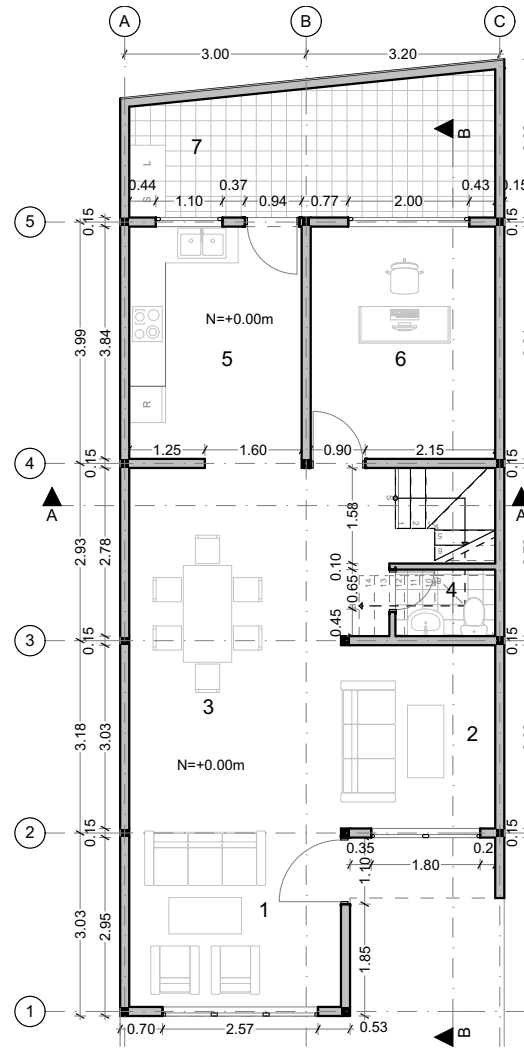
Listado de espacios

Planta baja

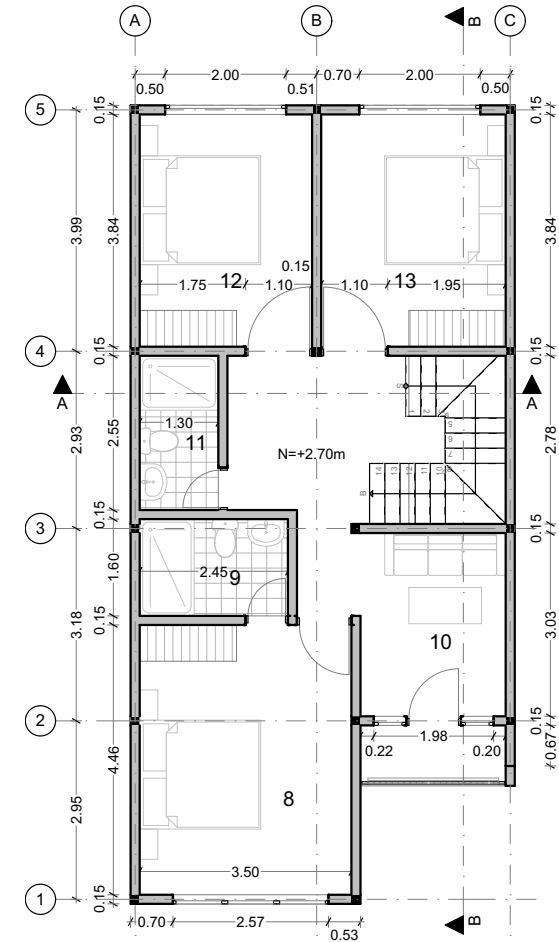
1. Sala
2. Comedor
3. Cocina
4. Lavandería
5. Patio
6. Baño social
7. Estudio

Planta alta

8. Dormitorio 1
9. Dormitorio 2
10. Sala de estar
11. Baño compartido
12. Baño máster
13. Dormitorio máster



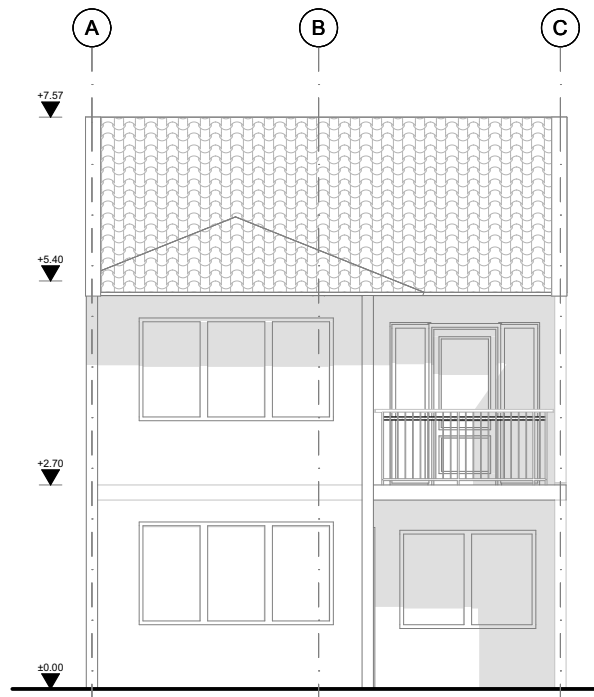
PLANTA BAJA
ESC 1:125



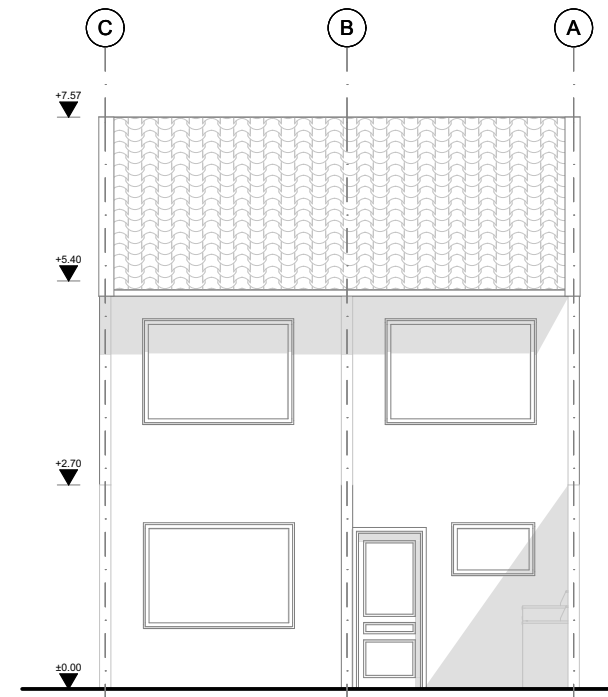
PLANTA ALTA
ESC 1:125



ELEVACIONES

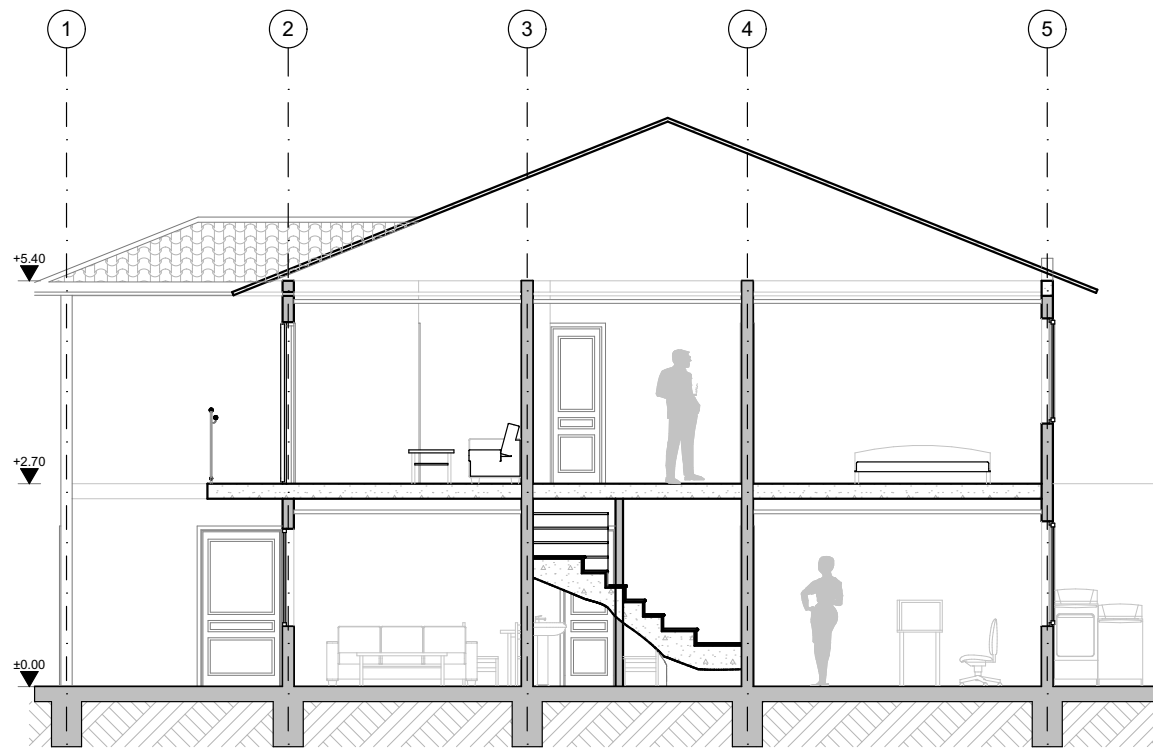


ELEVACIÓN FRONTAL
ESC 1:100

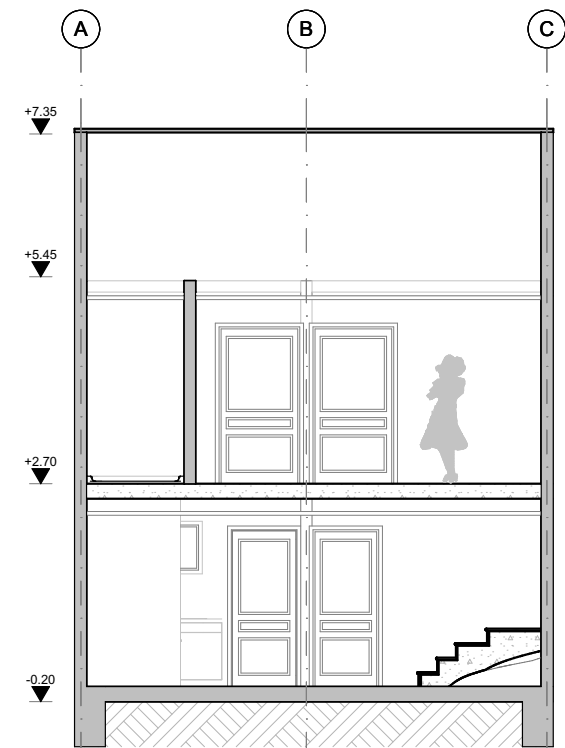


ELEVACIÓN POSTERIOR
ESC 1:100

SECCIONES



SECCIÓN B-B
Escala: 1:100



SECCIÓN A-A
Escala: 1:100



ANÁLISIS FUNCIONAL

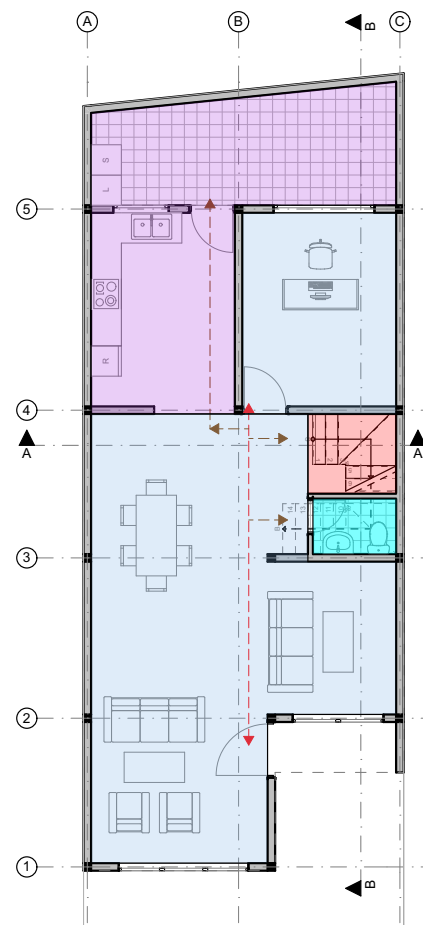
Esta vivienda posee un acceso central ubicado de manera lateral, al ingresar a la vivienda encontramos los espacios de estar, sala, comedor, cocina y estudio. En el retiro posterior, vinculado directamente con el área de cocina, encontramos la lavandería. En el centro de la vivienda se encuentra ubicada la grada y bajo esta el baño social. Al acceder a planta alta nos encontramos con una sala de estar, el dormitorio máster con su baño independiente, dos dormitorios adicionales y un baño compartido.

Al analizar la zonificación de esta vivienda, observamos una correcta agrupación de zonas húmedas, y de servicio. Se identifica además una circulación principal ininterrumpida que vincula casi todos los espacios de la vivienda.

Cuadro de áreas

Planta baja		Planta alta	
Espacio	Área (m ²)	Espacio	Área (m ²)
Sala	7,49	Dormitorio 1	7,49
Estar		Dormitorio 2	8,03
Comedor	8,03	Baño compartido	12,35
Cocina	12,35	Dormitorio máster	5,39
Lavandería	5,39	Baño máster	8,10
Estudio	8,10	Patio de servicio	9,00
Baño social	2,25	Sala de estar	2,25

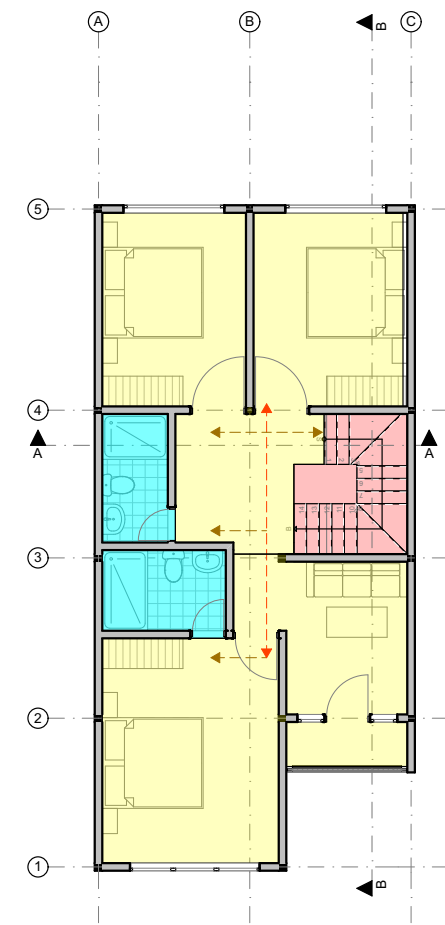
Tabla 2.25: Cuadro de áreas caso de estudio 2.



PLANTA BAJA
Escala: 1:150

Simbología

- Zona social
- Zona de servicio
- Zona húmeda
- Circulación vertical
- Circulación principal
- Circulación secundaria



PLANTA ALTA
Escala: 1:150

Simbología

- Zona de descanso
- Zona húmeda
- Circulación vertical
- Circulación principal
- Circulación secundaria

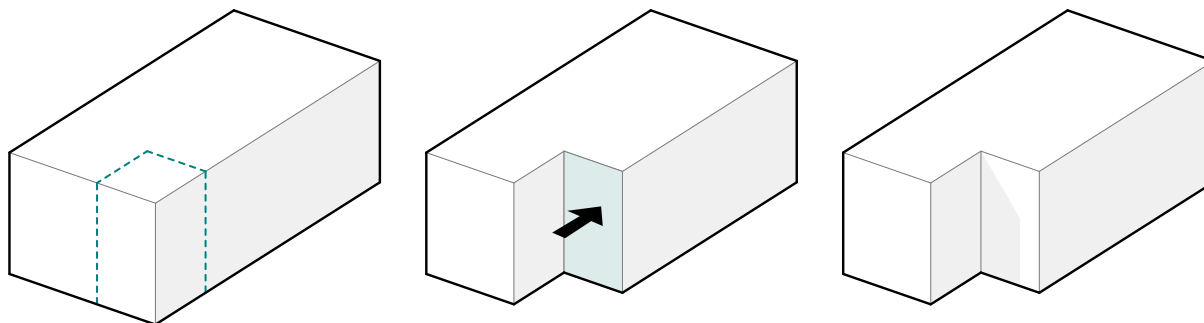
ANÁLISIS FORMAL

Volumen de la edificación: El volumen final de la edificación se genera por la sustracción de una de las esquinas de una forma regular; es necesario mencionar que esta condición constituye la característica principal de la categoría 1 antes estudiada. Además se visualiza un retranqueo posterior ocasionado por la existencia de un retiro.

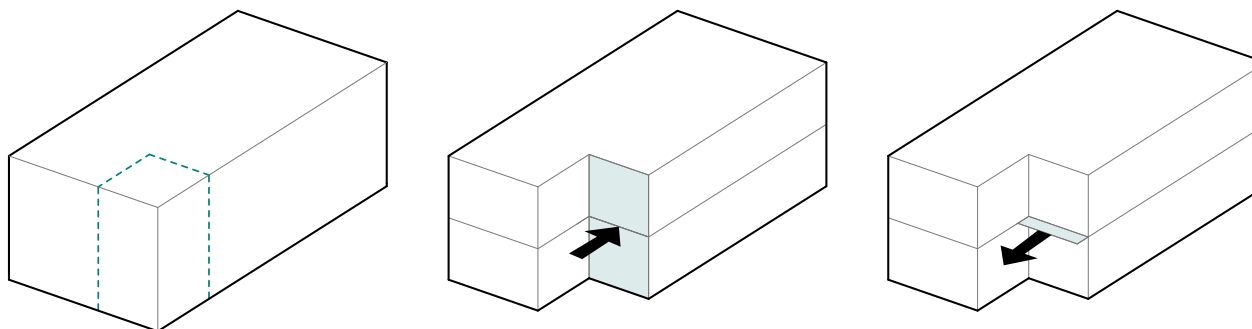
Conformación de la fachada: Este caso de estudio posee 2 fachadas a ser analizadas. La fachada frontal se desarrolla directamente sobre el volumen de la edificación sin elementos adicionales además de la presencia de un balcón. En la fachada posterior encontramos un plano sin elementos superpuestos o retranqueados.

Vanos en fachada: La fachada frontal contiene 3 ventanas y una puerta que permite el acceso a un balcón. El ingreso principal de la vivienda se encuentra ubicado de manera lateral. Los vanos de esta fachada se encuentran alineados en sentido vertical. Por su parte, la fachada posterior alberga, en un solo plano vertical, 4 ventanas y una puerta que permite el acceso al patio posterior.

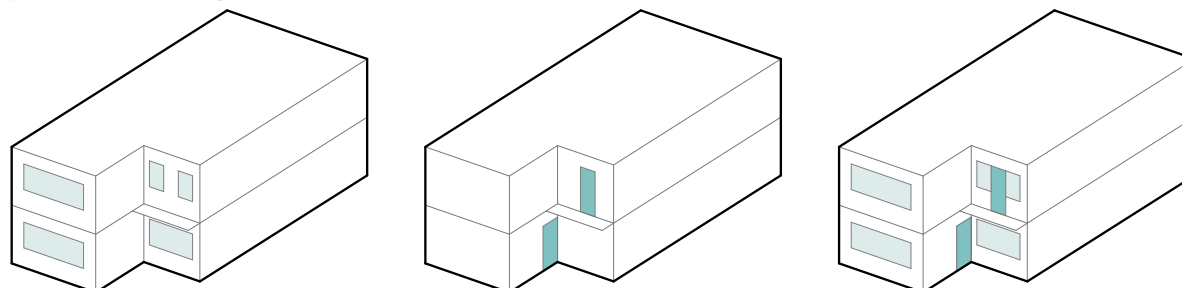
Esquema forma de la edificación:



Esquema Fachada de la edificación:



Esquema Puertas y ventanas:



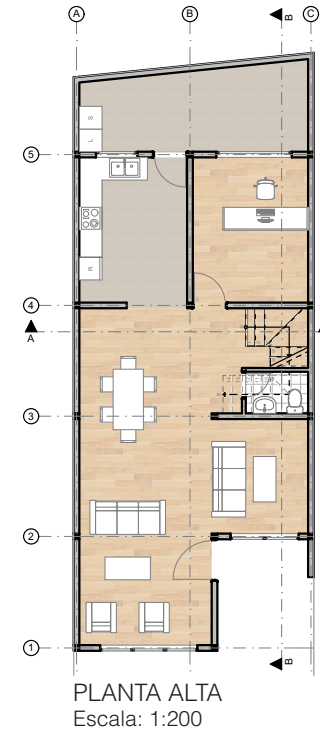
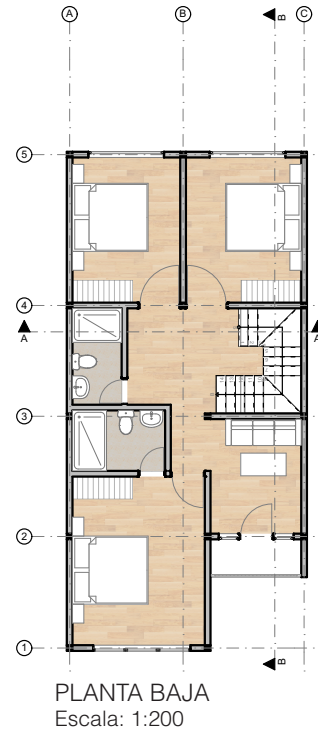
ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Sistema Estructural: El caso estudio 2 también posee una estructura de hormigón armado con muros de mampostería de ladrillo. Su cubierta es metálica con planchas de zinc y revestimiento de teja.

Sistema constructivo: La distribución de columnas (0.15 x 0.15 m) se da en ejes regulares, a excepción del eje B que presenta un desplazamiento horizontal. Esta condición será considerada al momento de generar el modelo simplificado de la vivienda.

Acabados: Entre los principales acabados de esta vivienda podemos mencionar los siguientes:

- **Paredes:** En los acabos interiores, generalmente se encuentran paredes con enlucido y empaste a excepción de las zonas húmedas que poseen un revestimiento de cerámica. La fachada frontal presenta enlucido, empaste y pintura para exterior.
- **Pisos:** Se diferencian dos tipos de piso: Piso flotante en zonas de descanso y social y porcelanato en zonas húmedas y de servicio.
- **Puertas y ventanas:** Las ventanas tienen estructura de aluminio y vidrio. Las puertas y clósets son de MDF.



2.5.3. CASO ESTUDIO 3

Ubicación

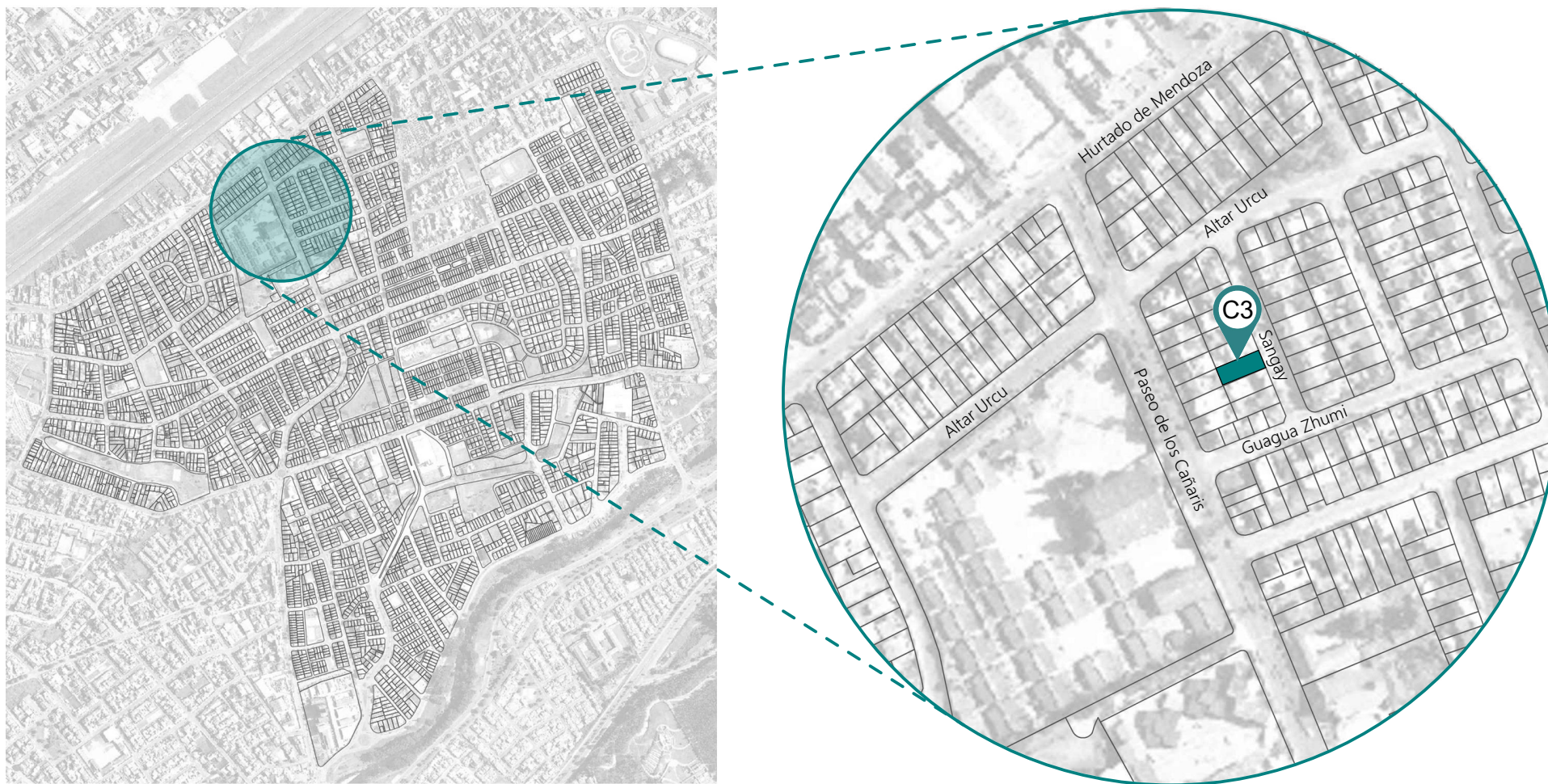
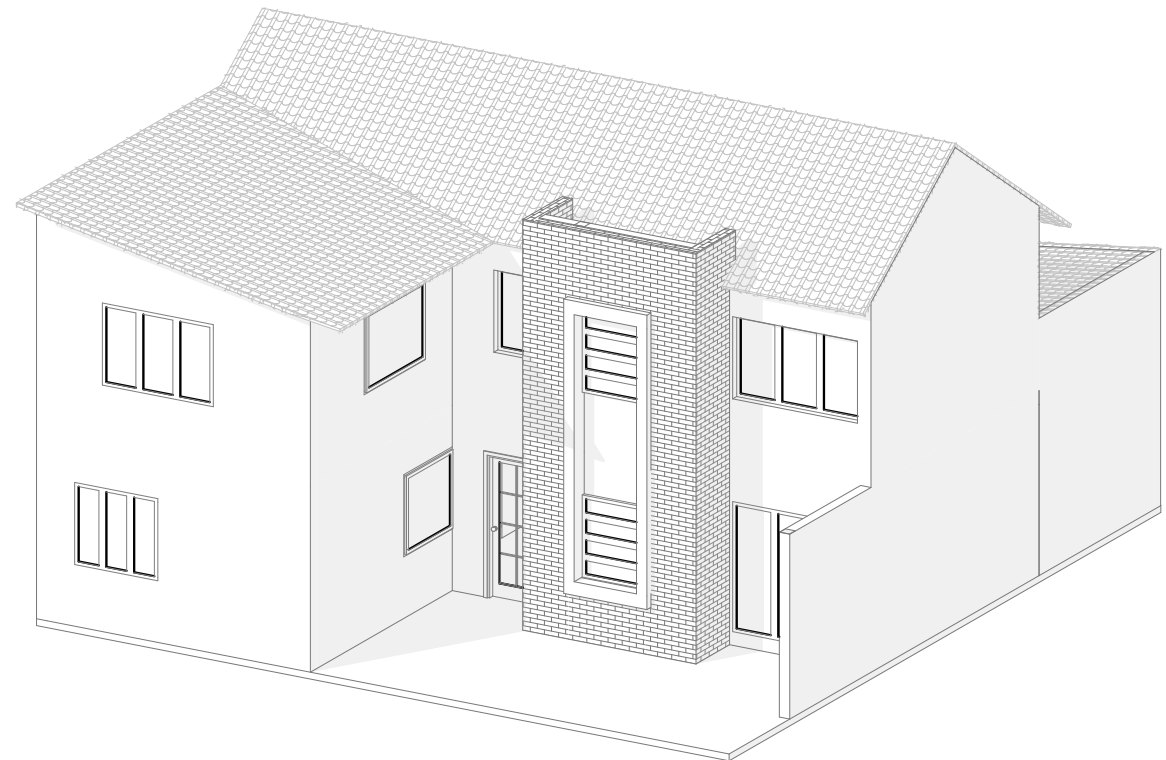


Figura 2.24: Ubicación caso de estudio 3.

Descripción general

El caso estudio 3 corresponde a una vivienda unifamiliar de 146,54 m² distribuidos en dos plantas. Esta vivienda corresponde al rango de área en planta baja comprendido entre 80 - 100 m² y constituye la más representativa de esta clase y su respectiva categoría C7. Está constituida por una estructura de hormigón armado y paredes de ladrillo con espesor de 15 cm. Entre sus características principales podemos mencionar su forma más cuadrangular, condición que la diferencia de los casos de estudio anteriores que poseían forma rectangular.

Axonometría



Datos generales

Edificación N°	10		
Clave Catastral:	0405009006000		
Ubicación:	Calle Sangay y Altar Urco		
Tipo de implantación	Continua con retiro frontal		
Área	Terreno	Vivienda	
	247,44 m ²	146,54 m ²	
Uso de suelo	Planta baja	Planta alta	
	Vivienda	Vivienda	
Dimensiones	Terreno	Frente	Fondo
		6.5	15
	Edificación	Frente	Fondo
		6.5	8
Retiros	Frontal	7	
	Posterior	X	

Tabla 2.26: Datos generales caso de estudio 3.

EMPLAZAMIENTO

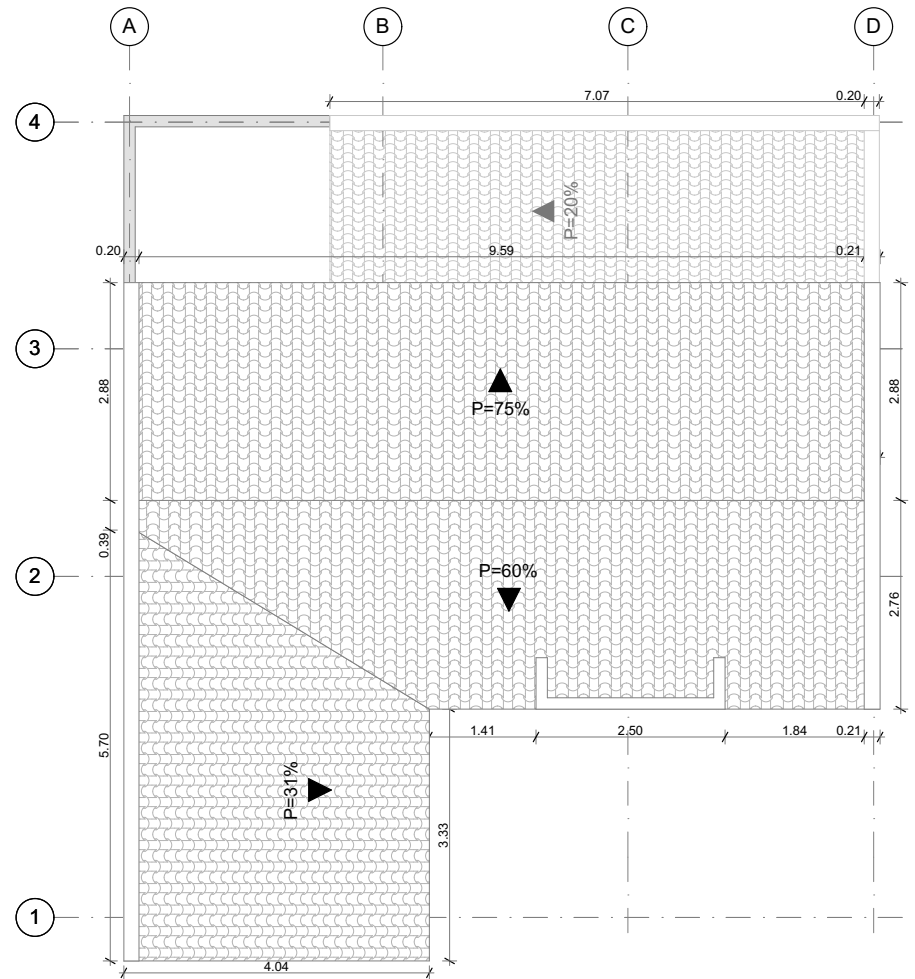
Esta vivienda está emplazada en un lote de 247.47 m² ubicado en la calle Sangay. El terreno posee en su interior dos viviendas unifamiliares con implantación continua. El presente caso de estudio está ubicado en la parte posterior del terreno, contando con un ingreso lateral desde la vía principal.



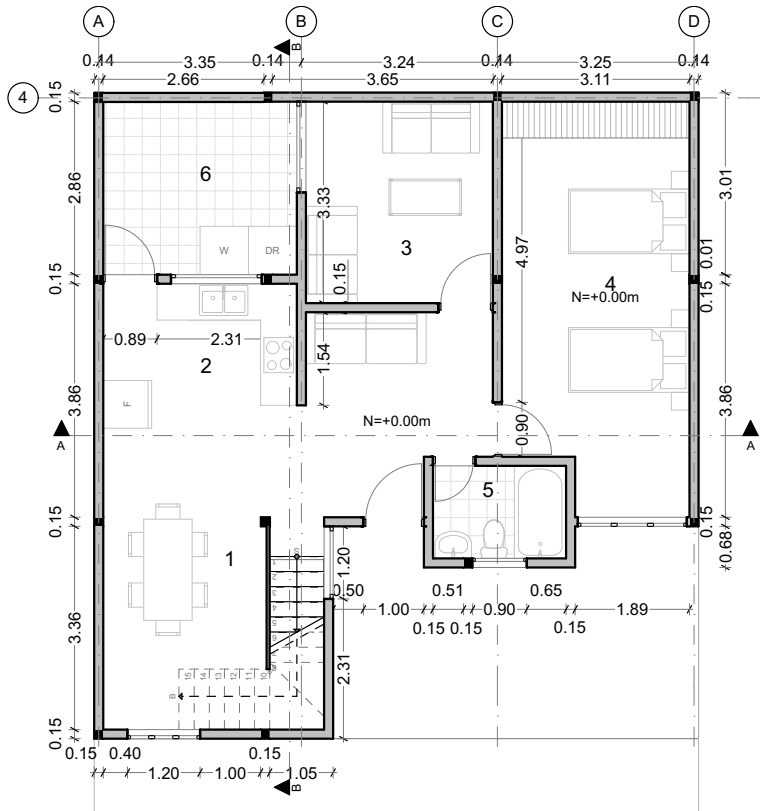


PLANTA DE CUBIERTA

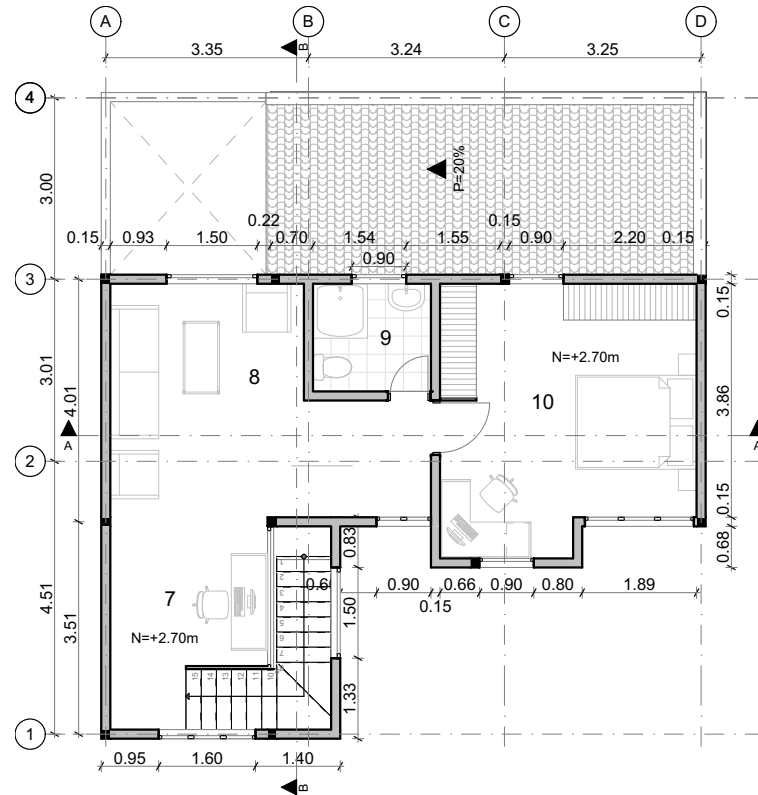
ESCALA: 1:100



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS



PLANTA BAJA
ESC 1:125



PLANTA ALTA
ESC 1:125

Listado de espacios

Planta baja

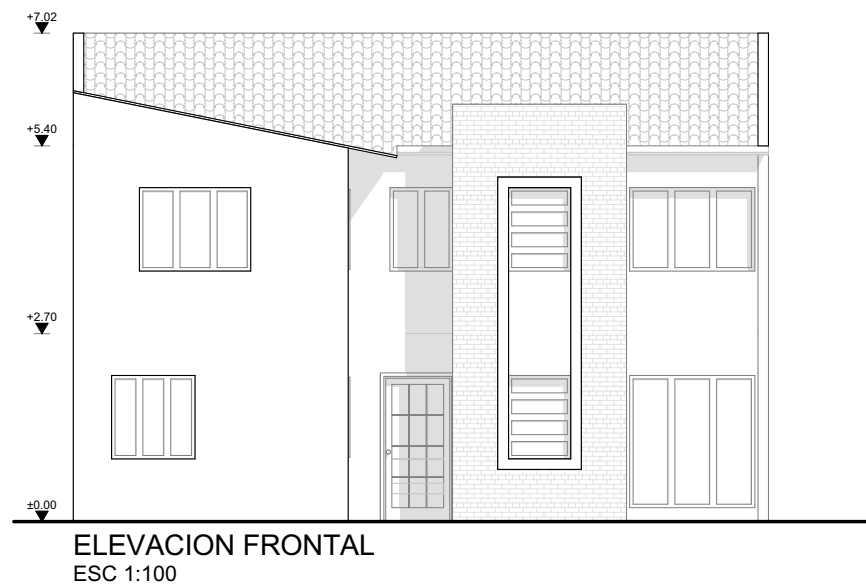
1. Comedor
2. Cocina
3. Sala
4. Dormitorio
5. Baño social
6. Lavandería

Planta alta

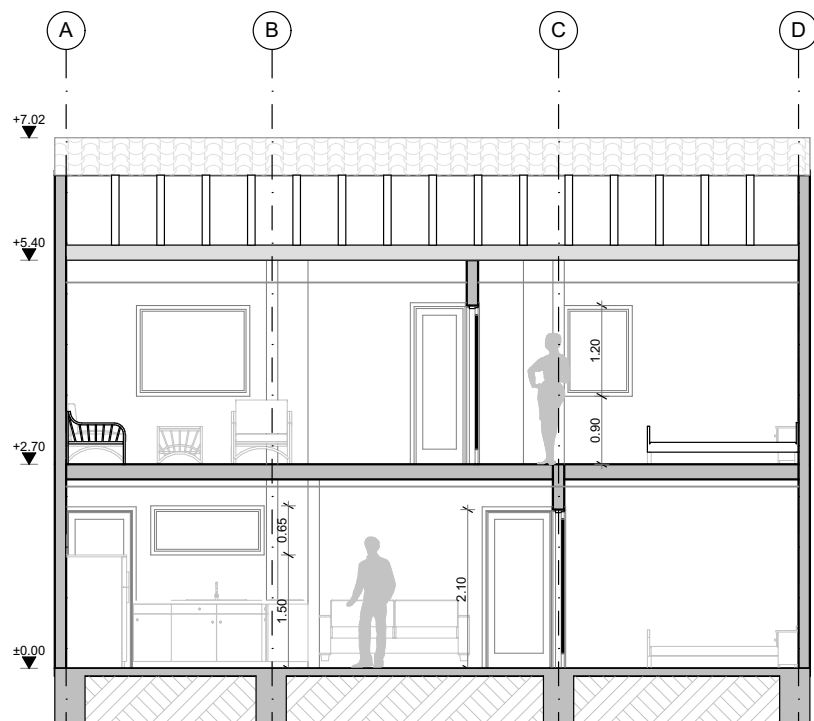
7. Estudio
8. Sala de estar
9. Baño máster
10. Dormitorio máster



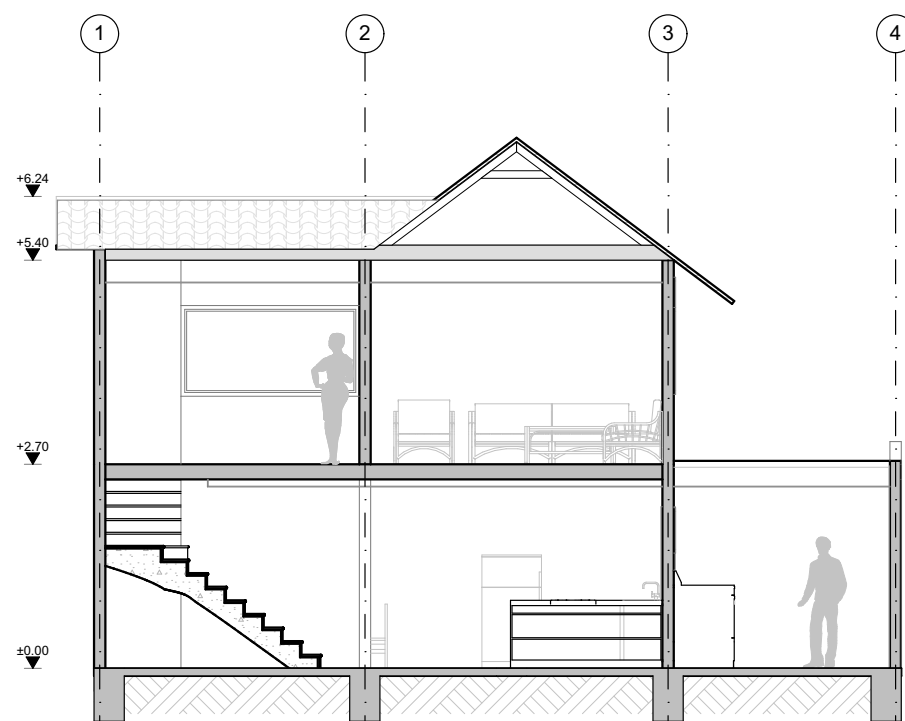
ELEVACIONES



SECCIONES



SECCIÓN A-A
Escala: 1:100



PLANTA BAJA
Escala: 1:100



ANÁLISIS FUNCIONAL

El programa arquitectónico de la vivienda está distribuido en dos plantas. En planta baja encontramos los siguientes espacios conectados a través de un vestíbulo y un pasillo de circulación: Sala, comedor, cocina, lavandería, baño social y dormitorio 1. Como característica particular encontramos que el espacio de sala se encuentra cerrado y desvinculado del área social general.

Por medio de una escalera en forma de L directamente vinculada al ingreso principal, se accede a la planta alta con un ambiente general que contiene el estudio y la sala de estar. A continuación, encontramos el ingreso a un baño completo y un dormitorio principal. Al analizar la zonificación de la vivienda, observamos que el área de descanso se encuentra distribuida en ambos niveles de la edificación.

Cuadro de áreas:

Planta baja	
Espacio	Área (m ²)
Sala	7,49
Comedor	8,03
Cocina	12,35
Lavandería	5,39
Dormitorio 1	8,10

Planta alta	
Espacio	Área (m ²)
Estar	7,49
Baño	8,03
Dormitorio máster	12,35

Tabla 2.27: Cuadro de áreas caso de estudio 3.



PLANTA BAJA
Escala: 1:150

PLANTA ALTA
Escala: 1:150

Simbología

- Zona de descanso
- Zona social
- Zona de servicio
- Zona húmeda
- Circulación vertical
- Circulación principal
- Circulación secundaria

Simbología

- Zona social
- Zona de descanso
- Zona húmeda
- Circulación vertical
- Circulación principal
- Circulación secundaria

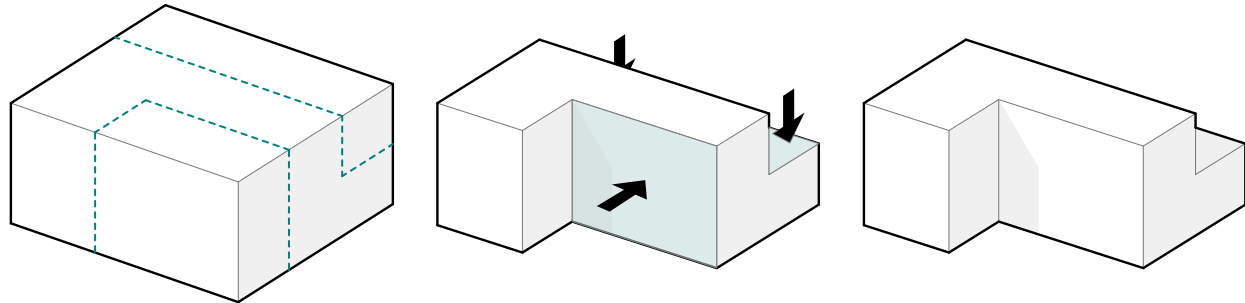
ANÁLISIS FORMAL

Análisis volumétrico: El caso estudio 3 presenta un volumen irregular producto de dos retranqueos: uno en la fachada frontal y uno en la parte posterior de la vivienda únicamente en planta alta. La irregularidad en el volumen de esta edificación será considerada al momento de realizar su análisis arquitectónico y sísmico.

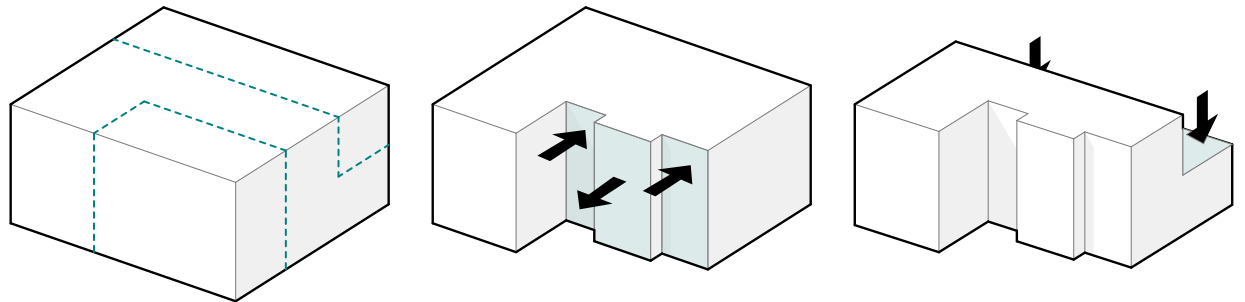
Composición de la fachada: La fachada es irregular y se caracteriza por la presencia de un elemento extruido revestido con material pétreo. Al analizar la fachada frontal se identifican 4 planos.

Disposición de vanos en fachada: La ubicación de vanos (ventanas y puertas) en la fachada frontal no corresponde a ningún criterio formal fácilmente identificable. Las ventanas no se encuentran alineadas. El acceso principal de la vivienda es central.

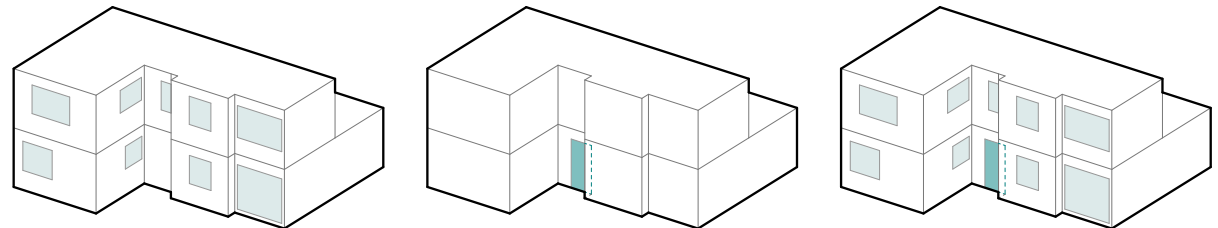
Esquema forma de la edificación:



Esquema Fachada de la edificación:



Esquema Puertas y ventanas:



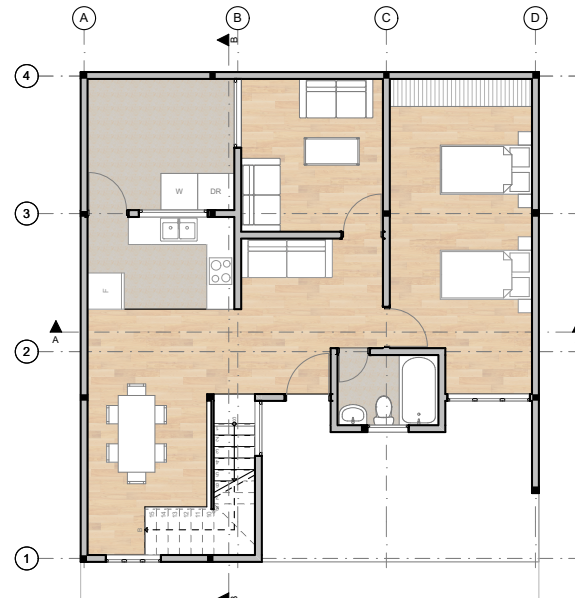
ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Sistema Estructural: El caso estudio 3 corresponde a una vivienda con estructura de hormigón armado, muros de mampostería confinada y muros de ladrillo sin confinamiento. Su cubierta es metálica con planchas de zinc.

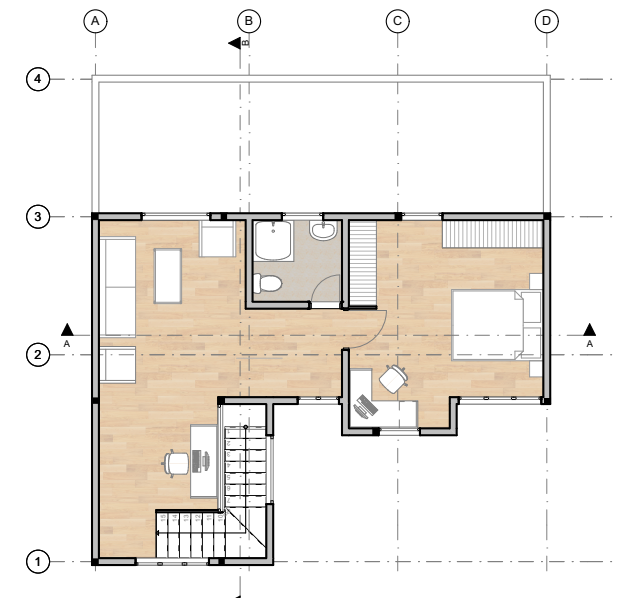
Sistema Constructivo: La distribución de columnas con una sección de 0.15 x 0.15 m se da en ejes regulares, a excepción del eje C que presenta un desplazamiento.

Acabados: Entre los principales acabados de esta vivienda podemos mencionar los siguientes:

- **Paredes:** En los acabados interiores, generalmente se encuentran paredes con enlucido y empaste a excepción de las zonas húmedas que poseen un revestimiento de cerámica. La fachada frontal presenta enlucido, empaste y pintura para exterior, además en una sección posee revestimiento de piedra.
- **Pisos:** Se diferencian dos tipos de piso: Piso flotante en zonas de descanso y social y porcelanato en zonas húmedas y de servicio.



PLANTA BAJA
Escala: 1:200



PLANTA ALTA
Escala: 1:200



MUROS
Mampostería de ladrillo.



ESTRUCTURA
Hormigón armado en losas, columnas y vigas.



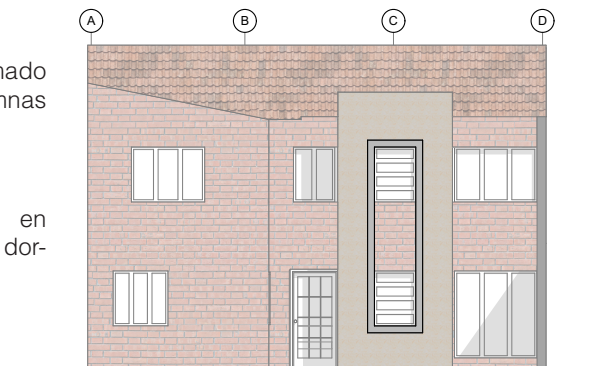
PISOS
Porcelanato en cocinas y baños.



PISOS
Piso flotante en áreas sociales y dormitorios.



CUBIERTA
Estructura metálica con recubrimiento de teja.



ELEVACIÓN FRONTAL
Escala: 1:200

Introducción:

El capítulo 3 presenta un análisis de la configuración arquitectónica de cada caso de estudio, medido por variables como la dimensión y posición de elementos arquitectónicos (estructura y paredes) así como también aberturas en sentido horizontal (aberturas por patios y gradas) y vertical (puertas y ventanas). En segunda instancia, se desarrolla el respectivo análisis sísmico de cada caso de estudio mediante el uso del método de elementos finitos, ejecutado por medio de interfaces como SAP 2000, Stabli y Matlab; los resultados de este análisis se ven plasmados en el cálculo y comparación de las derivas de piso resultantes de cada caso. Finalmente, se realiza una comparación y relación de los resultados obtenidos, evidenciando el vínculo existente entre la configuración arquitectónica de una vivienda y su comportamiento sísmico.





ANÁLISIS CASOS DE ESTUDIO

3

ANÁLISIS CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA



3.1. ANÁLISIS DE LA CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

Esta sección analiza la disposición, dimensión y relación de los principales elementos arquitectónicos que conforman los casos de estudio. Mediante este análisis, se puede comprender de mejor manera la composición formal y funcional de la edificación, analizándola como un universo independiente, cuyas variables se relacionan y definen en el interior. El trabajo conjunto de los elementos estructurales depende de factores como la continuidad vertical y la regularidad de la estructura, tanto en planta como en altura.

Para ejecutar el análisis de configuración arquitectónica, se consideran los siguientes indicadores:

3.1.1. Análisis de distribución y cantidad de paredes:

El elemento arquitectónico pared, es aquel encargado de delimitar espacios y constituir formal y funcionalmente a la edificación. Esta variable afecta directamente al comportamiento de la estructura y contribuye a definir su peso propio y su centro de masa. Como un primer estudio, se analiza la disposición de paredes, por medio de indicadores como la cantidad de paredes existentes por m^2 y el porcentaje de paredes coincidentes con los ejes estructurales. Estos aspectos son analizados como primer componente de esta sección

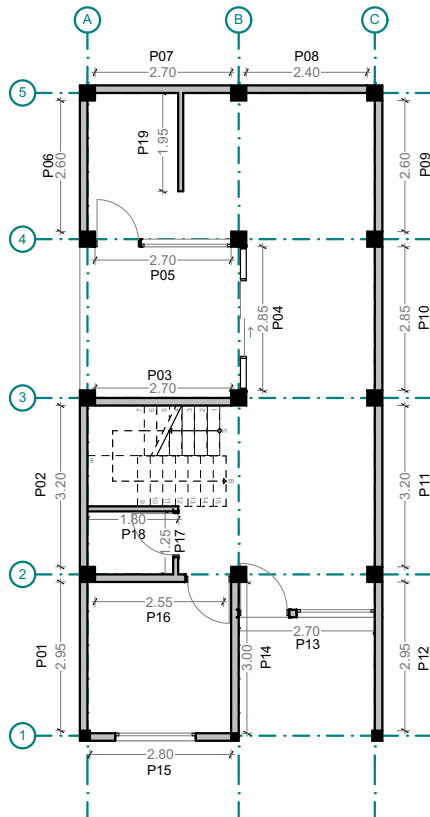
(ver tablas 3.1 - 3.15).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-VIV, 2014) indica los siguientes aspectos correspondientes a la constitución de paredes como muros resistentes:

- Se debe considerar la posición de los muros estructurales resistentes a sismo, estos deben estar balanceados en las 2 direcciones y espaciados en paralelo. Además, se debe mantener una continuidad vertical procurando que cada pórtico y muro sea continuo entre la cimentación y el nivel inmediatamente superior.
- En casas de dos pisos, los pórticos y muros portantes que continúen a través del entrepiso, deben ser continuos hasta la cubierta para poder ser considerados estructurales en el segundo nivel. Columnas y muros del segundo piso que no tengan continuidad hasta la cimentación no podrán considerarse como elementos estructurales resistentes a fuerzas horizontales.
- En el caso de muros resistentes, en los cuales la longitud mayor se encuentra en el segundo piso, solo la longitud correspondiente al primer piso se considerará como elemento estructural.
- Para que un muro individual sea considerado como portante se considera que la relación entre su altura y longitud no puede ser mayor que 4.

CASO DE ESTUDIO 1

Cálculo de longitud y área de paredes



		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)
<i>Unidades</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>
PLANTA BAJA	Ejes verticales	P01	2.95	2.5	7,38
		P02	3.2	2.5	8,00
		P04	2.85	2.5	7,13
		P06	2.6	2.5	6,50
		P09	2.6	2.5	6,50
		P10	2.85	2.5	7,13
		P11	3.2	2.5	8,00
		P12	2.95	2.5	7,38
		P14	3	2.5	7,50
		P17	1.25	2.5	3,13
		P19	1.95	2.5	4,88
		Subtotal		29.40	
	Ejes horizontales	P03	2,7	2,5	6,75
		P05	2,7	2,5	6,75
		P07	2,7	2,5	6,75
		P08	2,4	2,5	6,00
		P13	0,89	2,5	2,23
		P15	2,95	2,5	7,38
		P16	1,75	2,5	4,38
Subtotal		19.09		47.73	
TOTAL		48.49 m		121.23 m ²	

Tabla 3.1: Medidas y áreas de paredes en planta baja.

		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)
<i>Unidades</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>
PLANTA ALTA	Ejes verticales	P01	2.95	2.5	7.38
		P02	3.2	2.5	8.00
		P04	3	2.5	7.50
		P06	2.6	2.5	6.50
		P09	2.6	2.5	6.50
		P10	2.85	2.5	7.13
		P11	3.2	2.5	8.00
		P12	2.95	2.5	7.38
		P17	2.9	2.5	7.25
		P19	2.85	2.5	7.13
		P22	0.75	2.5	1.88
		P23	3.9	2.5	9.75
		P24	1.05	2.5	2.63
		P25	0.9	2.5	2.25
		Subtotal		35.7	
	Ejes horizontales	P03	2.7	2.5	6.75
		P05	2.7	2.5	6.75
		P07	2.7	2.5	6.75
		P08	2.4	2.5	6.00
		P13	0.89	2.5	2.23
		P14	2.95	2.5	7.38
		P15	1.75	2.5	4.38
		P16	3	2.5	7.50
		P18	2.4	2.5	6.00
		P20	1.45	2.5	3.63
P21	2.39	2.5	5.98		
Subtotal		25.33		63.33	
TOTAL		61.03		152.58 m ²	

Tabla 3.2: Medidas y áreas de paredes en planta alta. Quinde & Salinas, 2019.



RESULTADOS TOTALES	Longitud (L)	Área de construcción (A)	Relación (L/A)
	m	m ²	
	109.52	110.06	0.99

Tabla 3.3: Longitud y área total de paredes - caso estudio 1

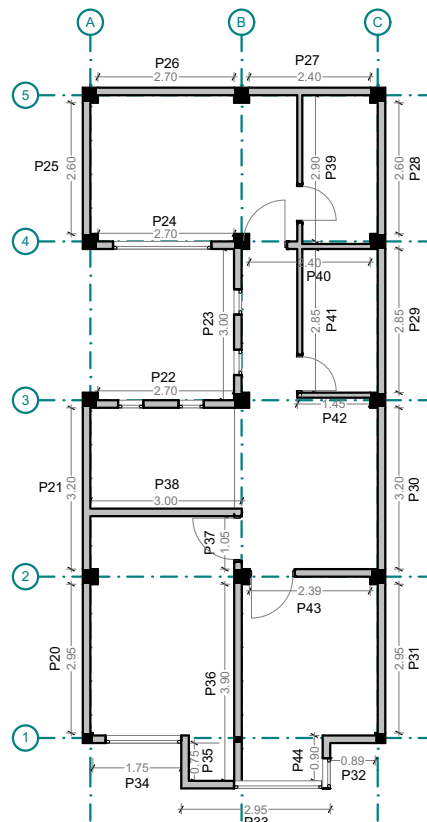


Figura 3.2: Paredes planta alta, caso de estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

Análisis de alineación de paredes con ejes estructurales:

Distribución de paredes según alineación						
Número de paredes alineadas (Ejes horizontales)	Ejes	1	2	3	4	5
	Planta baja		1	1	1	1
Planta alta		1	1	1	1	2
Número de paredes alineadas (Ejes verticales)	Ejes	A	B	C		
	Planta baja	3	2	4		
	Planta alta	3	2	4		

Tabla 3.4: Número de paredes alineadas con los ejes estructurales. Quinde, Salinas 2019.

Sentido de ejes		Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje (%)
Ejes horizontales (1,2..)	Planta baja	6	8	75.00%
	Planta alta	6	8	75.00%
Ejes verticales (A, B..)	Planta baja	9	11	81.82%
	Planta alta	9	11	81.82%
TOTALES		38	49	77.55%

Tabla 3.5: Porcentaje de alineación de paredes con ejes estructurales. Quinde, Salinas 2019.

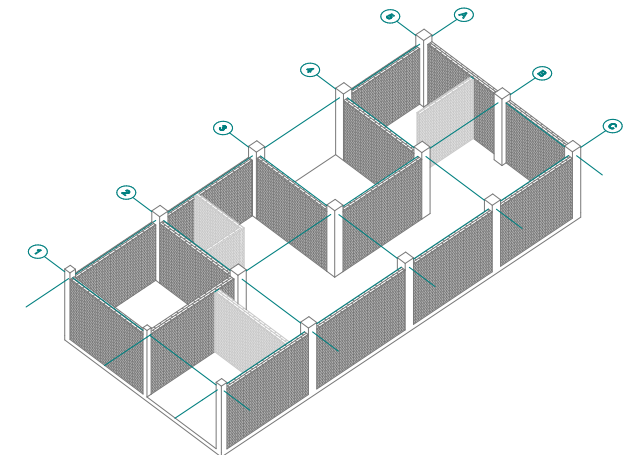


Figura 3.3: Paredes alineadas en planta baja, caso de estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

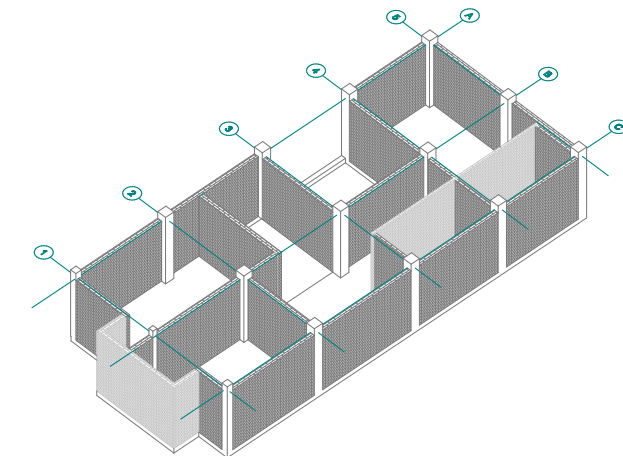
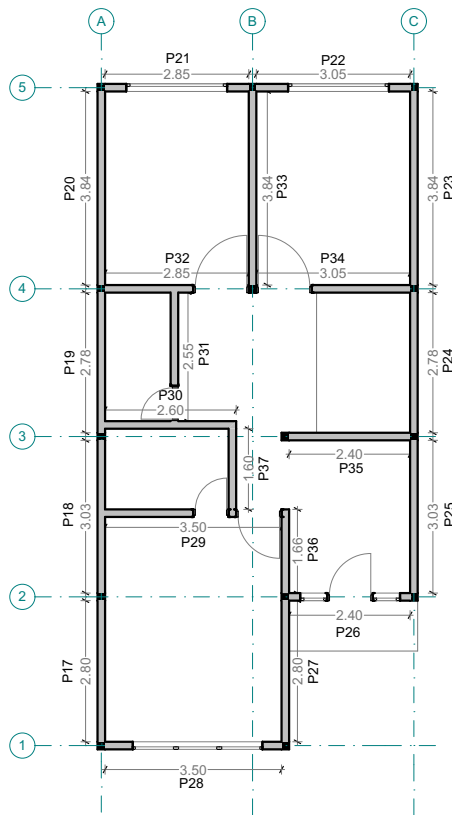


Figura 3.4: Paredes alineadas en planta alta, caso de estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

CASO DE ESTUDIO 2

Cálculo de longitud y área de paredes



		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)
Unidades			m	m	m ²
PLANTA BAJA	Ejes verticales	P01	2.8	2.5	7.00
		P02	3.03	2.5	7.58
		P03	2.78	2.5	6.95
		P04	3.84	2.5	9.60
		P07	3.84	2.5	9.60
		P08	2.78	2.5	6.95
		P09	3.03	2.5	7.58
		P11	2.8	2.5	7.00
		P14	3.84	2.5	9.60
	Subtotal		28.74		71.85
	Ejes horizontales	P05	2.85	2.5	7.13
		P06	3.05	2.5	7.63
		P10	2.4	2.5	6.00
		P12	3.5	2.5	8.75
		P15	3.05	2.5	7.63
		P16	2.4	2.5	6.00
Subtotal		18.5		46.25	
TOTAL		47.24 m		118.10 m ²	

Tabla 3.6: Cálculo longitud y área de paredes en planta baja.

		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)
Unidades			m	m	m ²
PLANTA ALTA	Ejes verticales	P17	2.8	2.5	7.00
		P18	3.03	2.5	7.58
		P19	2.78	2.5	6.95
		P20	3.84	2.5	9.60
		P23	3.84	2.5	9.60
		P24	2.78	2.5	6.95
		P25	3.03	2.5	7.58
		P27	2.8	2.5	7.00
		P31	2.55	2.5	6.38
		P33	3.84	2.5	9.60
		P36	1.66	2.5	4.15
		P37	1.6	2.5	4.00
		Subtotal		34.55	
	Ejes horizontales	P21	2.85	2.5	7.13
		P22	3.05	2.5	7.63
		P26	2.4	2.5	6.00
P28		3.5	2.5	8.75	
P29		3.5	2.5	8.75	
Subtotal		23.15		57.88	
TOTAL		57.7 m		144.25 m ²	

Tabla 3.7: Cálculo longitud y área de paredes en planta alta. Quinde & Salinas, 2019.

Figura 3.5: Paredes planta baja, caso de estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.



RESULTADOS TOTALES	Longitud (L)	Área de losa (A)	Relación (L/A)
	m	m ²	
	104.94	139.08	0.75

Tabla 3.8. Longitud y área total de paredes - caso estudio 2

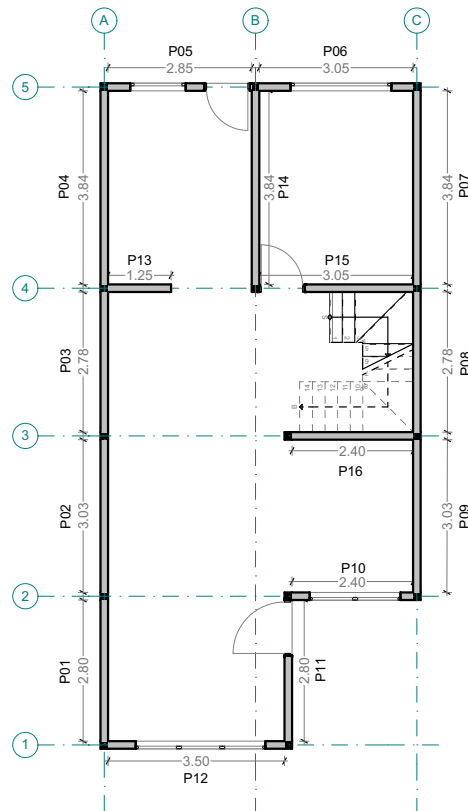


Figura 3.6: Paredes planta alta, caso de estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

Análisis de alineación de paredes con ejes estructurales:

Distribución de paredes según alineación						
Número de paredes alineadas (Ejes horizontales)	Ejes	1	2	3	4	5
	Planta Baja	1	1	1	2	2
	Planta Alta	1	1	2	2	2
Número de paredes alineadas (Ejes verticales)	Ejes	A	B	C		
	Planta Baja	4	1	3		
	Planta Alta	4	1	3		

Tabla 3.9: Número de paredes alineadas con los ejes estructurales. Quinde, Salinas 2019.

Sentido de ejes		Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje (%)
Ejes horizontales (1,2..)	Planta baja	7	7	100.00%
	Planta alta	8	9	88.89%
Ejes verticales (A, B..)	Planta baja	8	9	88.89%
	Planta alta	8	13	61.54%
TOTALES		31	38	81.58%

Tabla 3.10: Porcentaje de alineación de paredes con ejes estructurales. Quinde, Salinas 2019.

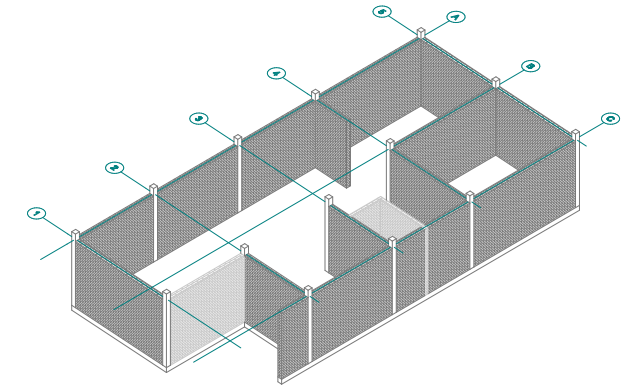


Figura 3.7: Paredes alineadas en planta baja, caso de estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

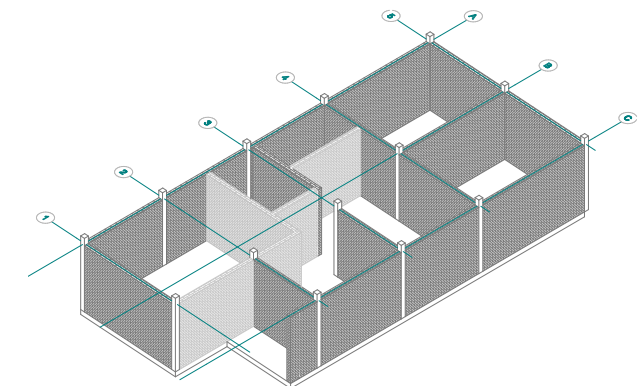


Figura 3.8: Paredes alineadas en planta alta, caso de estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

CASO DE ESTUDIO 3

Cálculo de longitud y área de paredes

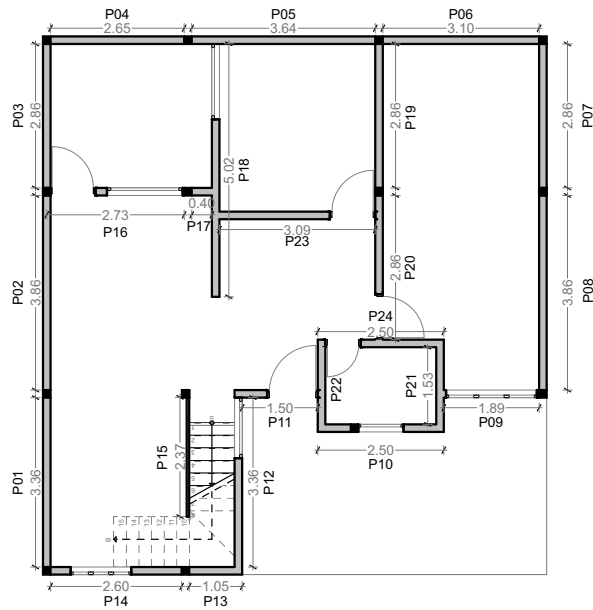


Figura 3.9: Paredes planta baja, caso de estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)	
Unidades			m	m	m ²	
PLANTA BAJA	Ejes verticales	P01	3.36	2.5	8.40	
		P02	3.86	2.5	9.65	
		P03	2.86	2.5	7.15	
		P07	2.86	2.5	7.15	
		P08	3.86	2.5	9.65	
		P12	3.36	2.5	8.40	
		P15	2.37	2.5	5.93	
		P18	5.02	2.5	12.55	
		P19	2.86	2.5	7.15	
		P20	2.86	2.5	7.15	
		P21	1.53	2.5	3.83	
		P22	1.53	2.5	3.83	
		Subtotal		36.33		90.83
		Ejes horizontales	P04	2.65	2.5	6.63
	P05		3.64	2.5	9.10	
	P06		3.1	2.5	7.75	
	P09		1.89	2.5	4.73	
	P10		2.5	2.5	6.25	
	P11		1.5	2.5	3.75	
	P13		1.05	2.5	2.63	
	P14		2.6	2.5	6.50	
	P16		2.73	2.5	6.83	
	P17		0.4	2.5	1.00	
	Subtotal		27.65		69.13	
TOTALES		63.98		159.95		

Tabla 3.11: Medidas y áreas de paredes en planta baja.

		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)	
Unidades			m	m	m ²	
PLANTA ALTA	Ejes verticales	P25	3.36	2.5	8.40	
		P26	3.86	2.5	9.65	
		P30	3.86	2.5	9.65	
		P34	3.51	2.5	8.78	
		P38	1.78	2.5	4.45	
		P39	4.69	2.5	11.73	
		P41	0.68	2.5	1.70	
		Subtotal		21.74		54.35
		Ejes horizontales	P27	2.65	2.5	6.63
	P28		3.64	2.5	9.10	
	P29		3.1	2.5	7.75	
	P31		1.89	2.5	4.73	
	P32		2.5	2.5	6.25	
	P33		1.5	2.5	3.75	
	P35		1.05	2.5	2.63	
	P36		2.6	2.5	6.50	
	P37		0.9	2.5	2.25	
	P40		2.1	2.5	5.25	
	Subtotal		21.93		54.83	
	TOTALES		43.67		109.18	

Tabla 3.12: Medidas y áreas de paredes en planta alta. Quinde, Salinas 2019.



RESULTADOS TOTALES	Longitud (L)	Área de losa (A)	Relación (L/A)
	<i>m</i>	<i>m²</i>	
	107.65	99.58	1.08

Tabla 3.13. Longitud y área total de paredes - caso estudio 3

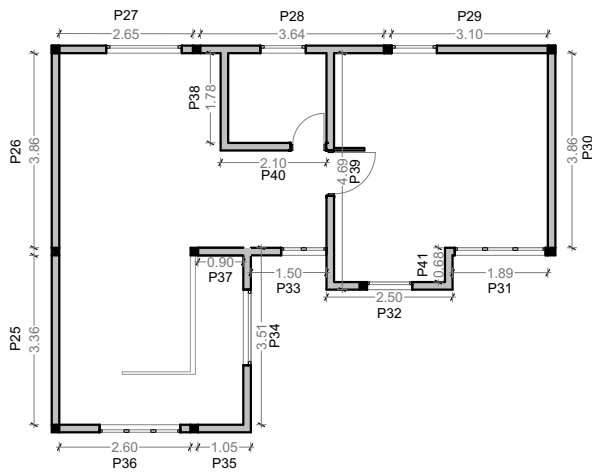


Figura 3.10: Paredes planta alta, caso de estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

Análisis de alineación de paredes con ejes estructurales:

Distribución de paredes según alineación						
Número de paredes alineadas (Ejes horizontales)	Ejes	1	2	3	4	5
	Planta Baja		2	2	2	3
Planta Alta		2	3	3	0	0
Número de paredes alineadas (Ejes verticales)	Ejes	A	B	C	D	
	Planta Baja		3	1	2	2
Planta Alta		2	0	0	1	

Tabla 3.14: Número de paredes alineadas con los ejes estructurales, caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

Sentido de ejes		Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje (%)
Ejes horizontales (1,2..)	Planta baja	9	12	75.00%
	Planta alta	8	10	80.00%
Ejes verticales (A, B..)	Planta baja	8	12	66.67%
	Planta alta	3	7	42.86%
TOTALES		28	41	68.29%

Tabla 3.15: Porcentaje de alineación de paredes con ejes estructurales. Quinde, Salinas 2019.

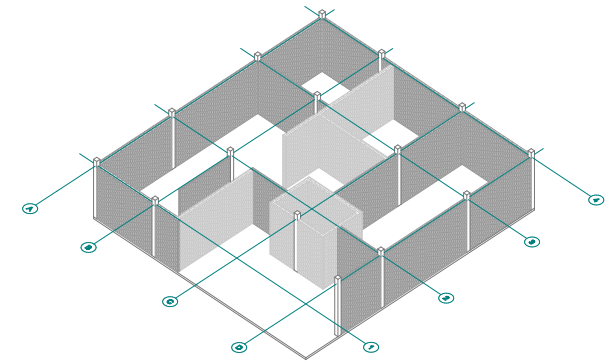


Figura 3.11: Paredes alineadas en planta baja, caso de estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

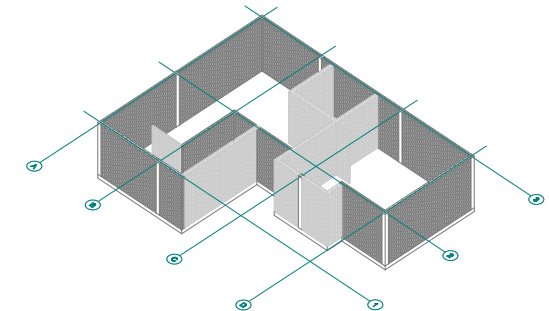


Figura 3.12: Paredes alineadas en planta alta, caso de estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.



Caso Estudio 3

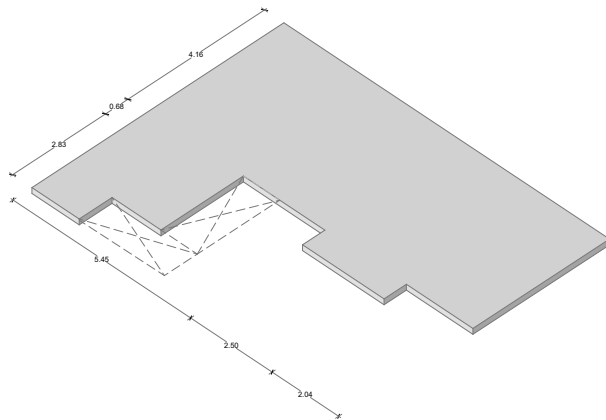


Figura 3.15: Esquema aberturas horizontales, caso de estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

ABERTURAS HORIZONTALES				
		Central	Adosada	Exterior
Núcleo de gradas	Ubicación	X		
	Dimensión	Ancho (m) 2.35	Largo (m) 3.16	Área (m ²) 4.64
Proyección patio	Ubicación		x	
	Dimensión	Ancho (m) 0	Largo (m) 0	Área (m ²) 0

Tabla 3.20: Datos sobre ubicación y aberturas horizontales en caso de estudio 3.

Área de losa	Área de aberturas	Porcentaje (%)
m ²	m ²	(%)
52.11	4.64	8.90%

Tabla 3.21: Porcentaje de aberturas en losa; caso de estudio 3. Quinde, Salinas 2019.

Aberturas verticales: Esta variable incluye todos los vanos existentes en los muros de la edificación (puertas y ventanas). La cantidad, dimensión y ubicación de este tipo de aberturas afectan a la rigidez de la edificación y de igual manera condicionan su peso y comportamiento sísmico. Los indicadores utilizados en este caso son: Cantidad de vanos por metro cuadrado de fachada, número de aberturas y relación área aberturas por metro cuadrado de pared.

El objeto de estudio, al ser viviendas adosadas, posee condicionantes en la existencia de vanos; se tienen restricciones en su colocación provenientes de sus adosamientos y por lo general, la función de la edificación se hace resolver hacia el interior.

Al analizar la distribución de aberturas en sentido vertical se han de considerar los siguientes criterios establecidos en la norma NEC-SE-VIVIENDA (2014), en la sección criterios sismo resistentes, para la conformación de viviendas de dos plantas:

- Regularidad en elevación: Deben evitarse las irregularidades geométricas en elevación. Cuando la estructura tenga forma irregular en alzado, podrá descomponerse en formas regulares aisladas, cumpliendo con la especificación de juntas sísmicas.

- Simetría: Con el fin de evitar torsiones, la planta de la edificación debe ser lo más simétrica posible. La edificación y módulos que la conforman, deberán ser simétricos con respecto a sus ejes, por lo que la localización de puertas y ventanas en planta buscará la mayor simetría posible. Cuando una planta asimétrica sea inevitable, la edificación debe dividirse en módulos independientes por medio de juntas, deben también evitarse módulos con longitudes desproporcionadas o irregularidades en su forma. (Ver figura 3.15)

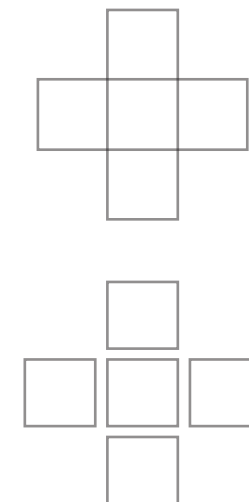


Figura 3.16: Descomposición de figuras irregulares.

CASO ESTUDIO 1

Análisis de aberturas verticales:

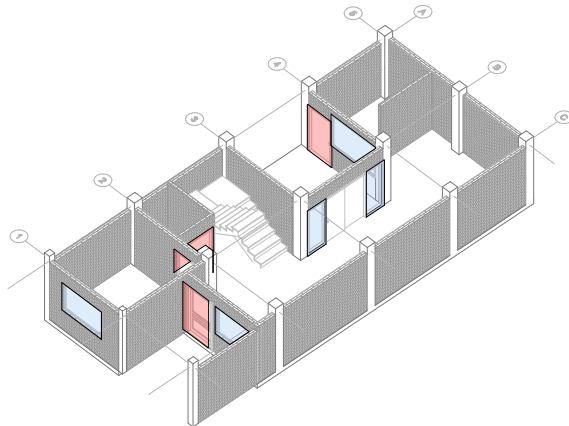


Figura 3.17: Aberturas verticales en paredes planta baja.

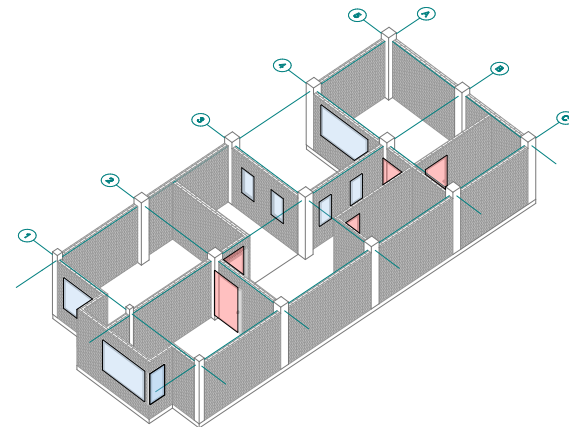


Figura 3.18: Aberturas verticales en paredes planta alta. Quinde & Salinas, 2019.

Cantidad de aberturas verticales				
Tipos de aberturas verticales	Ejes Longitudinales		Ejes Transversales	
	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
Número de ventanas	0	3	3	5
Número de puertas	2	3	3	2
Subtotal	8		13	
TOTAL	21			

Tabla 3.22: Cantidad de aberturas verticales según ejes estructurales.

Área aberturas verticales en fachada					
		Número	Ancho	Alto	Área
			m	m	m ²
Puertas	Planta Baja	P1	1	2.4	2.40
	Planta alta				
Ventanas	Planta baja	V1	1.6	1.3	2.08
		V2	1.55	1.3	2.02
	Planta alta	V6	1.5	1.5	2.25
		V5	1.76	1.5	2.64
Total Planta Baja (m ²)					6.50
Total Planta Alta (m ²)					4.89
TOTAL (m²)					11.39

Tabla 3.23: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Cálculo resumen área de aberturas verticales				
	Planta baja		Planta alta	
	Puertas	Ventanas	Puertas	Ventanas
Área de aberturas verticales (m ²)	5.98	12.78	9.24	11.11
Subtotal (m ²)	18.76		20.35	
TOTAL (m²)	39.12			

Tabla 3.24: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

ABERTURAS VERTICALES POR PARED		
Área de aberturas verticales (A)	Área total de paredes (P)	Relación A/P
m ²	m ²	%
39.12	273.80	14.28

Tabla 3.25: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

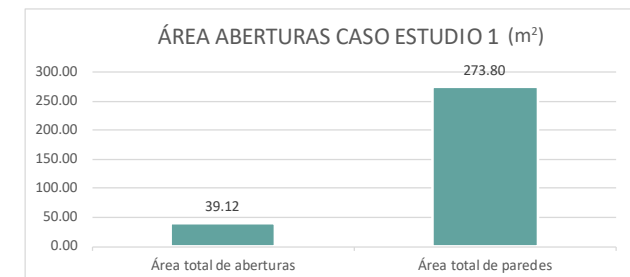


Figura 3.19: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 1. Quinde, Salinas 2019

Ver anexo 4.1



Caso Estudio 2

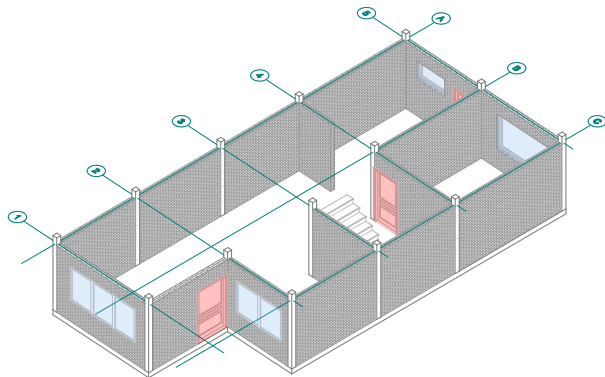


Figura 3.20: Aberturas verticales en paredes planta baja.

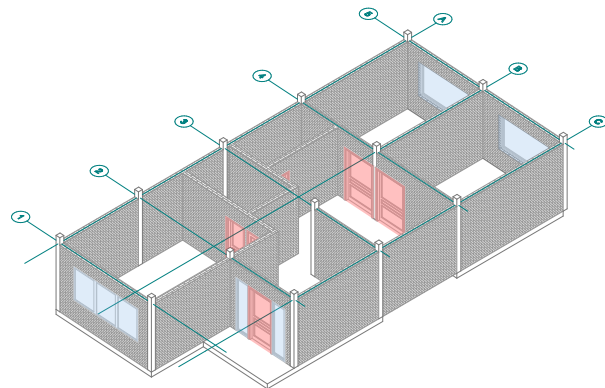


Figura 3.21: Aberturas verticales en paredes planta alta.

Tipos de aberturas verticales	ABERTURAS VERTICALES			
	Ejes Longitudinales		Ejes Transversales	
	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
Número de ventanas	0	0	4	5
Número de puertas	2	1	2	5
Subtotal				
TOTAL	3		16	

Tabla 3.26: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

ABERTURAS EN FACHADA					
Variables		Número	Ancho	Alto	Área
Unidades			m	m	m ²
Puertas	Planta baja	P1	1.1	2.1	2.31
					0.00
	Planta alta	P2	0.9	2.1	1.89
					0.00
Ventanas	Planta baja	V1	2.57	1.36	3.50
		V2	1.8	1.36	2.45
	Planta alta	V6	2.57	1.36	3.50
		V5	0.54	2.1	1.13
		V6	0.54	2.1	1.13
Total Planta Baja (m ²)					4.20
Total Planta Alta (m ²)					11.71
TOTAL (m²)					15.91

Tabla 3.27: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Cálculo resumen área de aberturas verticales				
	Planta baja		Planta alta	
	Puertas	Ventanas	Puertas	Ventanas
Área de aberturas verticales (m ²)	6.09	9.40	9.24	11.36
Subtotal (m ²)	15.49		20.60	
TOTAL (m²)	36.09			

Tabla 3.28: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

ABERTURAS VERTICALES POR PARED		
Área de aberturas verticales (A)	Área total de paredes (P)	Relación A/P
m ²	m ²	%
36.09	262.35	13.75 %

Tabla 3.29: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.



Figura 3.22: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 2. Quinde & Salinas 2019

Ver anexo 4.2

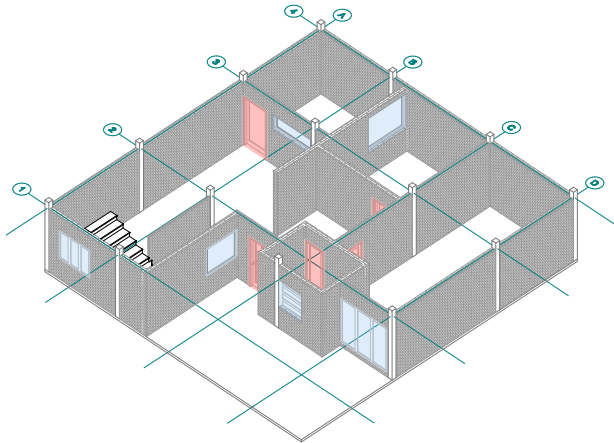


Figura 3.23: Aberturas verticales en paredes planta baja.

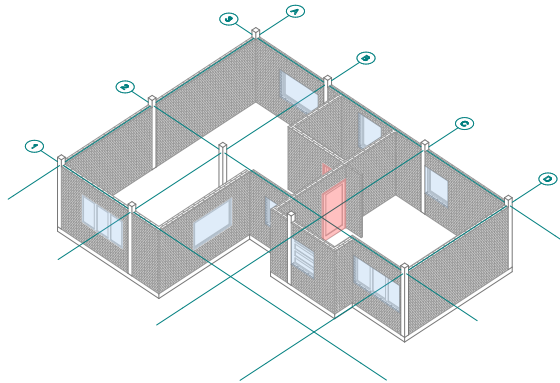


Figura 3.24: Aberturas verticales en paredes planta alta.

ABERTURAS VERTICALES				
Vanos	Ejes Longitudinales		Ejes Transversales	
	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
# de ventanas	2	1	4	6
# de puertas	1	1	4	1
Total vanos	5		15	

Tabla 3.30: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
			m	m	m ²
Puertas	Planta Baja	P1	1	1.2	1.20
					0.00
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	1.2	1.2	1.44
		V2	0.9	1.2	1.08
	Planta Alta	V3	1.8	1.9	3.42
		V4	1.6	1.2	1.92
		V5	0.9	1.2	1.08
		V6	1.8	1.2	2.16
Total Planta Baja					1.20
Total Planta Alta					8.94
TOTAL					10.14

Tabla 3.31: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Cálculo resumen área de aberturas verticales				
	Planta baja		Planta alta	
	Puertas	Ventanas	Puertas	Ventanas
Área de aberturas verticales (m ²)	9.45	10.60	3.57	12.27
Subtotal (m ²)	20.05		15.84	
TOTAL (m²)	35.89			

Tabla 3.32: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

ABERTURAS VERTICALES POR PARED		
Área de aberturas verticales (A)	Área total de paredes (P)	Relación A/P
m²	m²	%
35.89	269.13	13.33

Tabla 3.33: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

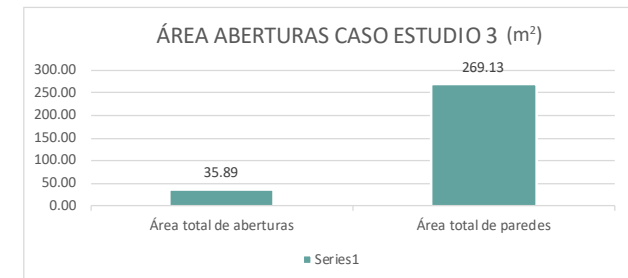


Figura 3.25: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 3. Quinde & Salinas 2019

Ver anexo 4.3



3.1.3. Aspectos de regularidad: Adicionalmente, se consideran las siguientes variables:

Relación de aspecto (frente-fondo):

Se debe dar preferencia a las formas más regulares y resistentes (circulares, cuadrangulares y rectangulares). Una figura cuadrada tendrá entonces una relación de aspecto igual a 1, este valor será idealizado como el más recomendable. No se permitirán relaciones de aspecto con un valor mayor a 4.

Regularidad de ejes: Para garantizar un correcto comportamiento estructural, los ejes estructurales de la edificación deberán ser preferentemente alineados y estar dispuestos de manera simétrica en la planta. Una irregularidad en la ubicación de elementos estructurales será motivo de torsión y fallas por cortante.

Regularidad en planta: El coeficiente de regularidad en planta vendrá determinado por la relación entre el área idealizada de la edificación y el área de las irregularidades existentes en este mismo plano (ver tabla 3.36). El área idealizada de la edificación se generará al encerrar la forma de la planta de la edificación en la inmediata regular, es decir rectangular o cuadrangular. Las figuras expuestas en la página 116 analizan la regularidad en planta de los casos de estudio.

Regularidad de ejes		
	Ejes horizontales (1,2,3..)	Ejes verticales (A,B,C..)
Caso estudio 1	Regular	Regular
Caso estudio 2	Regular	Irregular
Caso estudio 3	Irregular	Regular

Relación de aspecto			
	Frente (F1)	Fondo (F2)	Relación de aspecto (F1/F2)
<i>Unidad</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	
Caso estudio 1	6.0	13.0	0.461
Caso estudio 2	6.35	13.20	0.482
Caso estudio 3	10.0	10.70	0.934

Cálculo coeficiente de irregularidad en planta			
	Área idealizada (A)	Área irregularidades (Ai)	Coficiente (Ai/A)
<i>Unidad</i>	<i>m²</i>	<i>m²</i>	
Caso estudio 1	78	24.387	0.313
Caso estudio 2	83.68	12.453	0.149
Caso estudio 3	103.69	24.077	0.232

Tabla 3.34: Superior. Regularidad de ejes según casos de estudio.

Tabla 3.35: Centro. Cálculo relación de aspecto de casos de estudio

Tabla 3.36: Inferior. Cálculo coeficiente de irregularidad en planta. Quinde & Salinas 2019.

Caso estudio 1

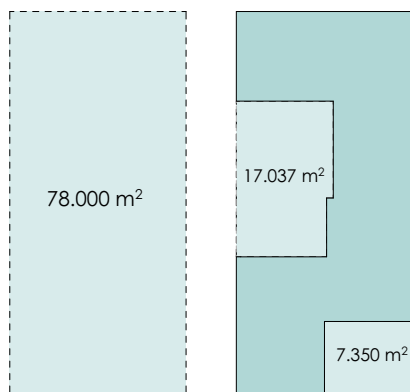
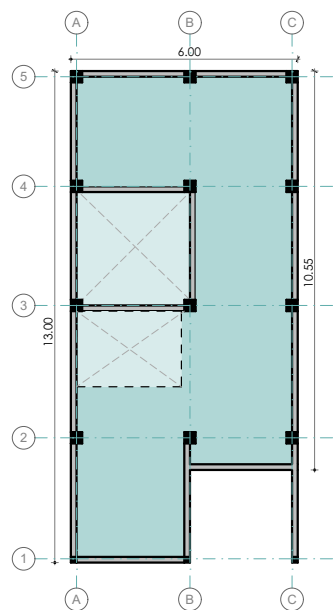


Figura 3.26: Regularidad en planta, caso de estudio 1.

Caso estudio 2

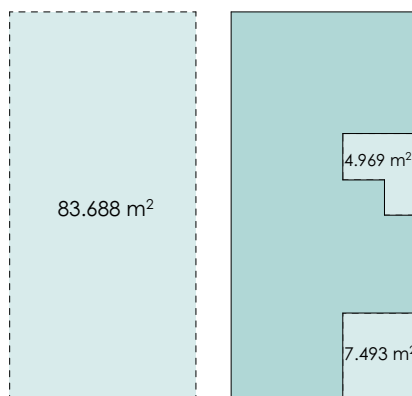
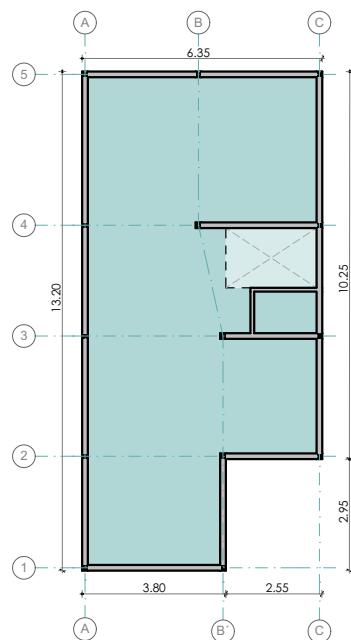


Figura 3.27: Regularidad en planta, caso de estudio 2.

Caso estudio 3

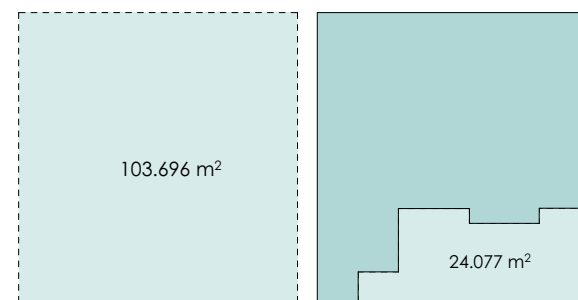
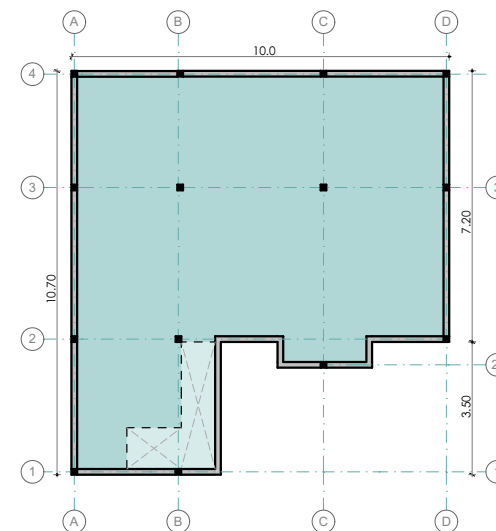


Figura 3.28: Regularidad en planta, caso de estudio 3.



3.1.4. RESULTADOS: CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

Moroni (2014) establece que factores como: simetría, compacidad, forma regular, continuidad vertical y variaciones de rigidez son aquellos estándares a ser considerados al momento de generar un diseño sismo-resistente. Al considerar estos criterios y adicionalmente aquellos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se establece que una vivienda con mejor configuración arquitectónica será aquella que responda de manera correcta a criterios de continuidad y regularidad.

Como resultado del análisis de la configuración arquitectónica de los casos de estudio, se obtendrán una serie de valores que representan el cumplimiento de criterios sismo-resistentes. Para asignar un valor numérico equivalente a la configuración arquitectónica de cada caso de estudio se establece un criterio de valoración en torno a los siguientes aspectos:

- **Relación de aspecto:** Tendrá su valor ideal en 1, es decir una vivienda de forma cuadrada. El cuadrado es por definición una figura con mayor resistencia.
- **Porcentaje de alineación de paredes:** Se procurará que la mayoría de paredes coincidan con los ejes estructurales y por lo tanto, se encuentren correctamente confinadas. Se evaluará sobre un total de 100%.

- **Continuidad en elevación:** Los muros estructurales deberán coincidir verticalmente y conectar la cimentación con toda la estructura. Se evaluará sobre 100%.
- **Regularidad de ejes:** Si las edificaciones poseen ejes regulares en ambos sentidos, se les asignará el puntaje completo. Cualquier irregularidad asignará un valor de 0 en este punto.
- **Coefficiente de regularidad en planta:** Una vivienda totalmente regular obtendrá un coeficiente con un valor igual a 1, a partir de este principio, se realizará la equivalencia respectiva con los valores obtenidos en cada caso de estudio.
- **Regularidad en planta:** La regularidad en planta de una vivienda se calcula por el porcentaje de aberturas horizontales que posea. Si cumple con los valores máximos como se indica en la NEC, esta recibe la condición de regular un puntaje completo. La excesiva presencia de aberturas otorgará a la vivienda la condición de irregular y un valor de 0 en este aspecto.

Con el objetivo de obtener un valor total de 100 puntos, cada uno de los seis aspectos antes descritos será calificado numéricamente sobre 16.667 puntos (este valor corresponde al

fraccionamiento de 100 en 6 partes uniformes). Las equivalencias serán calculadas por medio de relaciones directas (reglas de tres simple). El determinar esta equivalencia nos permite comparar los casos de estudio a nivel arquitectónico, sin realizar análisis subjetivos. Las tablas 3.38, 3.39 y 3.40 evidencian las respectivas calificaciones de cada caso de estudio.

Las siguientes variables no son consideradas previamente, puesto que no existe una manera apropiada de jerarquizar sus resultados; sin embargo, se reconocen como aspectos importantes de la configuración de la vivienda capaces de relacionarse al momento de encontrar la masa de la edificación y los desplazamientos y esfuerzos al interior de la edificación.

- **Relación longitud de paredes por metro cuadrado de losa.**
- **Relación área de aberturas por metro cuadrado de pared.**
- **Porcentajes de aberturas (horizontales y verticales).**

La tabla 3.37 muestra los resultados finales obtenidos del análisis arquitectónico con sus respectivas variables y valores numéricos.

CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA										
Variable		PAREDES		REGULARIDAD				ABERTURAS		
Indicadores	Relación de aspecto frente/fondo	Porcentaje alineación de paredes	Relación longitud de paredes por m2	Continuidad en elevación	Regularidad de ejes estructurales	Coefficiente de regularidad en planta	Regularidad en planta	Relación aberturas de paredes por m2	Porcentaje de aberturas horizontales	Porcentaje de aberturas verticales
Unidad		%		%	SI/NO		SI/NO		%	%
Caso estudio 1	0,461	77.55%	0.99	79.00%	SI	0.313	NO	0.143	9.52%	79.00%
Caso estudio 2	0.482	81.58%	0.75	86.00%	NO	0.149	NO	0.138	7.69%	86.00%
Caso estudio 3	0.934	68.29%	1.08	93.00%	NO	0.232	NO	0.133	8.90%	93.00%

Tabla 3.37: Datos arquitectónicos finales de los casos de estudio. Quinde & Salinas 2019.

CASO ESTUDIO 1		
	Valor obtenido	Calificación /16,667
Relación de aspecto	0.461	7.683
Porcentaje de alineación de paredes	77.55 %	12.925
Continuidad en elevación	79.00 %	13.166
Regularidad de ejes	SI	16.667
Coefficiente de regularidad en planta	0.687	11.450
Regularidad en planta	NO	0
TOTAL		61.891

Tabla 3.38: Calificación numérica de configuración arquitectónica. Quinde & Salinas 2019.

CASO ESTUDIO 2		
	Valor obtenido	Calificación /16,667
Relación de aspecto	0.482	8.0334
Porcentaje de alineación de paredes	81.58 %	13.596
Continuidad en elevación	86.00 %	14.333
Regularidad de ejes	No	0
Coefficiente de regularidad en planta	0.852	14.200
Regularidad en planta	SI	16.667
TOTAL		83.496

Tabla 3.39: Calificación numérica de configuración arquitectónica. Quinde & Salinas 2019.

CASO ESTUDIO 3		
	Valor obtenido	Calificación /16,667
Relación de aspecto	0.934	15.566
Porcentaje de alineación de paredes	68.29 %	11.381
Continuidad en elevación	93.00 %	15.50
Regularidad de ejes	NO	0
Coefficiente de regularidad en planta	0.768	12.800
Regularidad en planta	NO	0
TOTAL		55.247

Tabla 3.40: Calificación numérica de configuración arquitectónica. Quinde & Salinas 2019.



3.1.4. RESULTADOS: CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

CASO DE ESTUDIO 1

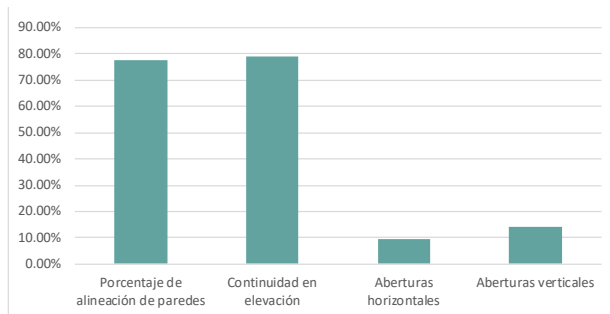


Figura 3.29: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 1.

CASO DE ESTUDIO 2

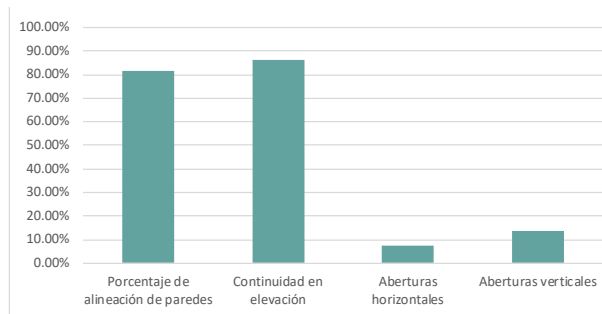


Figura 3.31: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 2.

CASO DE ESTUDIO 3

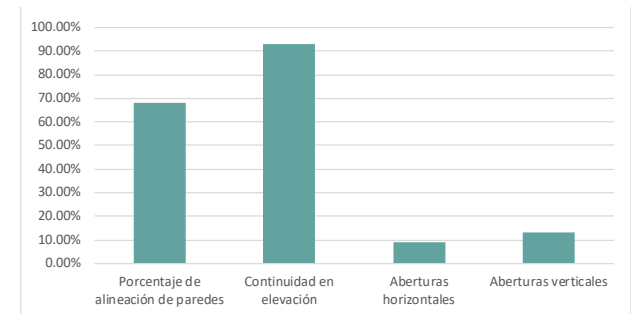


Figura 3.33: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 3.

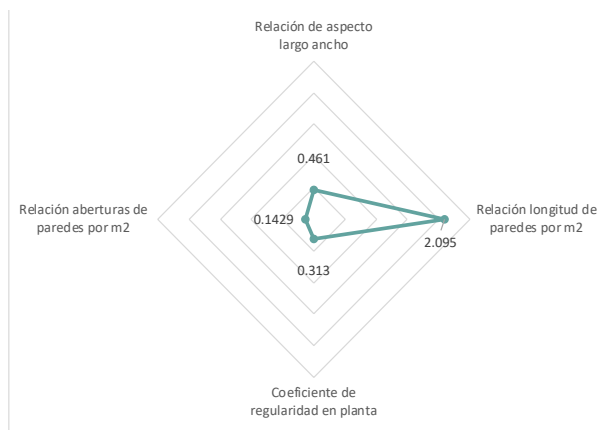


Figura 3.30: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 1.

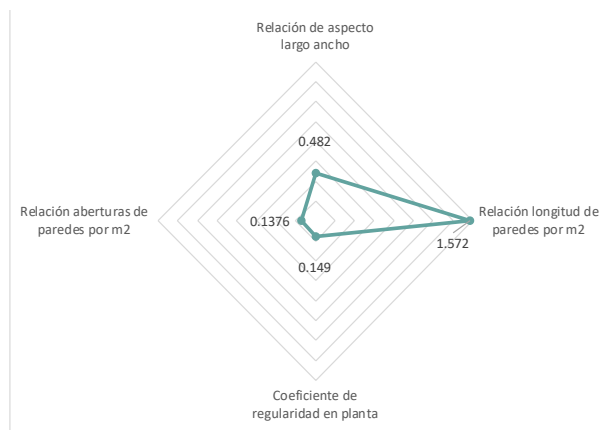


Figura 3.32: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 2.

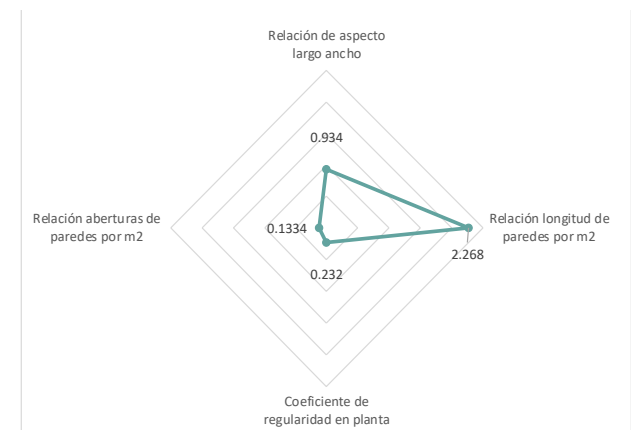
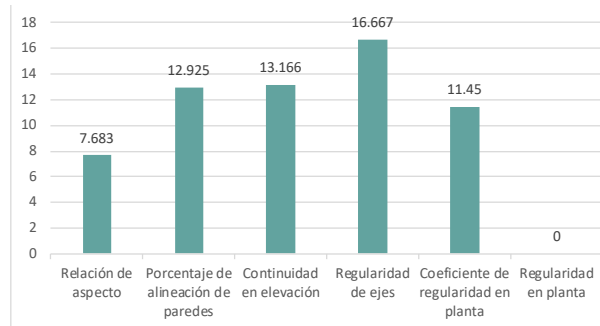


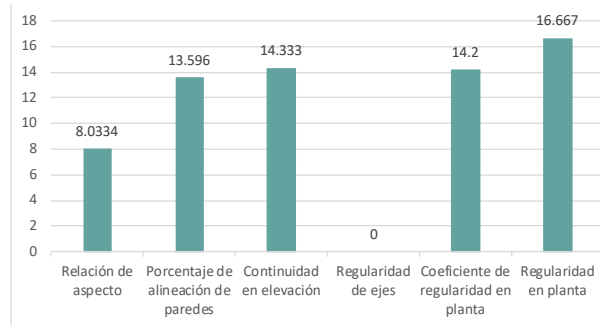
Figura 3.34: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 3.

RESUMEN DE RESULTADOS: CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

CASO DE ESTUDIO 1



CASO DE ESTUDIO 2



CASO DE ESTUDIO 3

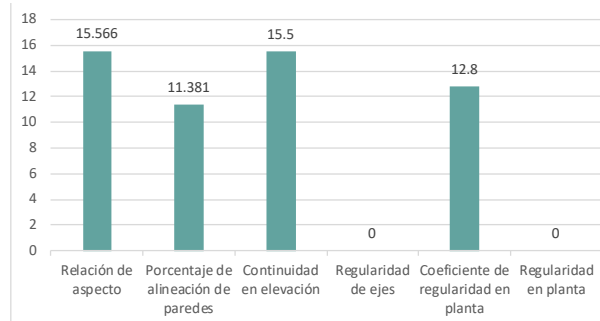


Figura 3.35: Superior. Características arquitectónicas cuantificadas sobre un valor de 16.667 en caso estudio 1.

Figura 3.36: Centro. Características arquitectónicas cuantificadas sobre un valor de 16.667 en caso estudio 2.

Figura 3.37: Inferior. Características arquitectónicas cuantificadas sobre un valor de 16.667 en caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

Caso estudio 1: Con un valor de 61.89/100, posee una planta rectangular irregular, producto de retranqueos por la existencia de un patio y del núcleo de gradas. Sus ejes estructurales son regulares. Posee un valor de 2.095 metros lineales de pared por metro cuadrado de losa. El valor correspondiente a área de aberturas por pared (0.143) es el más alto de los casos de estudio.

Caso estudio 2: Presenta el mejor valor (83.49/100) referente a configuración arquitectónica. Posee una planta que puede ser considerada como regular, puesto que presenta solo un retranqueo en la esquina. Su variable más afectada es la regularidad de ejes, estos presentan un quiebre. Posee la cantidad más baja de paredes de los tres casos de estudio con un valor de 1.572 metros lineales por metro cuadrado de losa.

Caso estudio 3: Con un valor de 55.27/100, presenta el valor más bajo correspondiente a configuración arquitectónica. Su planta a pesar de tener la relación de aspecto más cercana a la ideal (0.93) posee forma irregular y sus ejes estructurales presentan un desplazamiento. Adicionalmente, este caso de estudio posee la mayor cantidad de paredes (2.27 m/m²) y el menor porcentaje de aberturas por pared; este será uno de los condicionantes que determinará el peso de su estructura.



3.1.5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ARQUITECTÓNICOS

COMPARACIÓN ARQUITECTÓNICA										
Variable	PAREDES			REGULARIDAD				ABERTURAS		
Indicadores	Relación de aspecto largo ancho	Porcentaje de alineación de paredes	Relación longitud de paredes por m2	Continuidad en elevación	Regularidad de ejes estructurales	Coefficiente de regularidad en planta	Regularidad en planta	Relación aberturas de paredes por m2	Aberturas horizontales	Aberturas verticales
Unidad		%		%	SI/NO		SI/NO		%	%
Caso estudio 1	0.461	77.55%	2.095	79.00%	Si	0.313	No	0.143	9.52%	14.29%
Caso estudio 2	0.482	81.58%	1.572	86.00%	No	0.149	Si	0.138	7.69%	13.76%
Caso estudio 3	0.934	68.29%	2.268	93.00%	No	0.232	No	0.133	8.90%	13.34%

Tabla 3.41: Comparación arquitectónica. Quinde & Salinas 2019.

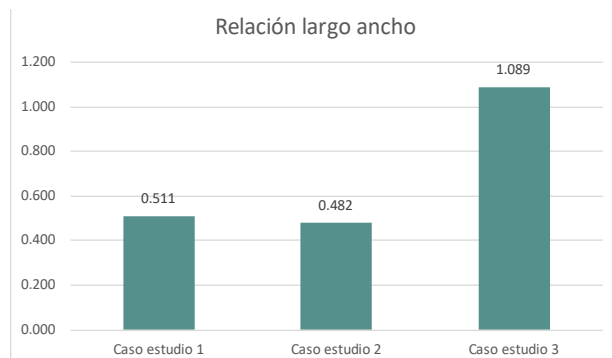


Figura 3.38: Relación largo ancho.

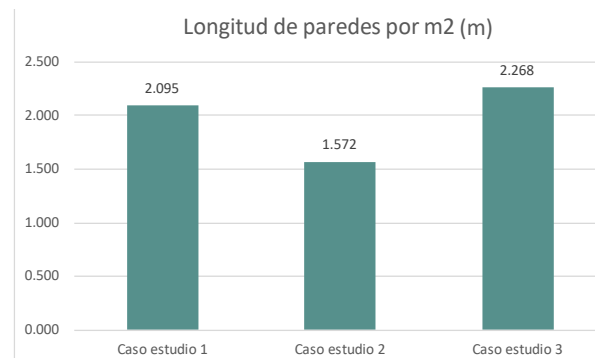


Figura 3.40: Longitud de paredes por m²

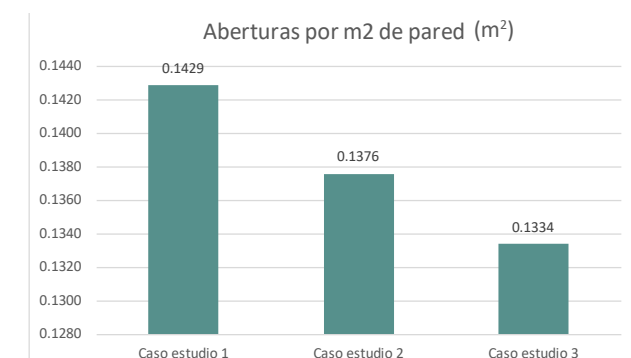


Figura 3.42: Aberturas por m² de pared.

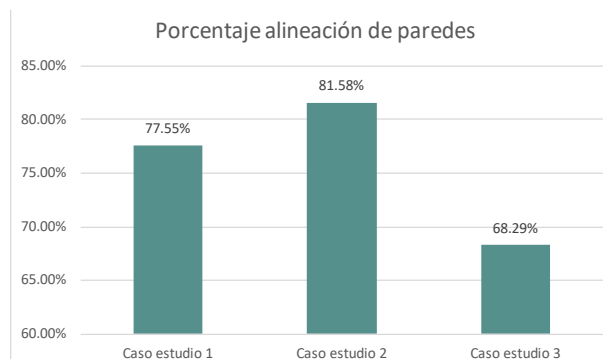


Figura 3.39: Porcentaje alineación de paredes.

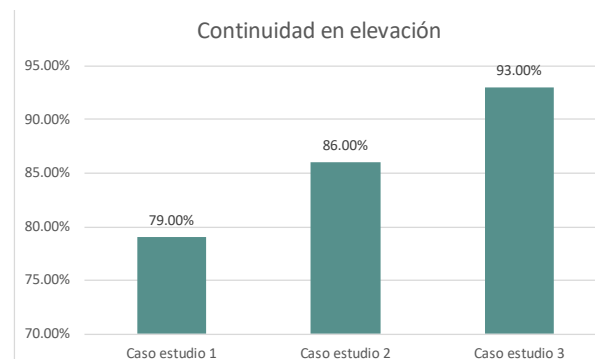


Figura 3.41: Continuidad en elevación.

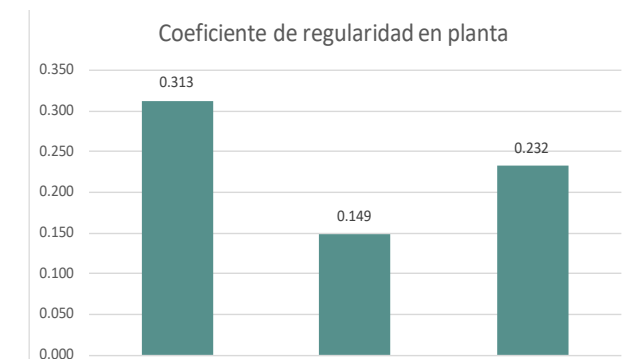


Figura 3.43: Coeficiente de regularidad en planta.

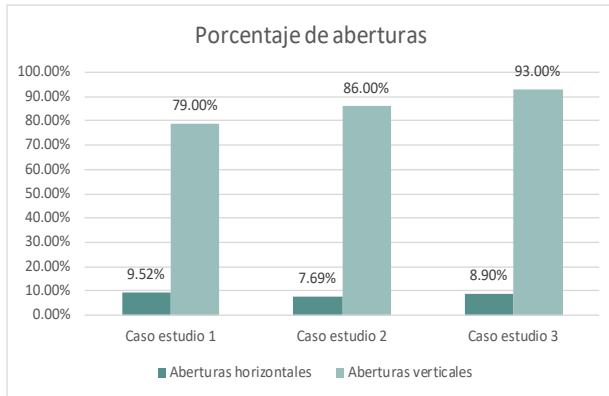


Figura 3.44: Porcentaje de aberturas . Quinde & Salinas, 2019.

Al comparar los resultados del análisis de configuración arquitectónica de los tres casos de estudio encontramos las siguientes afirmaciones:

- El caso estudio 3 presenta la configuración arquitectónica menos recomendable y por lo tanto, el menor valor de calificación general (61.89/100).
- El caso estudio con la configuración arquitectónica más apta corresponde al número 2, con un valor de calificación de 83.49/100.

Paredes: El mayor porcentaje de alineación de paredes (81.58%) lo presenta el caso estudio 2, este a su vez posee la menor cantidad de paredes por metro cuadrado. Por el contrario, el caso estudio 3 presenta el menor valor de porcentaje de alineación de paredes (68,29) y la mayor cantidad de paredes por metro cuadrado.

Regularidad: El caso estudio 1 es el más irregular, el coeficiente de regularidad en planta (0,313) denota una mayor área de aberturas horizontales, adicionalmente, posee el porcentaje más bajo de continuidad vertical (79.00%). El único aspecto a resaltar en esta edificación es la existencia de ejes alineados. El caso estudio 2 es el más regular con un coeficiente de irregularidad de 0.14. El factor

negativo en este caso, es la existencia de ejes irregulares.

Aberturas: El caso de estudio con mayor porcentaje de aberturas tanto horizontales como verticales es el número 1. Posee además, la mayor relación de aberturas por área de pared (0.14). Los casos de estudio 2 y 3 poseen valores referentes a aberturas verticales similares; sin embargo, el caso estudio 3 posee mayor afección por aberturas horizontales.

ANÁLISIS SÍSMICO

3.2. ANÁLISIS SÍSMICO

Se realiza un análisis a nivel mesoscópico del comportamiento estructural de los casos de estudio que, después del proceso de selección antes desarrollado, corresponden a ser muestras representativas de viviendas adosadas de dos pisos de mampostería confinada en Cuenca. Se hace uso de un método mecánico analítico que permite la predicción de un efecto sísmico en edificaciones por medio de un modelo de análisis detallado, apropiado para estructuras individuales.

El análisis a ser utilizado es de orden lineal, puesto que las deformaciones y desplazamientos (que se suponen relativamente pequeños) se aproximan en primer orden por una relación lineal. De igual manera, este tipo de análisis supone una relación directa lineal entre las fuerzas y los esfuerzos que presenta la estructura; y adicionalmente, el mismo tipo de vínculo entre las fuerzas internas y externas que actúan en cada elemento. El equilibrio de la estructura se considera en estado no deformado y al aplicar cargas esta se comporta y deforma linealmente.

Se hace uso del método de elementos finitos, cuyas incógnitas principales son los desplazamientos nodales (de puntos) considerados en un sistema global de coordenadas (x, y, z) que se transforman a desplazamientos en un sistema coordinado local (x_1, y_1, z_1) de-

finido por cada elemento. Se ejecuta en el programa Stabíl y requiere el ingreso de las características geométricas y cualitativas de la edificación y el sistema de cargas al que está sometida la estructura. Los elementos que componen la edificación son representados de la siguiente manera: vigas y columnas como elementos lineales; y, losas y paredes como elementos bidimensionales isotrópicos.

El método de elementos finitos requiere de la ejecución de los siguientes pasos a nivel general:

1. Generar el modelo de la estructura.
2. Definir sistema de uniones entre elementos.
3. Determinar las cargas que soportará la edificación.
4. Establecer las condiciones de borde.

De esta manera, la estructura se modela como un sistema de múltiples grados de libertad (MGDL) y una matriz de rigidez elástica. La acción sísmica se representa por un análisis espectral modal que supone la respuesta dinámica de la estructura. Se determina de manera independiente las respuestas frente a cada modo natural de vibración haciendo uso de un espectro de diseño elástico asignado en función de características propias del lugar de implantación.

Se consideran únicamente los modos de vibración que afectan mayormente a la estructura. Este reconocimiento se da a partir de analizar la cantidad de masa desplazada en cada modo.

El análisis sísmico permite determinar las fuerzas y desplazamientos internos de la estructura tanto por su peso propio como por la acción de fuerzas externas a la edificación. Se determinará también el daño de la estructura por medio del cálculo de la deriva de piso. Este análisis permitirá ver cuáles son los elementos de la edificación sujetos mayormente a fallas y a su posible colapso.

Las estructuras de uso normal (viviendas unifamiliares) deberán diseñarse para una resistencia tal que puedan soportar los desplazamientos laterales inducidos por el sismo de diseño que considera las características geológicas de la zona donde se emplaza el objeto de estudio. (NEC-SE-SD, 2014). Según la normativa NEC-SE-RE-Riesgo sísmico, la evaluación de riesgo sísmico ejecutada en esta investigación corresponde al estudio de Estabilidad del Edificio y Desempeño Sísmico (BS). El objetivo de esta evaluación es determinar el desempeño sísmico de la estructura. A continuación, se desarrolla el reconocimiento estructural de los casos de estudio y su respectivo análisis sísmico.



3.2.1. Características estructurales:

Las edificaciones analizadas poseen una estructura de pórticos de hormigón armado, muros no reforzados de mampostería de ladrillo de 15 cm de espesor mayormente confinados y cubiertas metálicas ligeras con revestimiento de zinc. Los sistemas de entrepiso corresponden a losas macizas de hormigón armado. Las características mecánicas de la mampostería han sido determinadas en estudios adicionales (Neira & Ojeada, 2008) lo cual permite un mejor acercamiento a las condiciones reales de las edificaciones en estudio.

Elemento	Descripción
Vigas	Son de hormigón armado ($f'c=210$ kg/cm ²). En el entrepiso se encuentran vinculadas directamente a la losa.
Columnas	Son de hormigón armado $f'c=210$ kg/cm ²
Losas	Losas macizas de hormigón armado.
Cubierta	Cubierta de estructura metálica y revestimiento de planchas de zinc.
Muros	Muros generalmente de mampostería confinada. Formados por ladrillos artesanales macizos de 15 cm de ancho. Generalmente, con revestimiento de enlucido, empaste y pintura.

Tabla 3.42: Tipos de elementos estructurales y su descripción.

El comportamiento estructural de edificaciones con muros de mampostería y particularmente su respuesta sísmica se ve influenciada por los detalles constructivos y de

ensamble de elementos. (Marques, Lourenco, 2019). Las figuras 3.45 y 3.46 indican los mecanismos de ensamble de los diferentes elementos estructurales. Se observan uniones rígidas y macizas productos de la unión íntegra de elementos únicamente de hormigón armado.

Es necesario mencionar que esta investigación no considera los valores reales de resistencia mecánica que posee la estructura de hormigón armado de las edificaciones en estudio, puesto que no se han realizado ensayos in-situ y no se determinaron valores de cuantía de acero o resistencia a compresión del hormigón. Para generalizar esta investigación, se consideran los valores establecidos normalmente para cada material. Para la resistencia a compresión del hormigón estructural se adoptará el valor de $f'c= 210$ kg/cm². Este valor corresponde al mínimo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2014).

Las características de los materiales que intervienen en la estructura serán condicionantes fundamentales al momento de determinar su comportamiento.

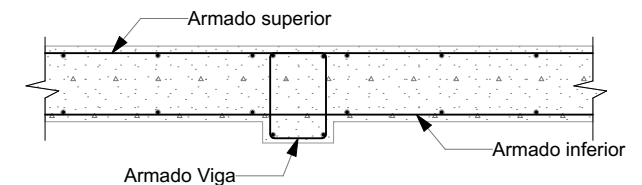


Figura 3.45: Detalle viga en losa maciza.

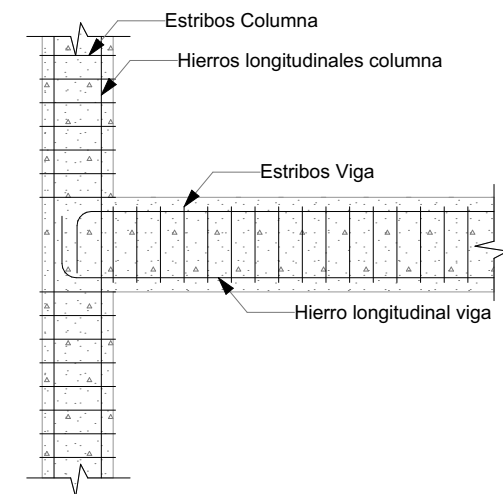


Figura 3.46: Detalle ensamble columna - viga.

	Vigas Planta baja		Vigas planta alta		Columnas		Losa
	Ancho	Peralte	Ancho	Peralte	X1	X2	Peralte
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Caso estudio 1	30	20	30	25	30	30	20
Caso estudio 2	15	15	15	20	15	15	20
Caso estudio 3	15	15	15	20	15	15	20

Tabla 3.43: Dimensiones elementos estructurales según caso de estudio.

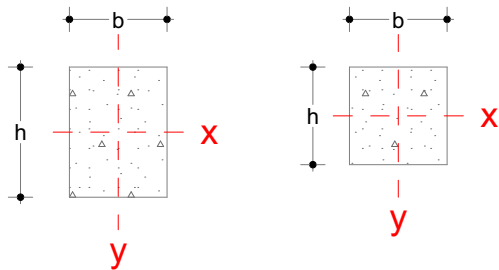


Figura 3.47: Dimensiones elementos estructurales según caso de estudio. Quinde & Salinas, 2019.

Información de los elementos estructurales:

La tabla 3.43 presenta las dimensiones de los elementos estructurales de los diferentes casos de estudio a ser analizados. Estos valores son fundamentales en el comportamiento estructural de los casos de estudio y serán ingresados en el programa Stabil para determinar la rigidez y el peso de la estructura global. De estos valores derivan los siguientes aspectos también necesarios al momento de generar un modelo matemático que permita analizar los casos de estudio:

- Área de la sección
- Inercia

Considerando que los elementos estructurales poseen secciones principalmente rectangulares y se disponen en el espacio de acuerdo con el sistema de coordenadas global (x,y,z), es necesario introducir las siguientes expresiones:

	Área de la sección	Inercia en eje y-y	Inercia en eje z-z	Inercia en eje x
Unidad	m^2	m^4	m^4	m^4
Sección rectangular	$A=b*h$	$Iy= bh^3/12$	$Iz= hb^3/12$	$Ix= Iy+ Iz$

Tabla 3.44: Inercias en X, Y y Z. Quinde & Salinas 2019.

En dónde:

b=Base de la sección

h= Altura de la sección (Peralte)

Las dimensiones marcadas en la tabla 3.43 no cumplen con las secciones mínimas requeridas para elementos de hormigón armado en viviendas de dos pisos según lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-VIV (2014) (Ver tabla 3.45).

Número de pisos de la vivienda	Elemento	Luz máxima (m)	Altura total del entrepiso (m)	Sección mínima base x altura (cm x cm)
1	Columnas	4.0	2.5	20 x 20 (a)
	Vigas			15 x 20 (b)
2	Columnas	4.0	2.5	Piso 1: 25 x 25
	Vigas			Piso 2: 20 x 20

Tabla 3.45: Requisitos mínimos en función del número de piso de la vivienda con pórticos de hormigón armado. Obtenida de: Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros de conformidad con la norma ecuatoriana de construcción NEC 2015, pg 26.

Las figuras 3.48 - 3.53 muestran los castillos estructurales de los casos de estudio. En estas se indican con distintos colores los tipos de elementos estructurales.

Castillo Estructural

Caso Estudio 1

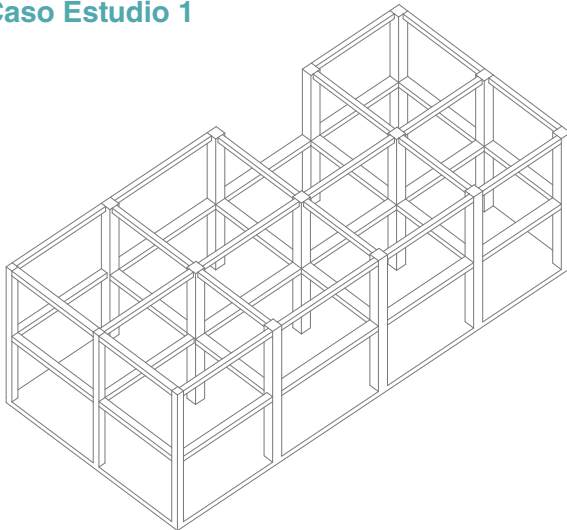


Figura 3.48: Castillo estructural caso estudio 1.

Caso Estudio 2

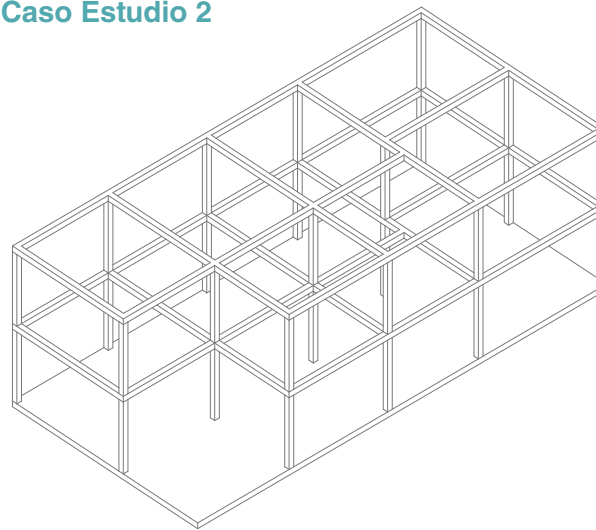


Figura 3.49: Castillo estructural caso estudio 2.

Caso Estudio 3

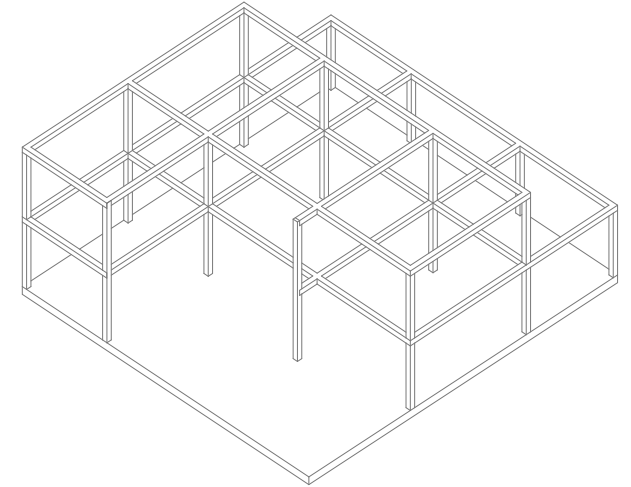


Figura 3.50: Castillo estructural caso estudio 3.

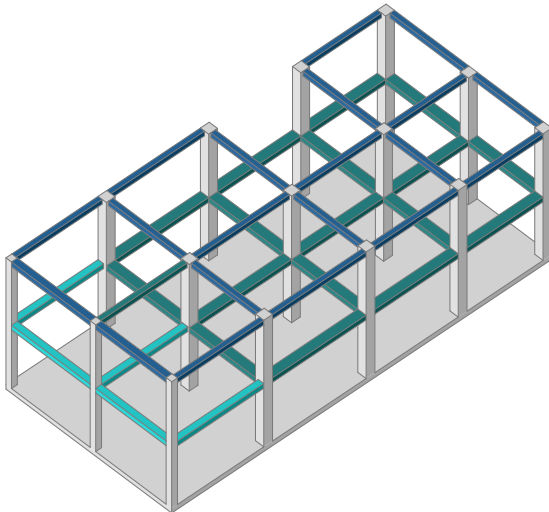


Figura 3.51: Castillo estructural caso estudio 1 con elementos estructurales diferenciados.

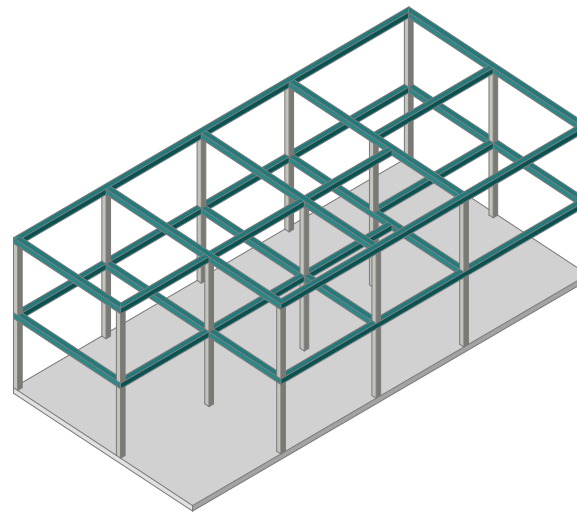


Figura 3.52: Castillo estructural caso estudio 2 con elementos estructurales diferenciados.

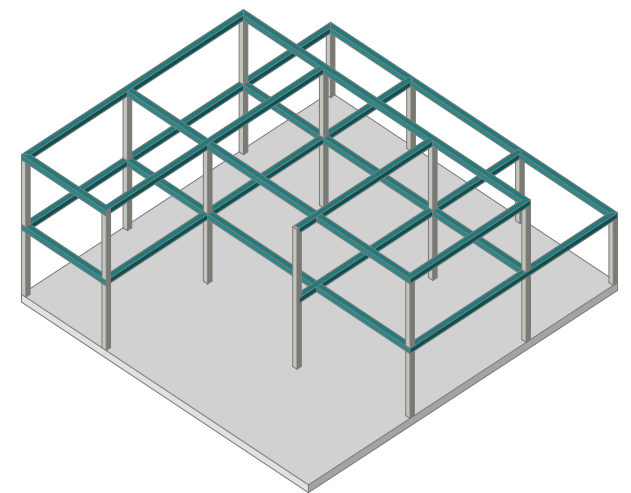


Figura 3.53: Castillo estructural caso estudio 3 con elementos estructurales diferenciados.

Entre las propiedades de los materiales que son de interés para este estudio encontramos las siguientes:

Coefficiente de Poisson (μ): El coeficiente de Poisson se define como la relación entre las deformaciones longitudinales y las fuerzas perpendiculares y longitudinales aplicadas a un cuerpo. Su valor numérico está comprendido entre 0 y 0.5. Esta investigación considera los siguientes valores correspondientes al coeficiente de Poisson:

- μ_1 (hormigón) = 0.25
- μ_2 (mampostería) = 0.22

Módulo elástico (E): El módulo elástico hace referencia a la relación entre los incrementos de tensión y la deformación longitudinal unitaria en el rango de comportamiento elástico de un material. Denominado también Módulo de Young, es una propiedad intrínseca de los materiales directamente relacionada con su rigidez y viene dado por la siguiente expresión:

$$E = d_{\sigma} / d_{\epsilon}$$

- En dónde:
- E = Módulo elástico
- d_{σ} = Tensión (Expresada en MPa)
- d_{ϵ} = deformación unitaria

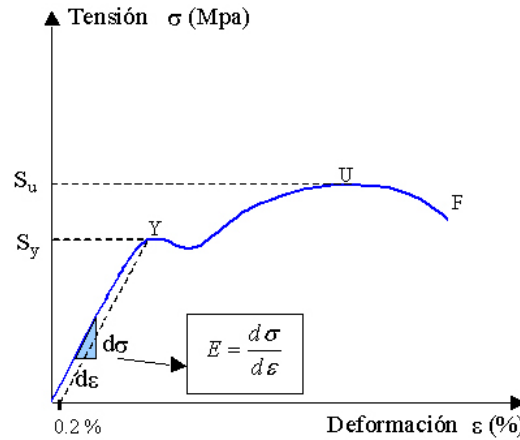


Figura 3.54: Gráfica tensión - deformación. Obtenida de: http://www.mecapedia.uji.es/modulo_de_elasticidad.htm

La Norma Ecuatoriana de la Construcción establece que el Módulo de Elasticidad de hormigones de densidad normal se ha de determinar mediante la siguiente expresión:

$$E_c = 4.7 * \sqrt{f'c}$$

- En dónde:
- E_c = Módulo de elasticidad para el hormigón (GPa)
- $f'c$ = Resistencia a la compresión del hormigón (Mpa)

Esta investigación supone un valor de resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ que corresponde a la resistencia mínima admisible para elementos de hormigón armado. De esta manera el valor utilizado corresponde a:

$$E_c = 21.538 \text{ GPa}$$

El módulo elástico de la mampostería ha sido determinado mediante varios enfoques que parten de la Resistencia a la Compresión de la mampostería; esta a su vez viene en función de la resistencia de las unidades de ladrillo, la resistencia y el espesor del mortero utilizado en las juntas y otros factores de elaboración (Barrera & Peñaloza, 2018). El valor considerado en esta investigación se adopta a partir de lo indicado en la tabla 3.46. Se toma el valor regular correspondiente a $E=24000 \text{ kg/cm}^2$

Propiedad	Nomenclatura	Malo	Regular	Bueno
Módulo de elasticidad	$E = (\text{kgf/cm}^2)$	13500	24000	45000
Bibliografía: ACI-350 (2002), NEC-SE-MP (2005), NMX-C-454 (2010), Norma Técnica E070 (2006).				

Tabla 3.46: Obtenida de: Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros, de conformidad con la norma ecuatoriana de construcción NEC 2014, (pg 26).



Densidad (Rho): La densidad de un material es una de sus propiedades físicas y hace referencia a la cantidad de masa que hay en un determinado volumen. Como densidades base de los principales elementos considerados en esta investigación, tomamos los siguientes valores según la NEC 2014:

- Densidad hormigón= 2400 kg/m³
- Densidad mampostería de ladrillo= 1700 kg/m³

Esta investigación requiere el cálculo de los distintos tipos de cargas que ha de soportar la estructura; estas serán incluidas en las densidades de los elementos encargados de soportar estos pesos adicionales con el objetivo de optimizar el proceso de cálculo de la rigidez y comportamiento de la estructura. Las densidades finales consideradas en esta investigación se calcularon de la siguiente manera:

$$D_f = D_b + D_a$$

Dónde:

D_f= Densidad final considerada

D_b= Densidad base del elemento

D_a= Densidad adicional por pesos adicionales

Cálculo de cargas: En primer lugar se han de considerar los distintos tipos de cargas y combinaciones requeridas para el análisis estructural de una edificación. La norma NEC-SE-CG considera: cargas permanentes (peso propio de la estructura) y cargas variables (cargas vivas).

- **Cargas permanentes** (Carga muerta = CM): Están constituidas por los pesos propios de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Se incluyen elementos como: paredes, recubrimientos e instalaciones.
- **Carga viva:** También llamada sobrecarga de uso, depende la ocupación a la que está destinada la edificación y está conformada por el peso de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales. En el caso de viviendas (unifamiliares y bifamiliares) se establece una carga viva igual a 2.00 kN/m² o 200 kgf/m²

Combinación de cargas: De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su capítulo Cargas, este estudio utiliza la combinación de cargas presentada en la tabla 3.23; en esta se identifican dos factores de seguridad (1.2 y 1.6) que modifican ambas cargas y un factor de reducción 0.3 referente a que en un análisis modal se considerará al

menos el 30% de la carga viva.

Cálculo Carga última (Cu)
Cu= 1,2 Cm + 0,3(1,6)Cv

Tabla 3.47: Formula para el cálculo de la carga última en una edificación.

En donde:

Cu= Carga última

Cm= Carga muerta total

Cv= Carga viva

Los valores antes descritos representan cargas distribuidas y por lo tanto se calculan en kgf/m². Estos valores de carga han de ser considerados posteriormente en el cálculo de las densidades que se ingresarán en el análisis sísmico y afectarán la rigidez del sistema, su peso propio y las deformaciones y esfuerzos internos.

Obtención de densidades finales para elementos estructurales:

Densidad losa de entrepiso: Debe incluir todas las cargas que soporta el elemento, de esta manera el resultado final se obtiene de considerar la combinación de cargas antes descrita (Tabla 3.47). La tabla 3.47 muestra el cálculo de la carga muerta en el cual se incluyen aspectos adicionales como revestimientos, instalaciones y cielo raso. La tabla 3.49 muestra el cálculo de la carga última para el entrepiso y su respectiva transformación a densidad.

Densidad paredes: Las paredes existentes en los casos de estudio son muros de mampostería de ladrillo panelón con un espesor de 15 cm. La tabla 3.50 muestra el cálculo de su densidad final considerando un peso extra por enlucido y empaste.

Densidad columnas: Todos los elementos estructurales de los casos de estudio son de hormigón armado. La densidad base del hormigón, como se ha indicado anteriormente, posee el valor de 2447.32 kg/m³. La tabla 3.51 expone el cálculo de la densidad final de columnas considerando el peso normal del hormigón y adicionalmente un peso extra por enlucido y empaste.

Cálculo peso losa de entrepiso	
Componentes a considerar	Pesos según NEC 2014 (kg/m ²)
Instalaciones	10
Cielo raso	20
Revestimiento de piso	22.43
Losa de hormigón	489.46
Peso final losa de entrepiso por metro cuadrado	541.89 Kg/m²

Tabla 3.48: Cálculo de densidad de losa de entrepiso. Quinde & Salinas 2019.

Cálculo densidad losa de entrepiso				
Carga muerta Cm	Carga viva Cv	Carga última (1.2Cm + 0.3(1.6) Cv) Cu	Espesor losa (e)	Densidad final losa entrepiso (Cu*e)
Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	m	Kg/m ³
541.89	200	746.27	0.2	3731.4

Tabla 3.49: Cálculo de densidad de losa de entrepiso. Quinde & Salinas 2019.

Cálculo peso paredes			
Componentes a considerar	Densidad según NEC 2014 (D)	Espesor (e)	Peso por metro cuadrado (D * e)
Unidad	kg/m ³	m	kg/m ²
Pared de ladrillo artesanal	1700	0.15	255
Enlucido	1800	0.04	72
Empaste	1500	0.01	15
Peso final de pared por metro cuadrado (P)			342 Kg/m ²
Espesor del muro (e)			0.15 m
Densidad final paredes de ladrillo e=15 cm (P*e)			2280 Kg/m³

Tabla 3.50: Cálculo de densidad de paredes. (Rho)

Cálculo peso columnas			
Componentes a considerar	Densidad según NEC 2014 (D)	Área de la sección (e)	Peso por metro cuadrado (D * e)
Unidad	kg/m ³	m ²	kg/m
Hormigón	2447.32	0.09	220.25
Enlucido	1800	0.0124	22.32
Empaste	1500	0.0061	9.15
Peso final de un metro de columna 1x1 (P)			251.72 Kg/m
Área columna (e)			0.09 m
Densidad final columnas (Rho) (P*e)			2796 Kg/m³

Tabla 3.51: Cálculo de densidad (Rho) columnas



Densidad vigas de cubierta: Para calcular el peso adicional que debe ser considerado en las vigas del nivel superior a causa del peso de la cubierta metálica, se procede de la siguiente manera:

1. Se calcula el peso de la cubierta por metro cuadrado haciendo uso de la combinación de cargas previamente indicada (ver tabla 3.53). El valor de carga viva corresponde al que se indica en la Norma Ecuatoriana de la Construcción para cubiertas sin acceso (100 kg/m^2); y el valor de carga muerta obtenido al considerar los principales elementos constructivos que conforman la cubierta metálica (tabla 3.52).
2. Se determina el área de soporte correspondiente a cada viga. analizando las verdaderas magnitudes de cada plano)
3. Las densidades de cada viga vendrán en función de su longitud y su sección, es decir su volumen.
4. La densidad final de cada viga se obtiene al sumar la densidad base del hormigón (2447.32 kg/m^3) más la densidad adicional por peso de cubierta previamente calculada.

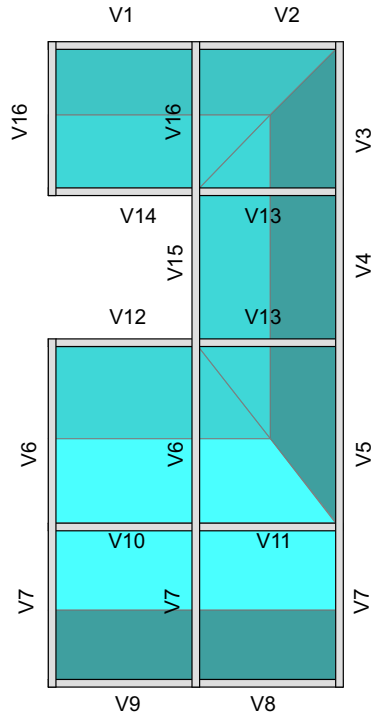
Cálculo carga muerta cubierta	
Componentes a considerar	Pesos según NEC 2014 (kg/m^2)
Instalaciones	10
Cielo raso	20
Cubierta metálica	150
Peso final losa de entepiso por metro cuadrado	180 Kg/m^2

Tabla 3.52: Cálculo de densidad de losa de entepiso. Quinde & Salinas 2019.

Cálculo carga última para cubierta metálica		
Carga muerta Cm	Carga viva Cv	Carga última ($1.2Cm + 0.3(1.6)Cv$) Cu
Kg/m^2	Kg/m^2	Kg/m^2
180	100	264

Tabla 3.53: Cálculo de densidad de losa de entepiso. Quinde & Salinas 2019.

Cálculo densidad vigas de cubierta Caso estudio 1



CASO ESTUDIO 1								
	Longitud viga de cubierta	Sección viga de cubierta	Volumen viga	Área soportante	Carga de cubierta	Densidad base hormigón	Densidad adicional por cubierta	Densidad final
	L	A	V= L*A	A _s		Db	Da	Df = Db +Da
	m	m ²	m ³	m ²	kgf	kg/m3	kg/m3	kg/m3
V1	2.7	0.09	0.243	5.6	1478.4	2447.32	6083.95	8531.27
V2	2.55	0.09	0.230	5.09	1343.76	2447.32	5855.16	8302.48
V3	2.6	0.09	0.234	3.51	926.64	2447.32	3960.00	6407.32
V4	2.85	0.09	0.257	4.45	1174.8	2447.32	4580.12	7027.44
V5	3.2	0.09	0.288	0	0	2447.32	0.00	2447.32
V6	3.2	0.09	0.288	0	0	2447.32	0.00	2447.32
V7	3	0.09	0.27	0	0	2447.32	0.00	2447.32
V8	2.8	0.09	0.252	6.54	1726.56	2447.32	6851.43	9298.75
V9	2.65	0.09	0.239	6.54	1726.56	2447.32	7239.25	9686.57
V10	2.55	0.09	0.230	12.06	3183.84	2447.32	13872.94	16320.26
V11	2.55	0.09	0.230	10.47	2764.08	2447.32	12043.92	14491.24
V12	2.7	0.09	0.243	6.83	1803.12	2447.32	7420.25	9867.57
V13	2.85	0.09	0.257	0	0	2447.32	0.00	2447.32
V14	2.7	0.09	0.243	7.3	1927.2	2447.32	7930.86	10378.18
V15	2.85	0.09	0.257	2.85	2204.4	2447.32	8594.15	11041.47
V16	2.6	0.09	0.234	0	0	2447.32	0.00	2447.32

Figura 3.55: Ejemplo de planta de cubierta con la distribución de cargas a las diferentes vigas de apoyo. Quinde & Salinas 2019.

Tabla 3.54: Cálculo de densidad en vigas de cubierta.

Tabla 3.55: Datos peso por carga última en la cubierta y dimensiones de vigas sobre la que se distribuye.

Carga última por cubierta	264	kg/m2
Ancho viga (a)	0.3	m
Peralte viga (p)	0.3	m
Sección viga (a*p)	0.09	m ²



Cálculo vigas de cubierta - Caso estudio 2

VIGAS DE CUBIERTA - CASO ESTUDIO 2							
	L viga	Área	Carga de cubierta	Volumen viga	Densidad hormigón	Densidad por cubierta	Densidad total
			kg	m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
V1	2.85	6.46	1705.44	0.086	2447.32	19946.67	22393.99
V2	3	6.8	1795.2	0.09	2447.32	19946.67	22393.99
V3	3.85	0	0	0.116	2447.32	0.00	2447.32
V4	2.8	0	0	0.084	2447.32	0.00	2447.32
V5	3	0	0	0.09	2447.32	0.00	2447.32
V6	2.4	3.91	1032.24	0.072	2447.32	14336.67	16783.99
V7	3.5	5.71	1507.44	0.105	2447.32	14356.57	16803.89
V8	2.8	3.035	801.24	0.084	2447.32	9538.57	11985.89
V9	3.5	3.035	801.24	0.105	2447.32	7630.86	10078.18
V10	2.8	2.13	562.32	0.084	2447.32	6694.29	9141.61
V11	2.85	7.97	2104.08	0.086	2447.32	24609.12	27056.44
V12	3.05	8.39	2214.96	0.092	2447.32	24207.21	26654.53
V13	3.5	9.09	2399.76	0.105	2447.32	22854.86	25302.18
V14	2.4	6.23	1644.72	0.072	2447.32	22843.33	25290.65

Carga última por cubierta	264	kg/m ²
Ancho viga (a)	0.15	m
Peralte viga (p)	0.2	m
Sección viga (a*p)	0.03	m ²

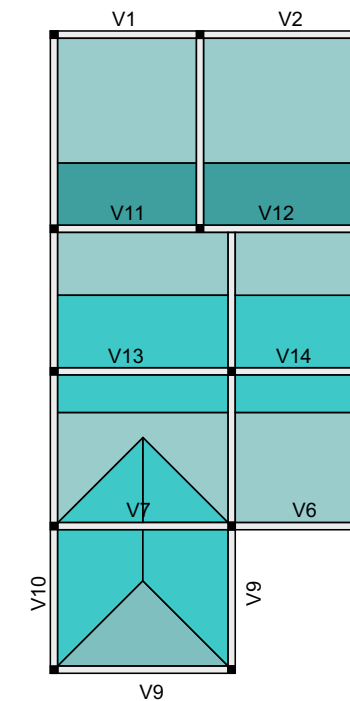
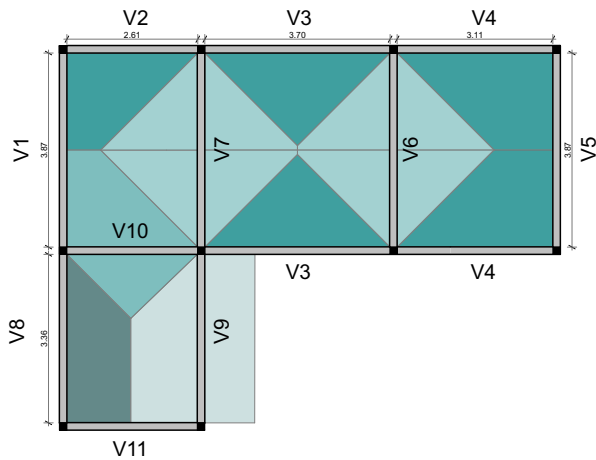


Tabla 3.56: Cálculo de densidad en vigas de cubierta.

Tabla 3.57: Datos peso por carga última en la cubierta y dimensiones de vigas sobre la que se distribuye.

Figura 3.56: Ejemplo de planta de cubierta con la distribución de cargas a las diferentes vigas de apoyo. Quinde & Salinas 2019.

Cálculo vigas de cubierta - Caso estudio 3



VIGAS DE CUBIERTA - CASO ESTUDIO 3							
	L viga	Área	Carga de cubierta	Volumen viga	Densidad hormi-gón	Densidad por cubierta	Densidad total
			kg	m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
V1	3.9	0	0	0.117	2447.32	0.00	2447.32
V2	2.6	3.41	900.24	0.078	2447.32	11541.54	13988.86
V3	3.7	3.82	1008.48	0.111	2447.32	9085.41	11532.73
V4	3.15	5.94	1568.16	0.095	2447.32	16594.29	19041.61
V5	3.85	0	0	0.116	2447.32	0.00	2447.32
V6	3.85	17.92	4730.88	0.116	2447.32	40960.00	43407.32
V7	3.85	17.66	4662.24	0.116	2447.32	40365.71	42813.03
V8	3.35	5.03	1327.92	0.101	2447.32	13213.13	15660.45
V9	3.35	7.52	1985.28	0.101	2447.32	19754.03	22201.35
V10	2.6	7.47	1972.08	0.078	2447.32	25283.08	27730.40

Tabla 3.58: Cálculo de densidad en vigas de cubierta.

Tabla 3.59: Datos peso por carga última en la cubierta y dimensiones de vigas sobre la que se distribuye.

Figura 3.57: Ejemplo de planta de cubierta con la distribución de cargas a las diferentes vigas de apoyo. Quinde & Salinas 2019.

Carga última por cubierta	264	kg/m2
Ancho viga (a)	0.15	m
Peralte viga (p)	0.20	m
Sección viga (a*p)	0.03	m²

3.2.2. Simplificación del modelo:

Para efectuar un correcto análisis sísmico de los casos de estudio, se considera necesaria la obtención de un modelo estructural simplificado (Ver figura 3.58 y 3.59). Esto se consigue mediante la idealización del comportamiento de la estructura y la simplificación de su geometría.

Es necesario reducir los componentes estructurales a elementos lineales (vigas y columnas) y bidimensionales (losa de entresuelo y muros). Esto permite conseguir una mejor representación de la edificación, a nivel esquemático, que pueda ser analizado matemáticamente.

La norma NEC-SE-SD (2014) menciona que el modelo matemático de la estructura ha de ser capaz de mostrar las características más significativas del comportamiento dinámico y además incluir:

1. Todos los elementos que conforman el sistema estructural resistente.
2. Su distribución espacial de masas y rigideces.

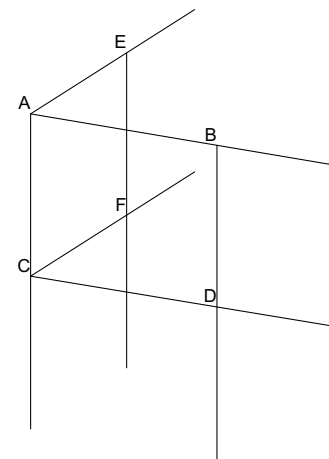
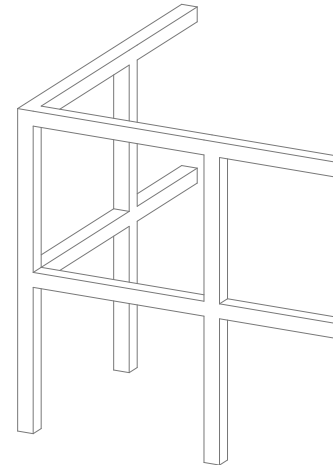


Figura 3.58 Esquema estructural con vigas y columnas de hormigón.

Figura 3.59: Esquema simplificado con líneas de estructura con vigas y columnas de hormigón. Quinde & Salinas 2019.

3.2.3. Creación del modelo:

Para asegurar un correcto modelado de los casos de estudio que sea capaz de representar la realidad de las viviendas, se hace uso de la herramienta SAP 2000. Este es un programa de elementos finitos que permite modelar, analizar y dimensionar estructuras. Posee una interfaz para gráficos 3D orientada a objetos.

En primer lugar, es necesario definir la geometría y principales características de la estructura a ser analizada, esto comprende ubicar nodos que permitan graficar la estructura. El modelo de la estructura está dividido en cuadros de 0.15×0.15 m, generando una estructura de nodos. Para poder realizar un mejor análisis del comportamiento sísmico de la edificación, se subdivide cada uno de los elementos previamente modelados en fracciones de 20×20 cm; esta subdivisión contribuye a observar de mejor manera, a menor escala, los desplazamientos y deformaciones ocasionadas durante un evento sísmico. Es necesario identificar la posición y dimensión de los vanos en el modelo.

A continuación se presentan imágenes de los casos de estudio modelados en el programa SAP2000.

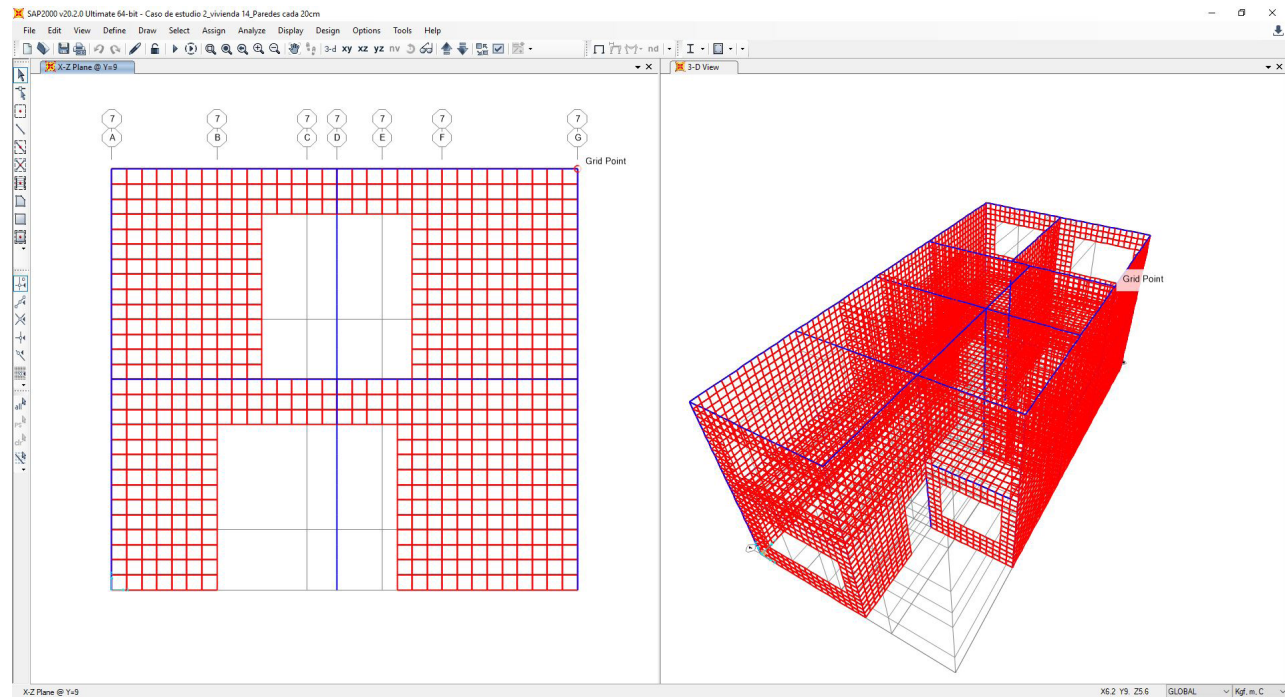


Figura 3.60: Interfaz, SAP 2000.



Modelado SAP - Caso Estudio 1

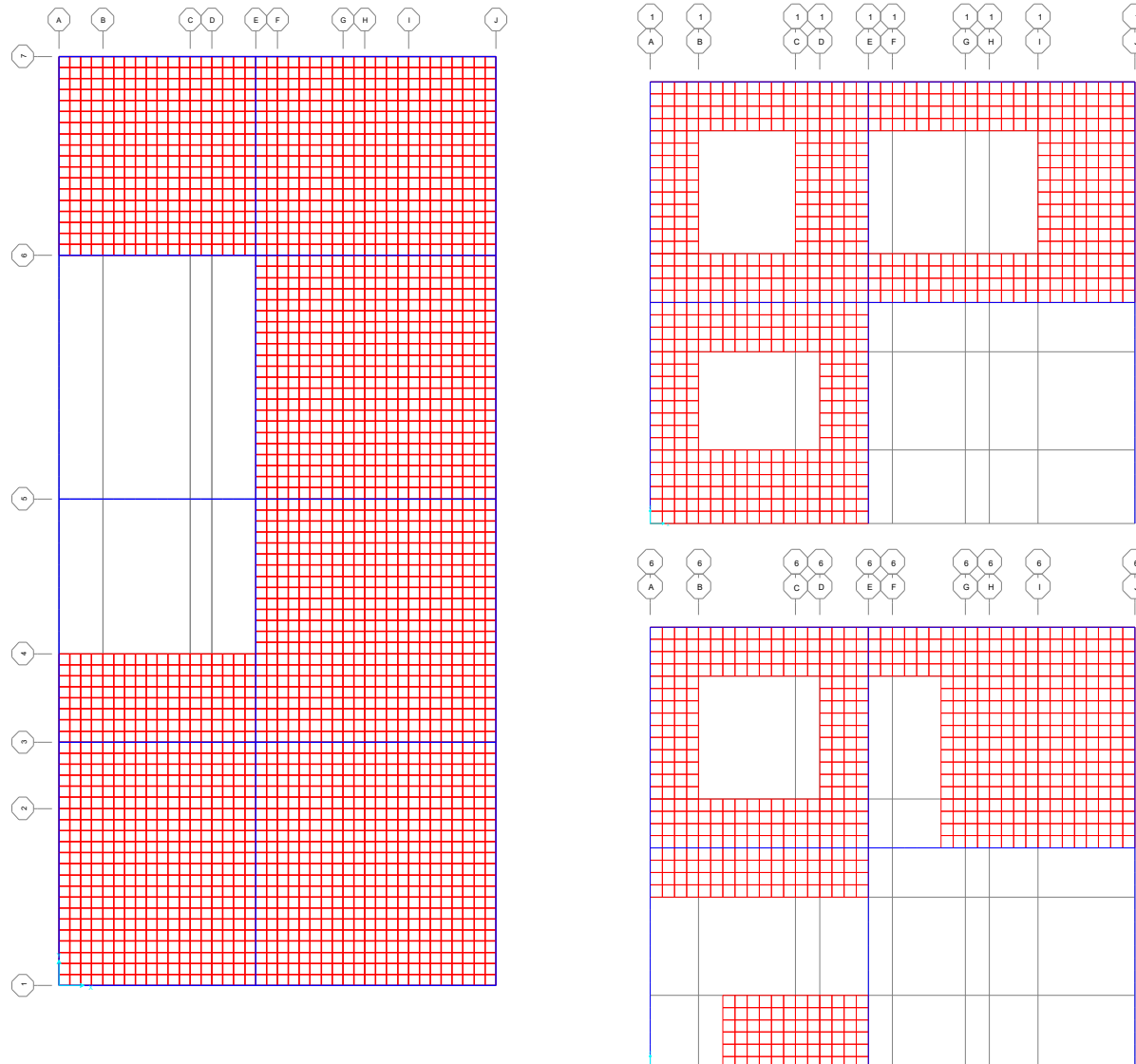


Figura 3.61 Losa de entrepiso caso de estudio 1. Modelado en SAP 200.

Figura 3.62: Sección eje 1 en caso de estudio 1. Modelado en SAP 200.

Figura 3.63: Sección eje 6 en caso de estudio 1. Modelado en SAP 200. Quinde & Salinas, 2019.

Modelado SAP - Caso Estudio 2

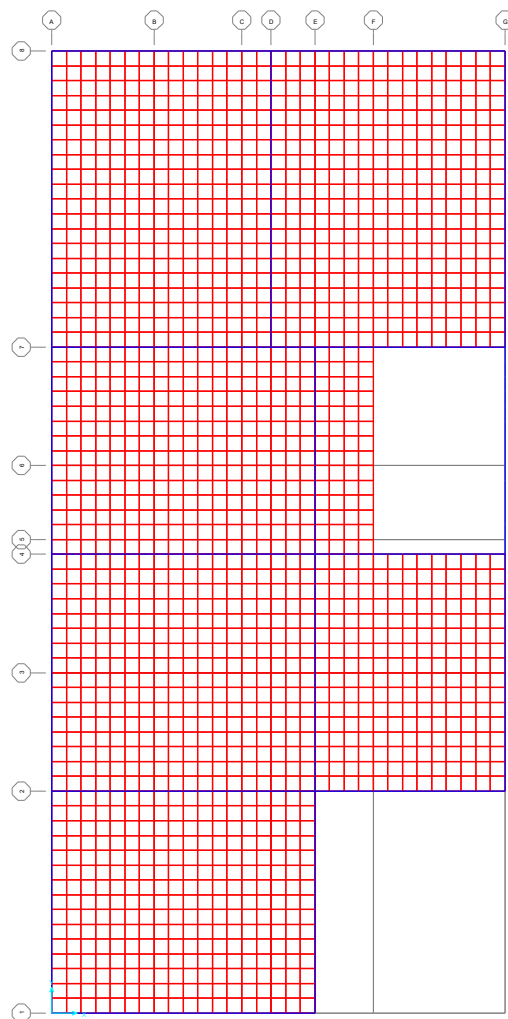
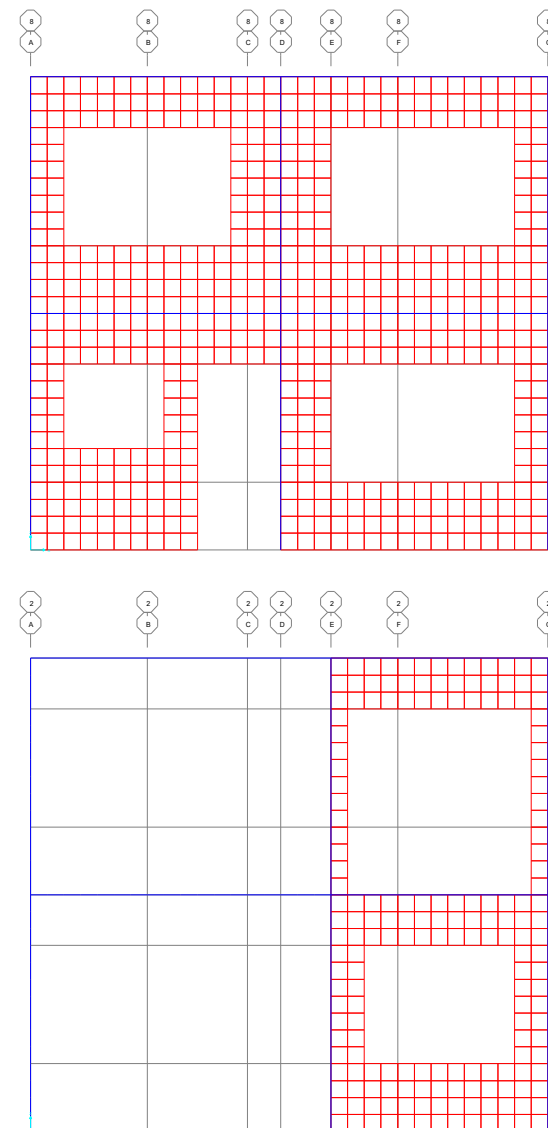


Figura 3.64: Losa de entrepiso caso de estudio 2. Modelado en SAP 200.

Figura 3.65 :Sección eje 8 en caso de estudio 2. Modelado en SAP 200.

Figura 3.66: Sección eje 2 en caso de estudio 2. Modelado en SAP 200. Quinde & Salinas, 2019.



Modelado SAP - Caso Estudio 3

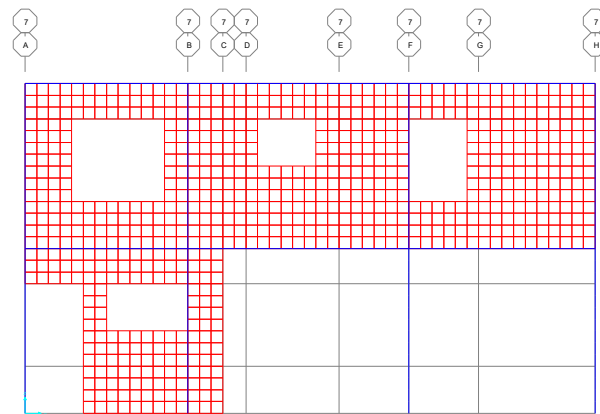
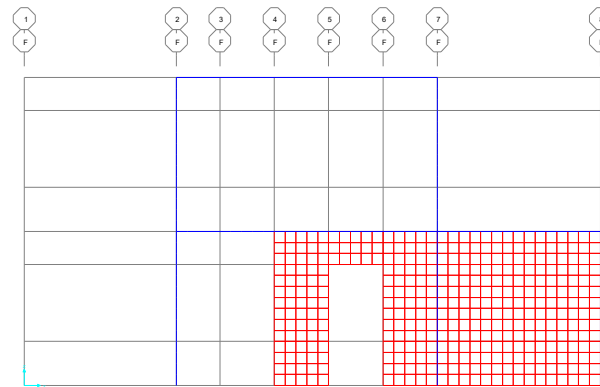
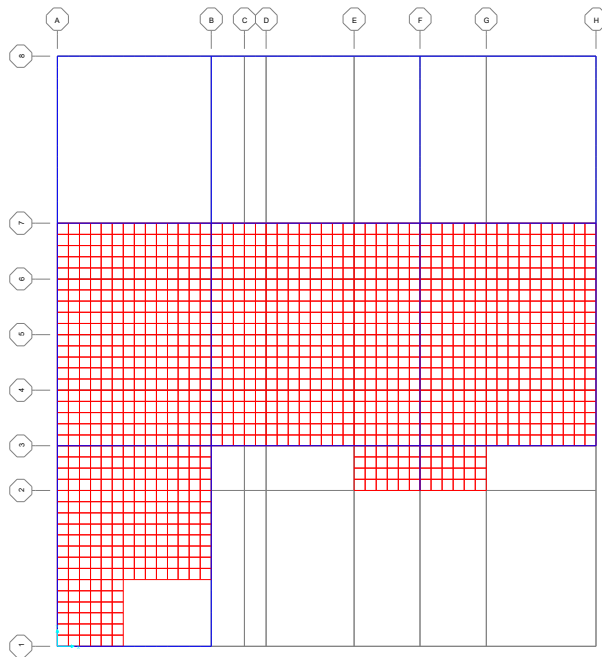


Figura 3.67: Losa de entrepiso caso de estudio 3. Modelado en SAP 200.

Figura 3.68: Sección eje F en caso de estudio 3. Modelado en SAP 200.

Figura 3.69: Sección eje 7 en caso de estudio 3. Modelado en SAP 200. Quinde & Salinas, 2019.

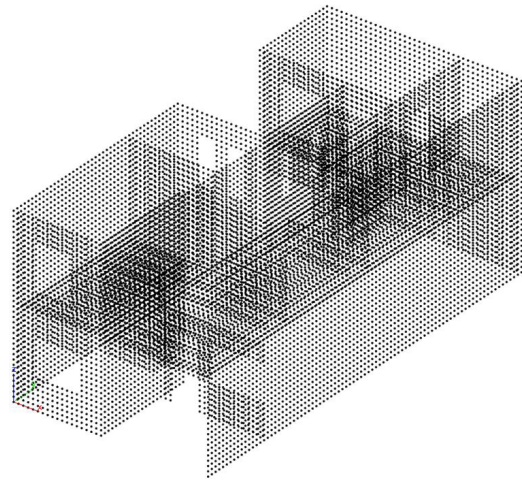


Figura 3.70: Superior derecha, elementos tipos "Beam". Quinde & Salinas, 2019.

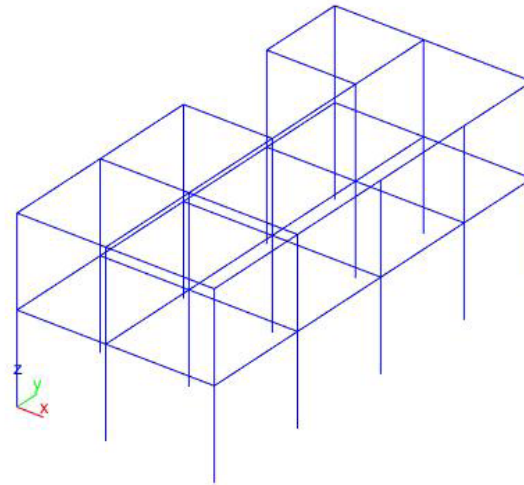


Figura 3.71: Inferior, elementos tipos "Shell". Quinde & Salinas, 2019.

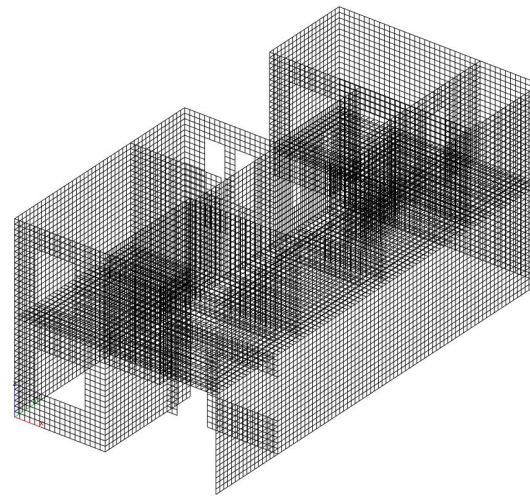


Figura 3.72: Superior izquierda, Nodos. Quinde & Salinas, 2019.

Una vez completado el modelado de las viviendas caso estudio en el programa SAP 2000, se procede a exportarlos al programa Stabil ejecutado a través de la plataforma de cálculo Matlab. Stabil permite generar modelos complejos que serán sometidos a fuerzas externas (fuerza sísmica) e internas (esfuerzos por peso propio).

Los modelos se generan mediante la creación de una nube de puntos (nodos). La unión de estos nodos permite definir elementos de varios tipos, a los cuales se les asignan las propiedades mecánicas y geométricas de los elementos estructurales correspondientes; su comportamiento y configuración vendrán dados por condiciones de ensamble y ubicación. Este análisis hace uso de dos tipos de elementos como se denota en la tabla resumen 3.21.

Tipo de elemento	Representación	Contiene	Denominación
Tipo Beam	Elementos lineales	Vigas y columnas	1
Tipo Shell	Elementos superficiales	Losas y muros	2

Tabla 3.60: Tipos de elementos ingresados en el modelo de análisis. Quinde & Salinas, 2019.



3.2.4. Grados de libertad (DOF - Degrees Of Freedom):

El número total de incógnitas corresponde al grado de indeterminación cinemática o el número de grados de libertad de la estructura. El número de desplazamientos nodales no conocidos depende del tipo de elementos o estructuras considerados y también de las conexiones entre elementos. En sistemas de marcos 3D, se impone un subconjunto de seis grados de libertad por nodo.

3.2.5. Rigidez del sistema (K): La matriz global de rigidez del sistema es calculada considerando los siguientes factores:

- El tipo de elemento definido (Beam o Shell)
- Las características geométricas de las secciones transversales
- Las propiedades de los materiales
- Los nodos presentes en los elementos
- Los desplazamientos en los respectivos nodos

En primer lugar se calculan matrices de rigidez que corresponden a cada elemento en función de sus características y, a continuación, se determina qué elementos y en qué posición contribuyen a la obtención de la matriz de rigidez global del sistema, analizando las respectivas condiciones de borde entre cada elemento.

Para determinar la matriz de rigidez K , aplicando el principio del trabajo virtual, es necesario determinar la relación entre los desplazamientos nodales, la deformación axial y el sistema de fuerzas que actúan sobre la edificación. Una condición necesaria y suficiente para el equilibrio del sistema de fuerzas que intervienen en el análisis sísmico consiste en el siguiente principio: “El trabajo virtual producto de las cargas externas es igual al de los esfuerzos internos en cualquier campo de desplazamientos” (Lombaert & De Roeck, 2015). La matriz de rigidez para un modelado de marcos 3D relaciona las fuerzas finales de los elementos con los desplazamientos nodales en el sistema de coordenadas globales.

Como se mencionó previamente el método de elementos finitos considera dos sistemas de coordenadas: un sistema global de coordenadas (x, y, z) y un sistema coordinado local $(x1, y1, z1)$. La orientación del sistema local de coordenadas en Stab1l vendrá definido por 3 nodos para cada elemento tipo marco; los nodos 1 y 2 definirán la ubicación de la línea centro del elemento y por tanto, la disposición del eje local “x” el nodo 3 se situará en el plano definido por 1 y 2 y se orientará hacia 3, ubicando el eje “y”.+++

3.2.6. Espectro de diseño

La norma NEC menciona que el espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el emplazamiento de la estructura.

Es un espectro de tipo elástico que busca representar los efectos dinámicos del sismo de diseño. El espectro de respuesta elástica de aceleraciones (S_a) es expresado como fracción de la aceleración de la gravedad. Este depende de una serie de coeficientes de amplificación del suelo: f_d , f_a y f_s , estos consideran los efectos particulares del sitio, los desplazamientos, aceleraciones y contenido de frecuencia de excitación sísmica respectivamente.

Para la asignación de características geológicas, la NEC 2014, en su capítulo Peligro sísmico, define seis tipos de perfil de suelo con base en sus características físicas y mecánicas. Cuenca posee un tipo de suelo tipo C que corresponde a perfiles muy densos o roca blanda.

Para la clasificación de suelo antes descrita; y, en función de que Cuenca pertenece a zona sísmica con alto peligro sísmico

($Z=0.25$) se asignan los siguientes valores:

- $f_d = 1.50$ (ampliación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca)
- $f_a = 1.30$ (coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto)
- $f_s = 1.10$ (considera el comportamiento no lineal de los suelos)
- $r = 1$ (factor en base de la ubicación geográfica del proyecto).

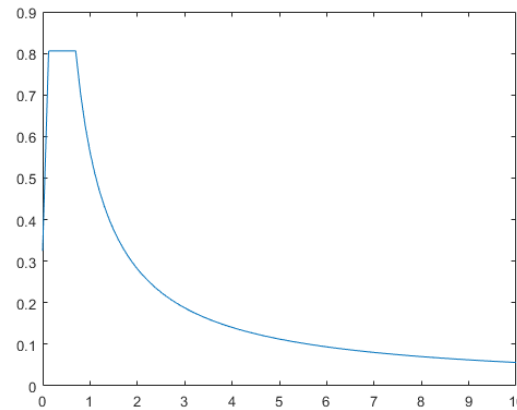


Figura 3.73: Gráfico de periodo de movimiento en la ciudad de Cuenca.

3.2.7. Análisis modal:

Un análisis modal consiste en plantear la ecuación del movimiento, suponer una forma de respuesta e imponer que esta cumpla la ecuación que gobierna el movimiento del sistema, lo que supone resolver un problema de autovalores y autovectores (Ewins, 2000). Para predecir el movimiento de la estructura es necesario calcular las matrices de masa y rigidez, y establecer las condiciones de borde del sistema. El análisis modal aplicado en estructuras permite optimizar el diseño mediante la simulación de la respuesta del prototipo.

La norma NEC-SE-SD indica que se deben considerar todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura y que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total en todas las direcciones analizadas.

Al momento de realizar el análisis sísmico, se consideraron los primeros 10 modos de vibrar en cada uno de los casos de estudio, así también como sus reacciones en ambas direcciones X y Y. El número de modos de vibrar elegido responde al hecho de que a partir del onceavo modo de vibración normalmente se obtienen periodos menores a 0.1 s incapaces de excitar a la edificación.



Ejemplo: Como se observa en las tablas 3.61 y 3.62, existen modos de vibración en los cuáles la cantidad de masa movilizada es mayor. En el caso de la dirección X, se analizará el comportamiento de la estructura tanto en el primer como en el segundo modo de vibrar, debido a que juntos movilizan el 81.60% de la masa total. Por otro lado, en la dirección Y, se considerará el octavo modo de vibración con un movimiento del 34.19% de la masa total.

En estos modos de vibración predominantes se analizarán cuáles son los elementos más afectados y sus respectivas deformaciones y esfuerzos internos. En este ejemplo los períodos de la estructura están comprendidos entre 0.214 y 0.539 s. Las figuras 3.74 y 3.75 muestran el comportamiento de la estructura en los modos de vibración predominantes. Cada modo de vibración afecta de manera independiente a la estructura.

Dirección X			
	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	t	Mast	
1	0.539	68,313.21	38.30%
2	0.403	77,239.88	43.30%
3	0.311	5,185.84	2.91%
4	0.295	579.18	0.32%
5	0.294	129.44	0.07%
6	0.262	348.72	0.20%
7	0.256	3,057.31	1.71%
8	0.250	9.13	0.01%
9	0.224	17.57	0.01%
10	0.214	426.13	0.24%

Tabla 3.61: Ejemplo de datos sísmicos, tomando valores como su período, Cantidad de masa desplazada.

Dirección Y			
	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	t	Mast	
1	0.539	0.7569	0.00%
2	0.403	3.9167	0.00%
3	0.311	400.5781	0.22%
4	0.295	26.8042	0.02%
5	0.294	14,853.6740	8.33%
6	0.262	30,161.2935	16.91%
7	0.256	35.9728	0.02%
8	0.250	60,979.4344	34.19%
9	0.224	16,637.4603	9.33%
10	0.214	328.7085	0.18%

Tabla 3.62: Ejemplo de datos sísmicos, desplazamientos causados por peso propio y una fuerza sísmica en dirección X y Y. Quinde & Salinas, 2019.

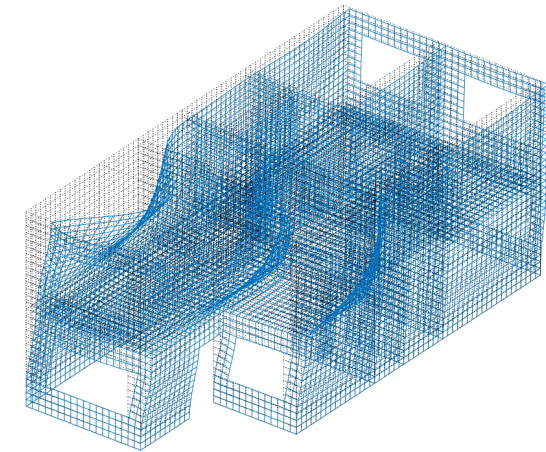


Figura 3.74: Deformación en dirección X. Quinde & Salinas, 2019.

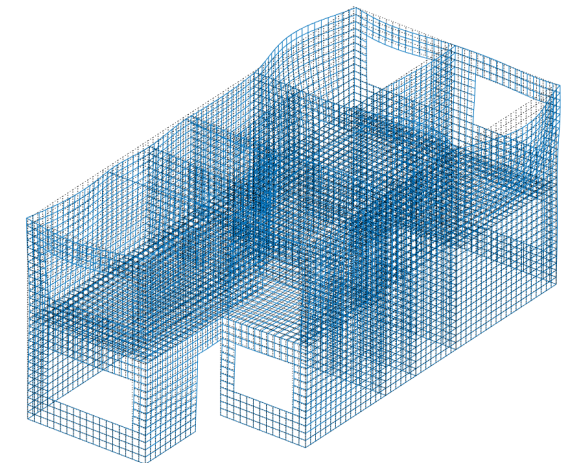


Figura 3.75: Deformación en dirección Y. Quinde & Salinas, 2019.

3.2.8. Deriva de Piso

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC,2014) en su capítulo Peligro Sísmico, define a la deriva de piso como el desplazamiento lateral relativo de un piso, particularmente, por la acción de una fuerza horizontal con respecto al piso consecutivo. Esta se medirá en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura. El cálculo de la misma se obtiene de la siguiente manera:

$$D= ds - di$$

- D= Deriva de piso
- ds= Desplazamiento superior
- di= Desplazamiento inferior

El análisis sísmico se ejecuta por medio del cálculo de la deriva de piso promedio existente en cada caso de estudio. Este valor se identifica en los elementos que se encuentran sometidos mayormente a fuerzas y deformaciones por origen sísmico.

Las derivas calculadas deben estar acordes a las mínimas dispuestas para cada material: De esta manera, el valor de la deriva máxima de piso no deberá exceder los límites de deriva inelástica indicados a continuación:

Tipo de estructura	Deriva máxima
Estructuras de hormigón armado	0.02
Estructuras de mampostería	0.01

El valor indicado para deriva máxima corresponde a un porcentaje de la altura de piso considerada.

En cada caso de estudio se identifican, mediante gráficos de esfuerzos y desplazamientos, cuáles son los elementos más afectados en cada dirección y se procede a calcular sus respectivas derivas de piso. Se identifica en primer lugar las derivas resultantes de columnas y a continuación las correspondientes a muros. Las figuras 3.77, 3.78 y 3.79 muestran la determinación de elementos afectados en uno de los casos de estudio.

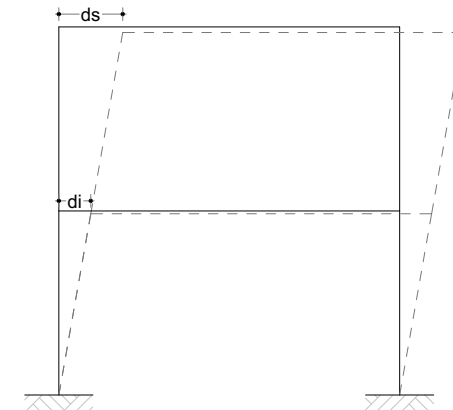


Tabla 3.63: Deriva máxima según el tipo de estructura.

Figura 3.76: Deriva de piso, desplazamiento superior e inferior . Quinde, Salinas , 2019

Deformaciones Uy

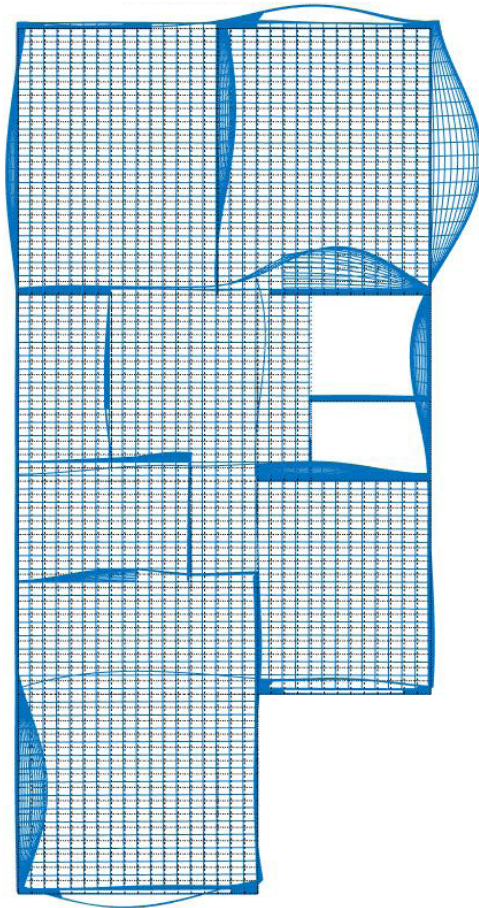


Figura 3.77: Deformación en dirección Y. Quinde & Salinas, 2019.

Deformaciones Ux

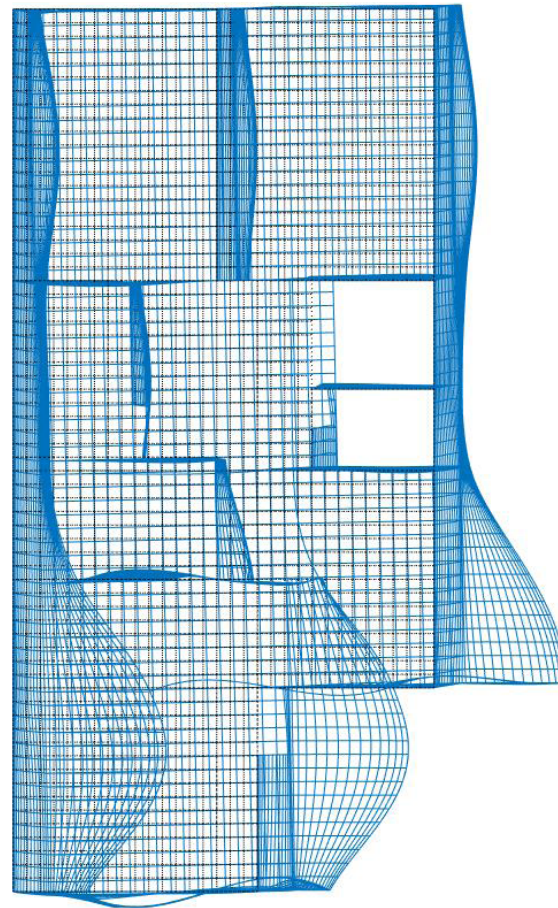


Figura 3.78: Deformación en dirección X. Quinde & Salinas, 2019.

Paredes Deformadas

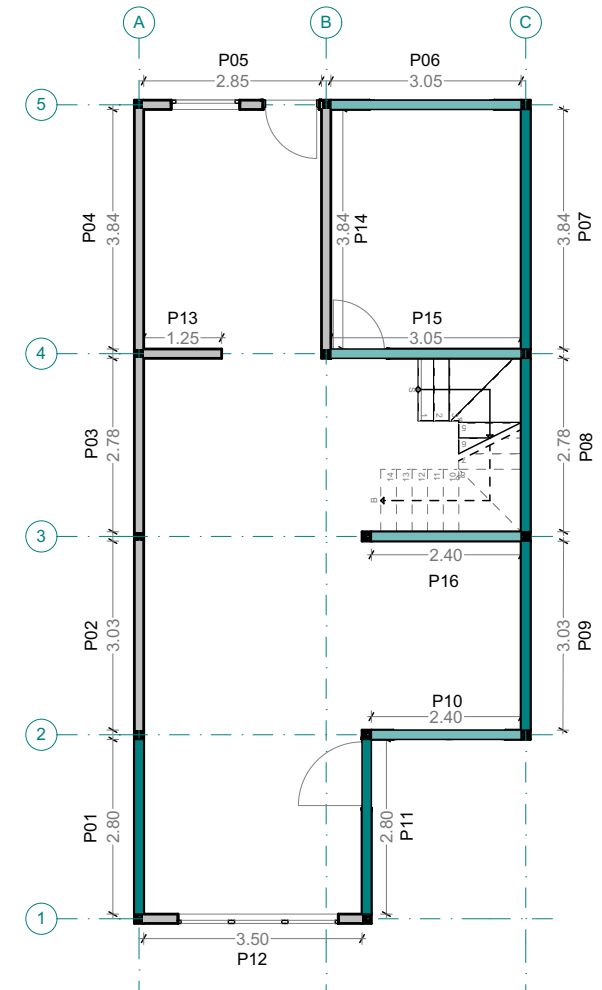


Figura 3.79: Paredes con mayor deformación (marcadas con color). Quinde & Salinas, 2019.

3.3 **R**ESULTADOS: **A**NÁLISIS **S**ÍSMICO



RESULTADOS CASO ESTUDIO 1

Cantidad de masa desplazada en el sismo: Análisis modal

Dirección X

	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	kg	%
1	0.346	124,052.94	70.96%
2	0.259	5,415.54	3.10%
3	0.252	3,864.18	2.21%
4	0.236	96.47	0.06%
5	0.231	2,770.99	1.59%
6	0.211	718.19	0.41%
7	0.200	8,595.81	4.92%
8	0.197	3,878.72	2.22%
9	0.193	74.21	0.04%
10	0.192	795.45	0.46%

Tabla 3.64: Datos sísmicos en dirección en X.

Dirección Y

	Períodos	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	kg	%
1	0.346	0.80	0.00%
2	0.259	2,442.30	1.40%
3	0.252	838.97	0.48%
4	0.236	72,721.63	41.60%
5	0.231	630.89	0.36%
6	0.211	25,438.07	14.55%
7	0.200	1,597.62	0.91%
8	0.197	4,344.79	2.49%
9	0.193	6,307.30	3.61%
10	0.192	11,368.12	6.50%

Tabla 3.65: Datos sísmicos en dirección en Y.

Análisis caso estudio 1:

El caso estudio 1 presenta mayor afectación en sentido X en el primer modo de vibrar, con un 69.23 % de masa movilizada; sin embargo, la deformación máxima (6 mm) se genera en dirección Y al aplicar el cuarto modo de vibración; esto significa que existen elementos independientes mayormente afectados en el segundo panorama.

El análisis de derivas ejecutado (ver tabla 3.57) presenta valores predominantes en dirección X. También se observa una mayor deriva en muros y en planta baja; por otro lado, en dirección Y se observa una mayor afectación en Planta alta y en muros.

Derivas de piso

CÁLCULO DE DERIVAS						
	Deriva x			Deriva y		
	Planta alta	Planta baja	Promedio	Planta alta	Planta baja	Promedio
Unidad	m	m	m	m	m	m
Columnas	0.0012	0.0019	0.0016	0.0004	0.0004	0.0004
Muros	0.0018	0.0018	0.0018	0.0017	0.0004	0.0010
Promedios	0.0015	0.0018	0.0017	0.0010	0.0004	0.0007

Tabla 3.66: Cálculo de derivas en X y Y.

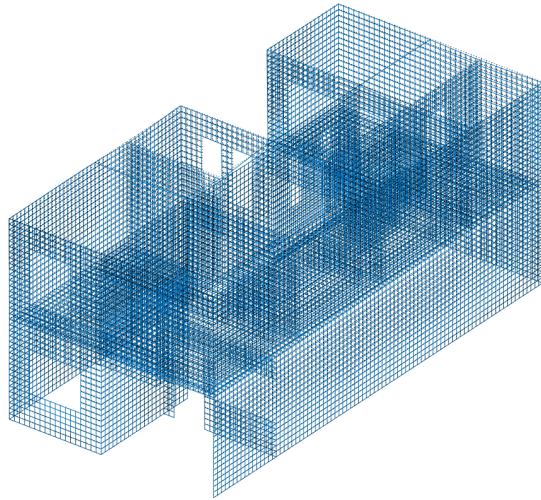
Desplazamientos y cortantes máximos

Masa total:	174,810.00	kg
Desplazamiento Ux	0.05396	m
Desplazamiento Uy	0.06269	m
Desplazamiento Ust	0.00622	m
Cortante X	123152.019	kgf
Cortante Y	72017.081	kgf

Tabla 3.67: Desplazamientos y cortantes máximos. Quinde & Salinas, 2019.

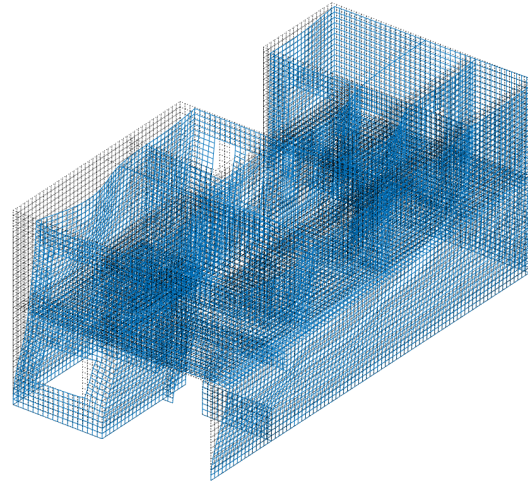
Gráficos de desplazamientos:

Desplazamiento por carga U_{st}



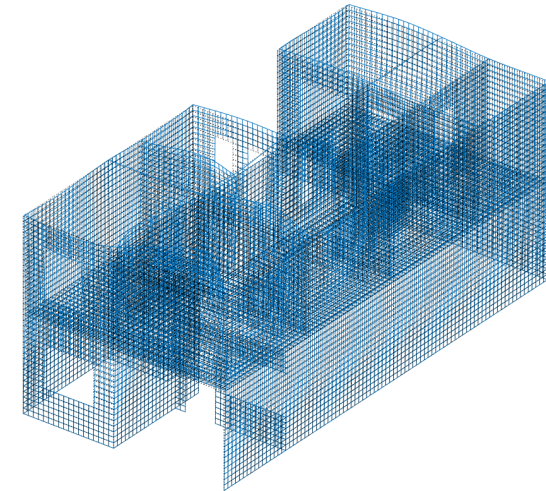
Desplazamiento max: 0.00064

Desplazamiento por sismo U_x



Desplazamiento max: 0.00562

Desplazamiento por sismo U_y



Desplazamiento max: 0.00637

Videos de desplazamientos:

(Escanear código QR)



Figura 3.80: Desplazamiento por carga (U_{st}). caso estudio 1.

Figura 3.81: Desplazamiento por sismo en dirección X (U_x). caso estudio 1.

Figura 3.82: Desplazamiento por sismo en dirección Y (U_y). caso estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

Gráficos de esfuerzos de compresión en dirección Z

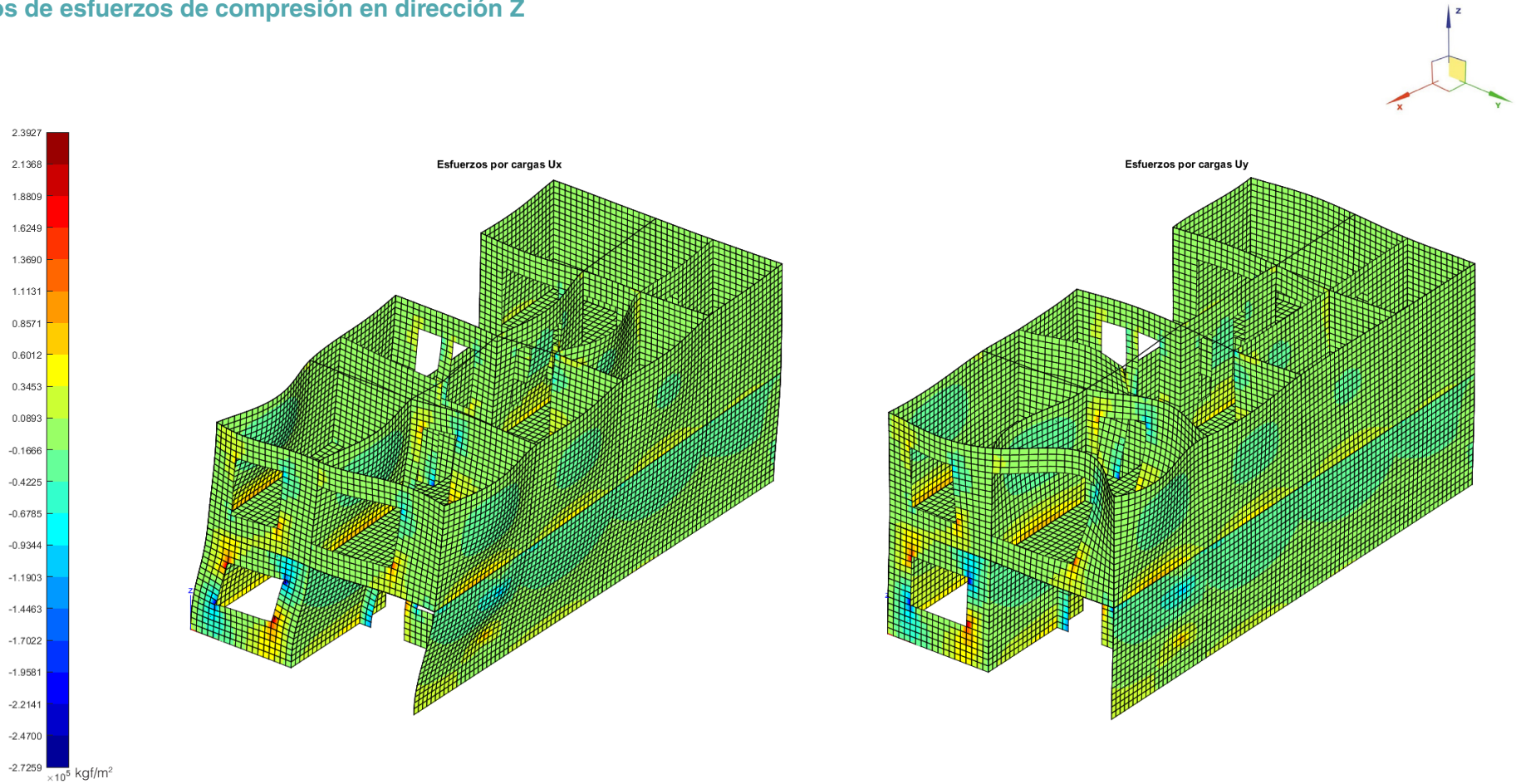


Figura 3.83: Esfuerzos de compresión por carga Ux. Caso estudio 1.

Figura 3.84: Esfuerzos de compresión por carga Uy. Caso estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

RESULTADOS CASO ESTUDIO 2

Cantidad de masa desplazada en el sismo: Análisis modal

Dirección X

	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	kg	%
1	0.539	68,313.21	38.30%
2	0.403	77,239.88	43.30%
3	0.311	5,185.84	2.91%
4	0.295	579.18	0.32%
5	0.294	129.44	0.07%
6	0.262	348.72	0.20%
7	0.256	3,057.31	1.71%
8	0.250	9.13	0.01%
9	0.224	17.57	0.01%
10	0.214	426.13	0.24%

Tabla 3.68: Datos sísmicos en dirección en X.

Dirección Y

	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	kg	%
1	0.539	0.7569	0.00%
2	0.403	3.9167	0.00%
3	0.311	400.5781	0.22%
4	0.295	26.8042	0.02%
5	0.294	14,853.6740	8.33%
6	0.262	30,161.2935	16.91%
7	0.256	35.9728	0.02%
8	0.250	60,979.4344	34.19%
9	0.224	16,637.4603	9.33%
10	0.214	328.7085	0.18%

Tabla 3.69: Datos sísmicos en dirección en Y.

Análisis caso estudio 2:

El caso estudio 2 presenta mayor afectación en sentido X en el primer y segundo modo de vibrar, con un 38.30 % y un 43.30% de masa movilizada respectivamente. En este caso, se analizan ambos modos de vibración y se determina que la deformación máxima (16 mm) se origina en el primer panorama. En dirección Y, predomina el octavo modo de vibración con un 34.19% de masa movilizada.

El análisis de derivas ejecutado (ver tabla 3.70) presenta valores predominantes en dirección X. También se observa una mayor deriva en muros y en planta baja; por otro lado, en dirección Y se observa una mayor afectación en Planta alta y en muros

Derivas de pisos:

CÁLCULO DE DERIVAS						
	Deriva x			Deriva y		
	Planta alta	Planta baja	Promedio	Planta alta	Planta baja	Promedio
Unidad	m	m	m	m	m	m
Columnas	0.00166	0.00181	0.00174	0.000369	0.000317	0.00034
Muros	0.00116	0.00141	0.00129	0.00166	0.000375	0.00102
Promedios	0.00141	0.00161	0.00151	0.001013	0.000346	0.00068

Tabla 3.70: Cálculo de derivas en X y Y.

Desplazamientos y cortantes máximos

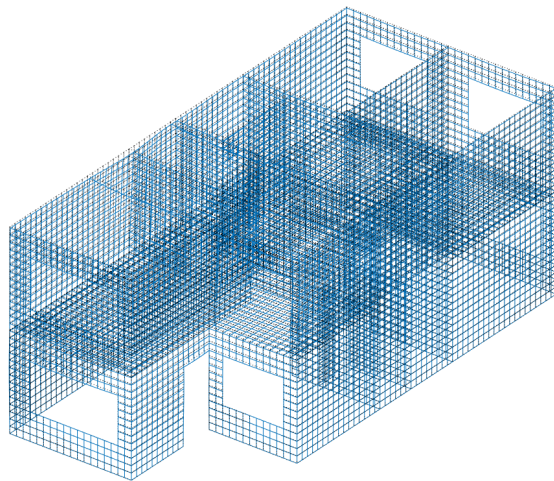
Masa total:	178,370.00	kg
Desplazamiento Ux2	0.006679	m
Desplazamiento Ux1	0.016221	m
Desplazamiento Uy	0.003999	m
Desplazamiento Ust	0.001243	m
Cortante X	77409.362	kgf
Cortante X1	66577.042	
Cortante Y	57040.535	Kgf

Tabla 3.71: Desplazamientos y cortantes máximos. Quinde & Salinas, 2019



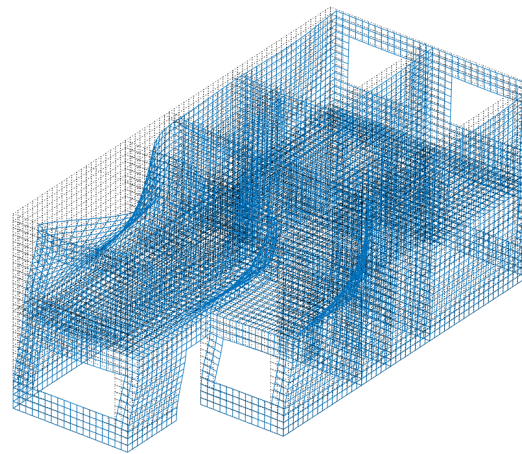
Gráficos de desplazamientos:

Desplazamiento por carga Ust



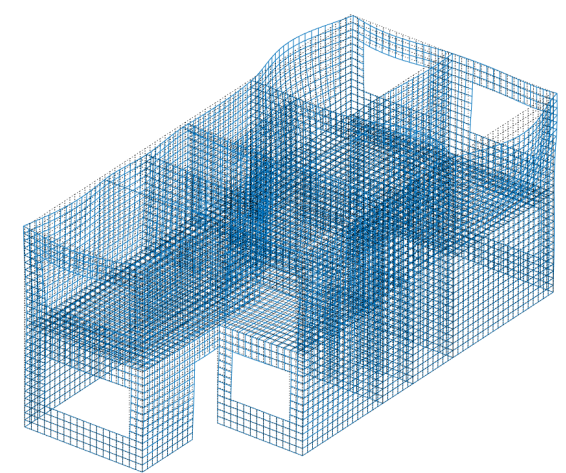
Desplazamiento max: 0.001243

Desplazamiento por sismo Ux



Desplazamiento max: 0.006679

Desplazamiento por sismo Uy



Desplazamiento max: 0.003999

Videos de desplazamientos:

(Escanear código QR)

Figura 3.85: Desplazamiento por carga (Ust). caso estudio 2.

Figura 3.86: Desplazamiento por sismo en dirección X (Ux). caso estudio 2.

Figura 3.87: Desplazamiento por sismo en dirección Y (Uy). caso estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.



Gráficos de esfuerzos de compresión en dirección Z

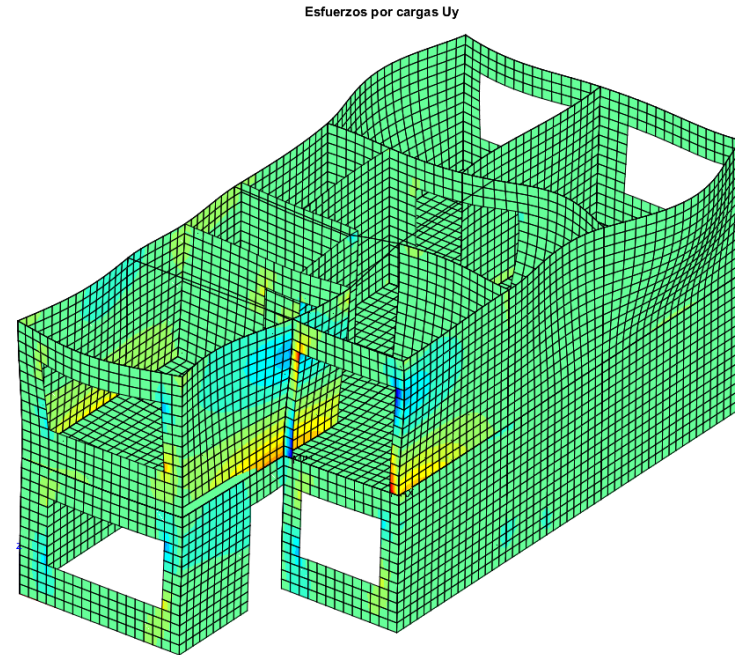
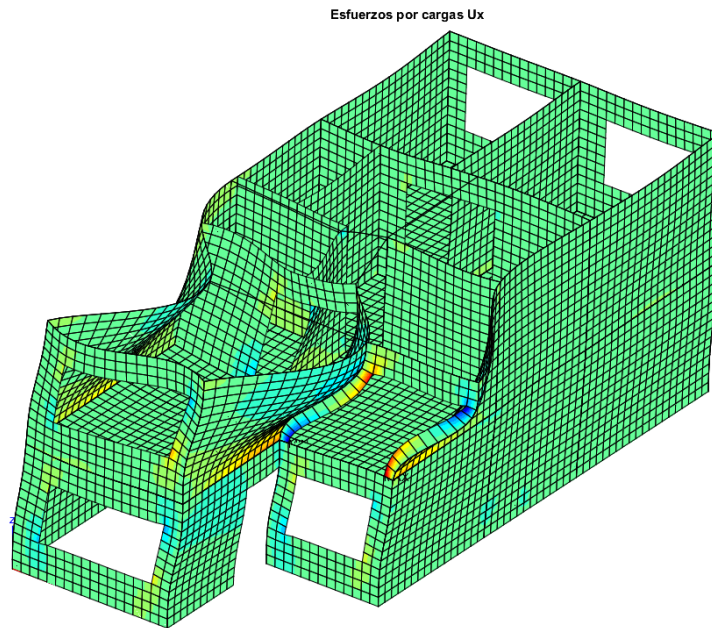
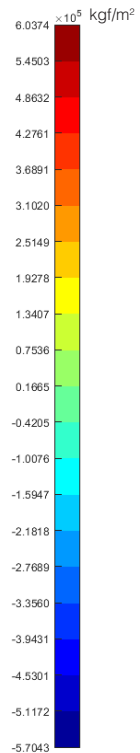
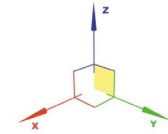


Figura 3.88: Esfuerzos de compresión por carga Ux. Caso estudio 2.

Figura 3.89: Esfuerzos de compresión por carga Uy. Caso estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.



RESULTADOS CASO ESTUDIO 3

Cantidad de masa desplazada en el sismo: Análisis modal

Dirección X

	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	kg	%
1	0.503	1,238.0706	0.77%
2	0.468	94,964.4264	58.77%
3	0.438	714.8647	0.44%
4	0.410	1,426.3825	0.88%
5	0.329	3,293.9618	2.04%
6	0.324	1,663.1180	1.03%
7	0.302	9,875.5884	6.11%
8	0.287	44.8509	0.03%
9	0.283	221.4787	0.14%
10	0.261	15,401.0672	9.53%

Tabla 3.72: Datos sísmicos en dirección en X.

Dirección Y

	Período	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	kg	%
1	0.503	20,618.9254	12.76%
2	0.468	66.1522	0.04%
3	0.438	20,400.6898	12.62%
4	0.410	755.9161	0.47%
5	0.329	121.8286	0.08%
6	0.324	313.9268	0.19%
7	0.302	33.7385	0.02%
8	0.287	159.7662	0.10%
9	0.283	4.6820	0.00%
10	0.261	63.0817	0.04%

Tabla 3.73: Datos sísmicos en dirección en Y.

Análisis caso estudio 3:

El caso estudio 3 presenta mayor afectación en dirección X; el modo de vibrar predominante es el segundo, con un 58.77% de masa desplazada durante el sismo. En esta dirección se produce una deformación máxima de 12 mm. En la dirección Y, se analizan los modos de vibrar 1 y 3 pues ambos desplazan un 12% de masa. El primer modo de vibrar en esta dirección, ocasiona una deformación de 11 mm.

El análisis de derivas ejecutado (ver tabla 3.74) presenta valores predominantes en dirección X. También se observa una mayor deriva en muros y en planta baja; por otro lado, en dirección Y se observa una mayor afectación en planta alta y en muros

Derivas de pisos:

CÁLCULO DE DERIVAS						
	Deriva x			Deriva y		
	Planta alta	Planta baja	Promedio	Planta alta	Planta baja	Promedio
Unidad	m	m	m	m	m	m
Columnas	0.00225	0.002170	0.00221	0.00240	0.00017	0.00129
Muros	0.00358	0.002161	0.00287	0.00290	0.000179	0.00154
Promedios	0.00292	0.002168	0.00254	0.00265	0.00018	0.00141

Tabla 3.74: Cálculo de derivas en X y Y.

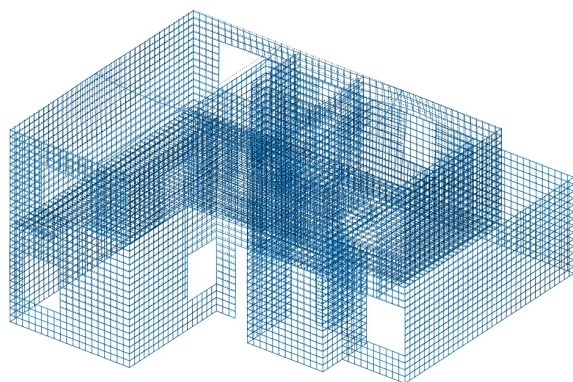
Desplazamientos y cortantes máximos

Masa total:	161,600.00	kg
Desplazamiento Ux	0.012507	m
Desplazamiento Uy	0.011081	m
Desplazamiento Uy3	0.005958	m
Desplazamiento Ust	0.005911	m
Cortante X	96,603.67	kgf
Cortante Y	12,883.66	kgf
Cortante Y3	24,352.98	kgf

Tabla 3.75: Desplazamientos y cortantes máximos. Quinde & Salinas, 2019

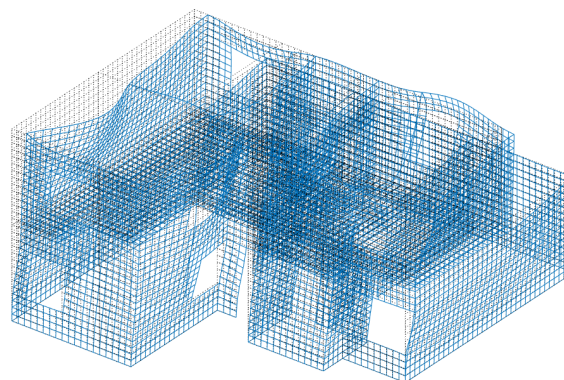
Gráficos de desplazamientos:

Desplazamiento por carga Ust



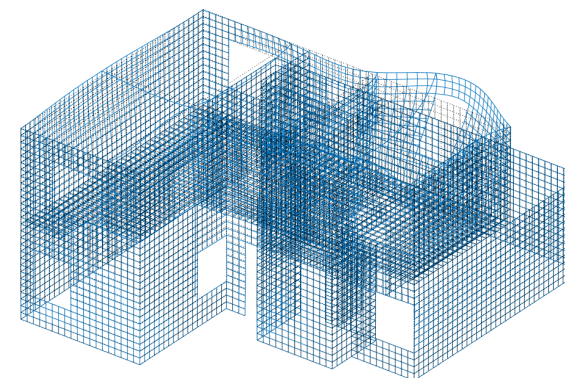
Desplazamiento max: 0.005911

Desplazamiento por sismo UX



Desplazamiento max: 0.012507

Desplazamiento por sismo Uy



Desplazamiento max: 0.011081

Videos de desplazamientos:

(Escanear código QR)



Figura 3.90: Desplazamiento por carga (Ust). caso estudio 3.

Figura 3.91: Desplazamiento por sismo en dirección X (Ux). caso estudio 3.

Figura 3.92: Desplazamiento por sismo en dirección Y (Uy). caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

Gráficos de esfuerzos de compresión en dirección Z

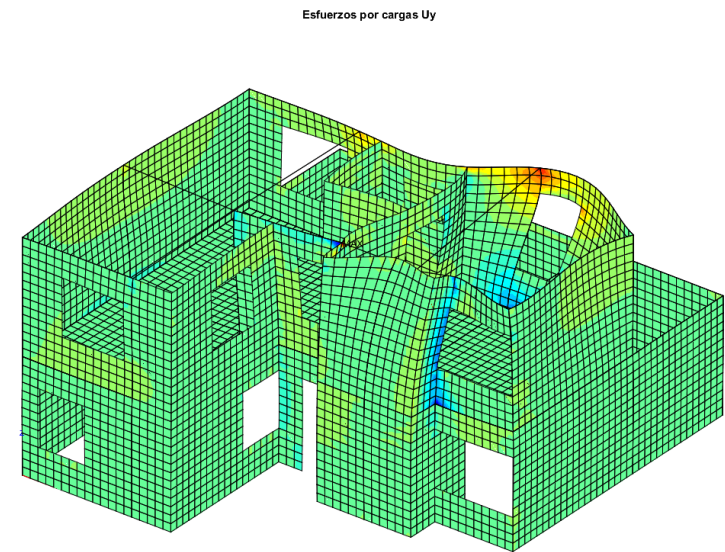
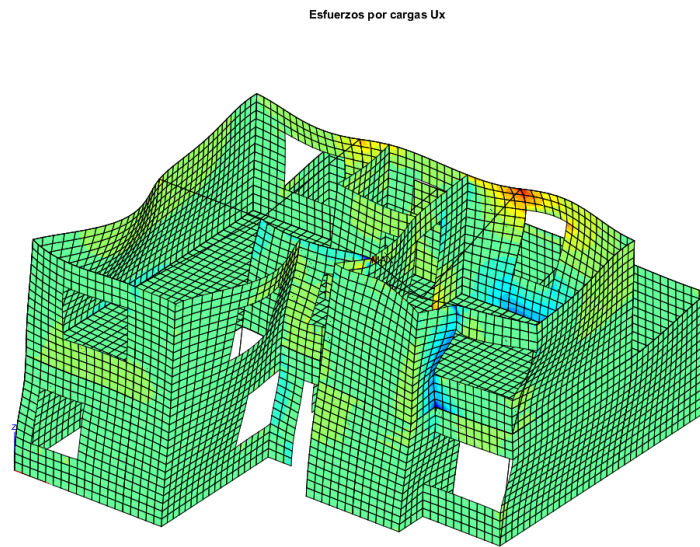
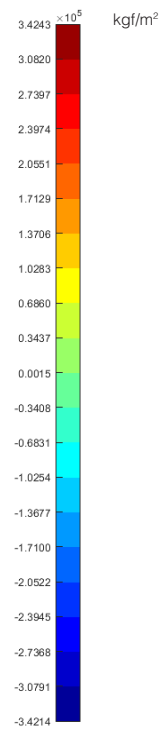
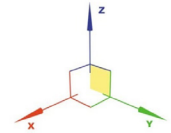


Figura 3.93: Esfuerzos de compresión por carga U_x . Caso estudio 3.

Figura 3.94: Esfuerzos de compresión por carga U_y . Caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

RESUMEN RESULTADOS SÍSMICOS

Gráficos que representan desplazamientos máximos por caso de estudio:

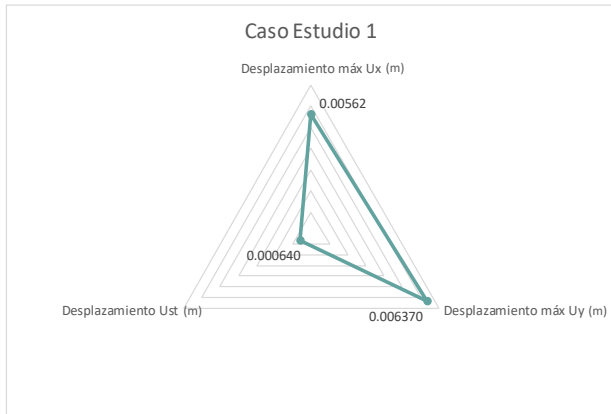


Figura 3.95: Desplazamientos máximos, caso estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

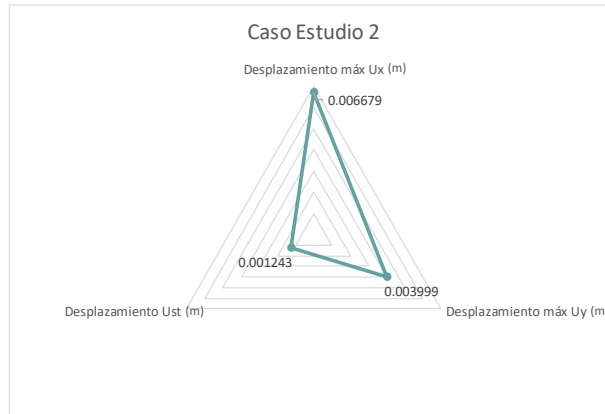


Figura 3.96: Desplazamientos máximos, caso estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

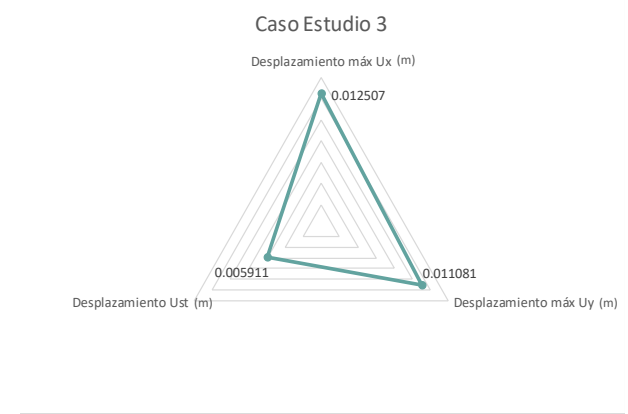


Figura 3.97: Desplazamientos máximos, caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

Gráficos que representan cortantes por caso de estudio:

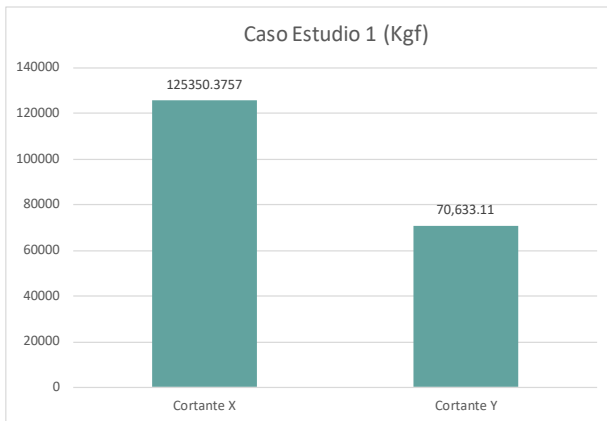


Figura 3.98: Valores de gamma en X y Y, caso estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

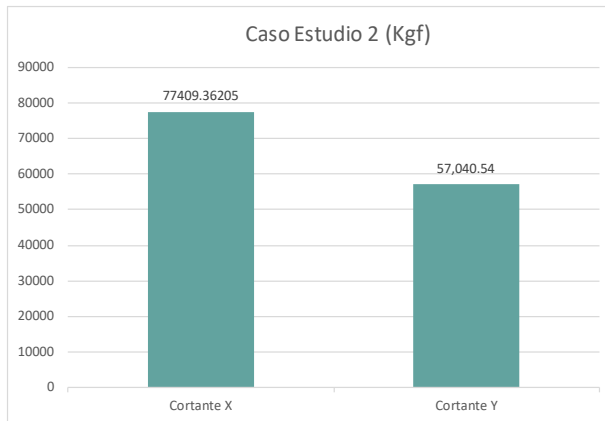


Figura 3.99: Valores de gamma en X y Y, caso estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

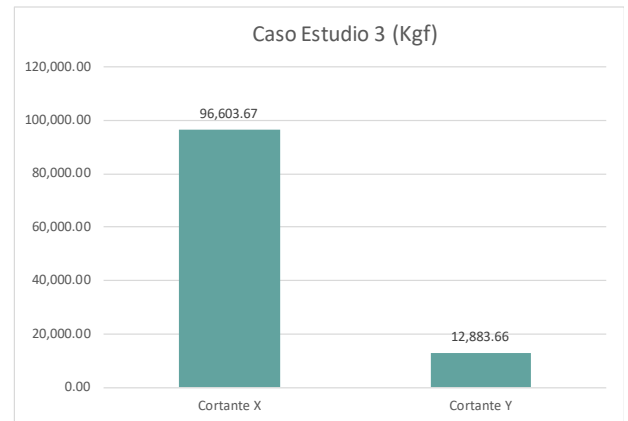


Figura 3.100: Valores de gamma en X y Y, caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.



Caso Estudio 1

Caso Estudio 2

Caso Estudio 3

Gráficos que representan derivas por caso de estudio (Sentido X)

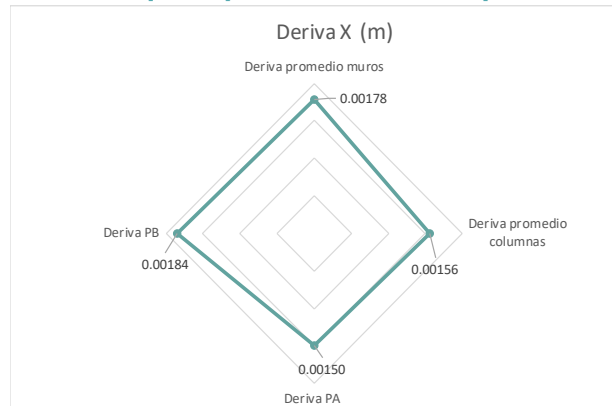


Figura 3.101: Deriva de piso en X, caso estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

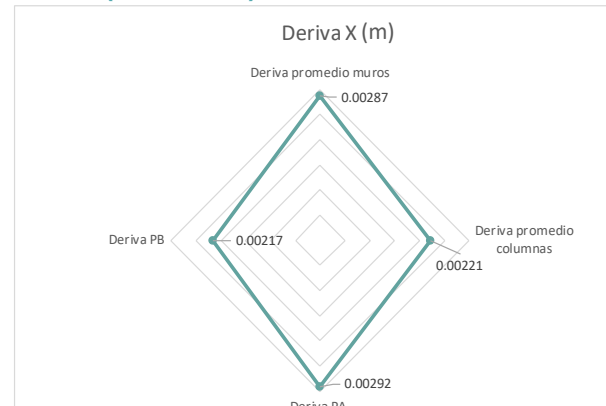


Figura 3.103: Deriva de piso en X, caso estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

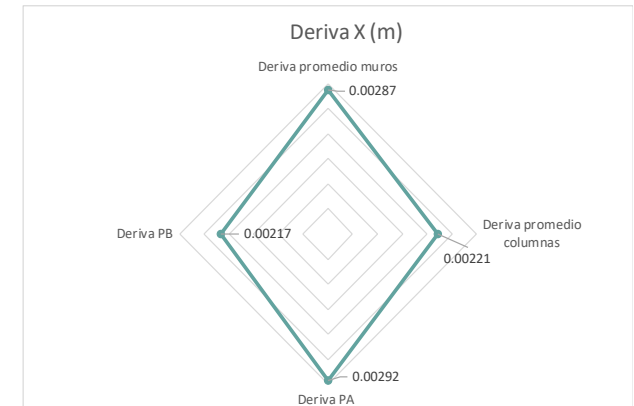


Figura 3.105: Deriva de piso en X, caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

Gráficos que representan derivas por caso de estudio (Sentido Y)

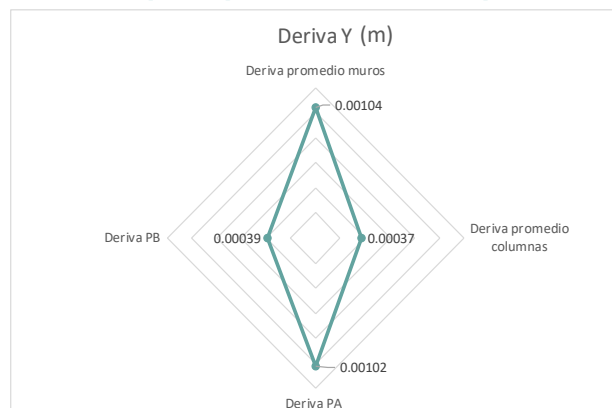


Figura 3.102: Deriva de piso en Y, caso estudio 1. Quinde & Salinas, 2019.

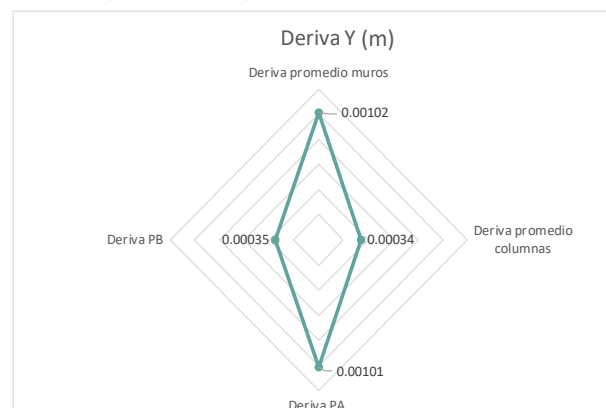


Figura 3.104: Deriva de piso en Y, caso estudio 2. Quinde & Salinas, 2019.

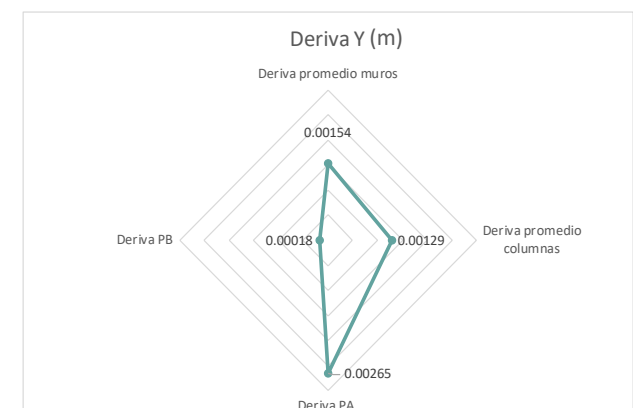


Figura 3.106: Deriva de piso en Y, caso estudio 3. Quinde & Salinas, 2019.

3.4 **C**OMPARACIÓN **D**E **R**ESULTADOS: **A**NÁLISIS **S**ÍSMICO



3.4.1. COMPARACIÓN RESULTADOS SÍSMICOS: ANÁLISIS MODAL

COMPARACIÓN SÍSMICA									
TIPO DE ANÁLISIS	ANÁLISIS MODAL						DESPLAZAMIENTOS MÁX		
Variable	Dirección principal	t	Masa total	Cantidad de masa desplazada durante el sismo (Dirección X)	Cortante X	Cortante Y	Desplazamiento máx Ux	Desplazamiento máx Uy	Desplazamiento Ust
Unidad		s	kg	%	kgf	kgf	m	m	m
Caso estudio 1	x	0.346	174,810.00	69,23%	125 350.38	70 633.11	0,00562	0,00637	0,00064
Caso estudio 2	x	0.403	178,370.00	43,30%	77 409.36	57 040.54	0.00667	0.00399	0.00124
Caso estudio 3	x	0.468	161,600.00	58,77%	96 603.67	24 352.98	0.01250	0.01108	0.00591

Tabla 3.76: Comparación sísmica. Quinde & Salinas, 2019

Análisis de masa

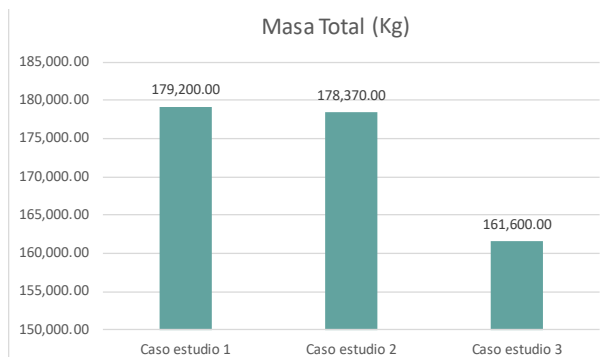


Figura 3.107: Masa total de los casos de estudio.

Cortantes máximos

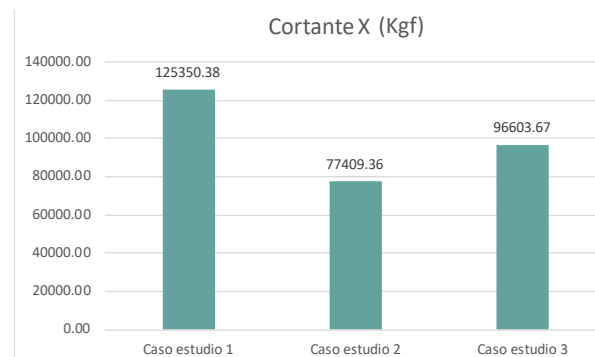


Figura 3.109: Cortante en dirección X.

Desplazamiento por peso propio

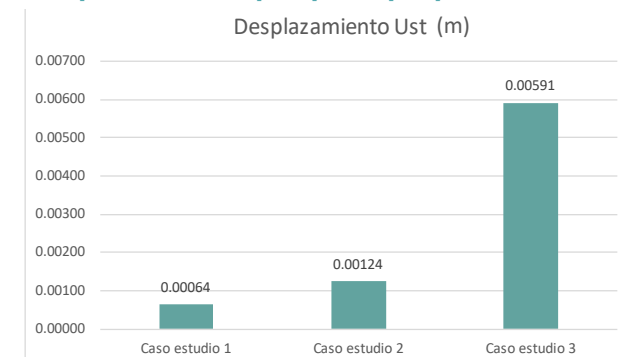


Figura 3.111: Desplazamientos por peso propio (ust).

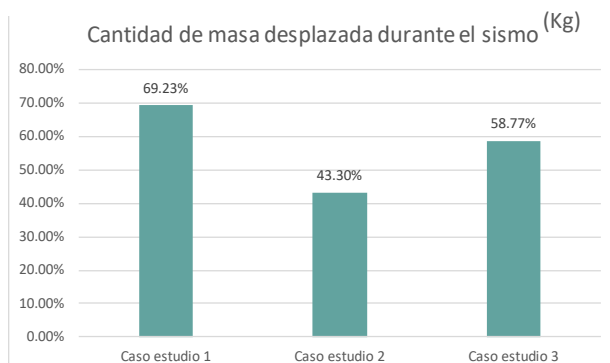


Figura 3.108: Cantidad de masa desplazada durante el sismo.

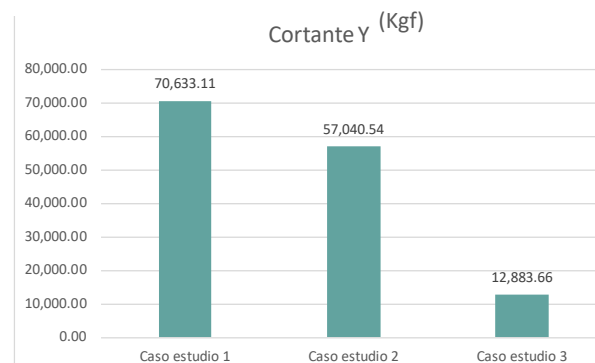


Figura 3.110: Cortante en dirección Y.

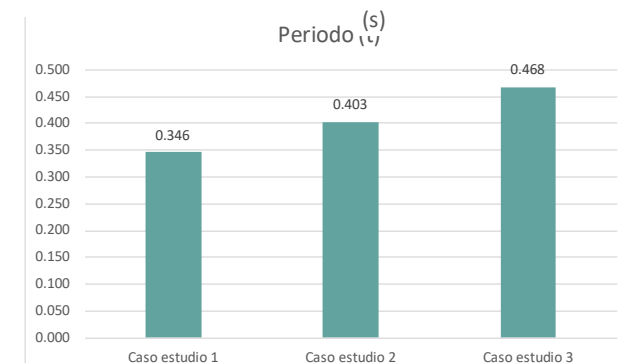


Figura 3.112: Periodo predominante.

Desplazamientos por fuerzas en X

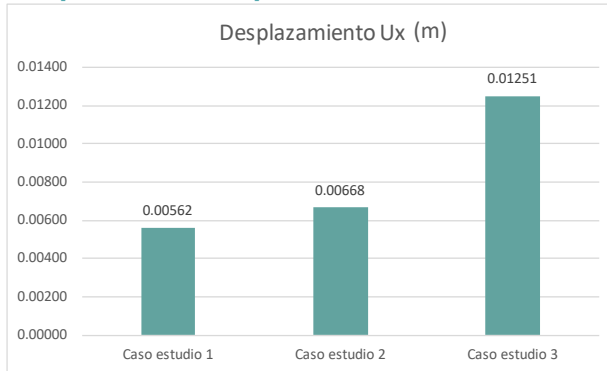


Figura 3.113: Desplazamientos causado por sismo en dirección X.

Desplazamientos por fuerzas en Y

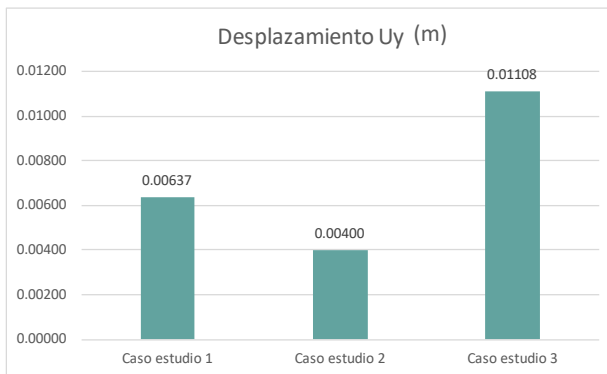


Figura 3.114: Desplazamientos causado por sismo en dirección Y.

De los gráficos estadísticos y valores antes presentados podemos analizar lo siguiente:

- El caso de estudio que presenta mayores valores en los cortantes máximos, tanto en dirección X como Y, es el caso de estudio 1 con valores de 125350.38 y 70633.11 kgf respectivamente, el primero de estos corresponde también al valor máximo de cortante obtenido en general; por el contrario, el caso estudio 3 presenta los menores valores con cortantes en X y Y iguales a 96603.67 y 24352.98 kgf, este último con el menor valor general.
- Al analizar la de masa total de los casos de estudio, se identifica como la edificación más pesada al caso estudio 2, con una masa de 178370.00 kg. Esta edificación presenta el menor valor de desplazamiento de masa durante un sismo, con un porcentaje de 43.30%. El caso de estudio que presenta mayor desplazamiento de masa durante un sismo es el número 1 con un valor del 69.23%.
- En lo que se refiere a desplazamientos por peso propio, sin el accionar de fuerzas externas, encontramos valores comprendidos entre 0.6 y 5 mm. El caso de estudio con mayor valor de U_{st} es el caso estudio 3.
- El caso estudio con mayores desplazamientos máximos por accionar de fuerzas (Ux y Uy) es el 3.

Se puede concluir de este primer análisis que el caso de estudio más afectado sísmicamente es el caso estudio 3, con valores predominantes en desplazamientos máximos, tanto por el accionar de fuerzas sísmicas como también por peso propio.

La edificación que presenta menor afección sísmica es el caso estudio 2. Este presenta los valores más bajos en desplazamientos por fuerzas sísmicas (Ux y Uy) y también en cortantes máximos (dirección X y Y). Si bien se trata de el caso de estudio que presenta mayor masa, también es el que muestra un menor porcentaje de desplazamiento de la misma.

Por otro lado, al analizar el accionar de fuerzas cortantes, encontramos una mayor afección en el caso estudio 1. Un análisis comparativo de los cortantes obtenidos con cortantes de diseño es requerido en estudios posteriores para determinar un fallo potencial de las estructuras a causa de estas fuerzas. Esta investigación se limita a obtener sus valores numéricos y compararlos con parámetros arquitectónicos y entre los distintos casos de estudio.

Todos los casos de estudio presentan mayor afección en dirección X, mostrando en general valores superiores de desplazamientos y cortantes.



3.4.2. COMPARACIÓN RESULTADOS SÍSMICOS: DERIVAS DE PISO

Dirección	CÁLCULO DE DERIVAS									
	Derivas en X					Derivas en Y				
Tipo de deriva	Deriva promedio muros	Deriva promedio columnas	Deriva PA	Deriva PB	Deriva x	Deriva promedio muros	Deriva promedio columnas	Deriva PA	Deriva PB	Deriva Y
Unidad	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Caso estudio 1	0,00178	0,00156	0,00150	0,00184	0,00167	0,00104	0,00037	0,00102	0,00039	0,0007
Caso estudio 2	0,00129	0,00174	0,00141	0,00161	0,00151	0,00102	0,00034	0,00101	0,00035	0,00068
Caso estudio 3	0,00192	0,00184	0,00152	0,00223	0,00188	0,00062	0,00059	0,00109	0,00012	0,00061

Tabla 3.77: Comparación sísmica. Quinde & Salinas, 2019.

Comparación deriva por tipo de elemento y por nivel, según dirección:

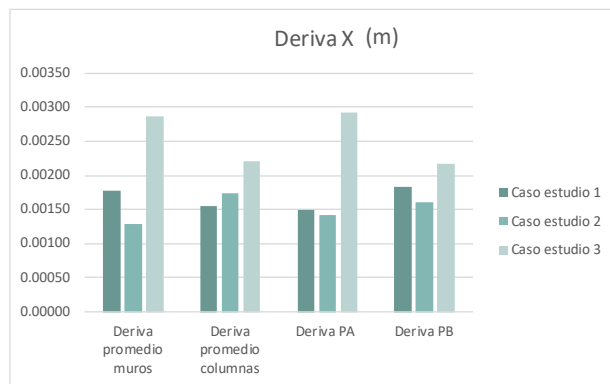


Figura 3.115: Gráfico comparativo de deriva en X. Quinde & Salinas, 2019.

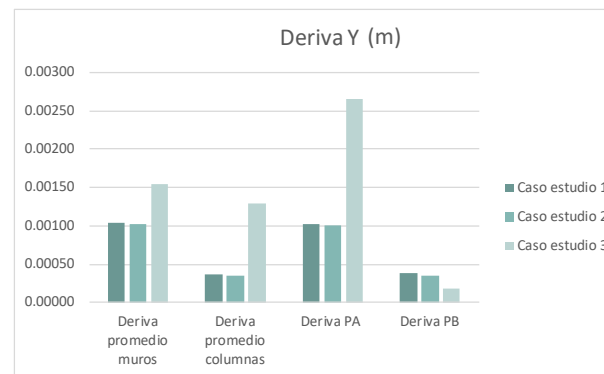


Figura 3.116: Gráfico comparativo de deriva en Y. Quinde & Salinas, 2019.

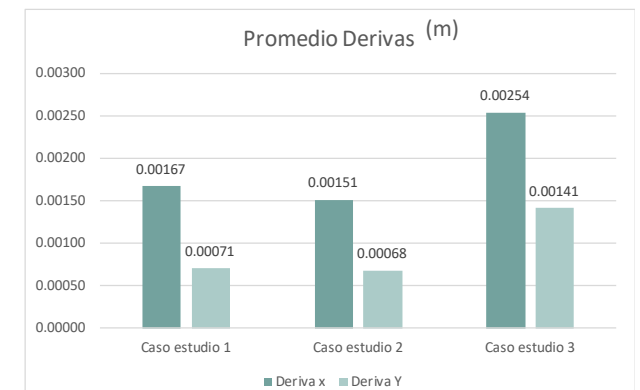


Figura 3.117: Promedio de derivas en los diferentes casos de estudio. Quinde & Salinas, 2019.

De los gráficos estadísticos y valores antes presentados podemos extraer las siguientes afirmaciones referentes al análisis de las derivas de piso:

Todos los casos de estudio indican una mayor afección y valor de deriva en dirección X. A su vez, en esta dirección se identifica un mayor valor de deriva en muros de planta baja.

Al comparar los valores obtenidos en derivas de columnas y muros, se identifican valores superiores en:

- El caso de estudio que presenta mayores valores de deriva en dirección X es el número 3, seguido por el caso estudio 1 con valores similares. El caso estudio 2 presenta valores considerablemente inferiores.
- Al analizar las derivas obtenidas en sentido Y, se identifican valores superiores en el caso estudio 3.

En general los valores máximos de derivas de piso se muestran a continuación:

Tipo de deriva	Valor	Caso estudio
Deriva de muros	0.0022	CE 3
Deriva de columnas	0.0028	CE 3
Deriva Planta Alta	0.0029	CE 3
Deriva Planta Baja	0.0021	CE3
Deriva promedio	0.0025	CE 3

Tabla 3.78: Valores máximos de derivas de piso.

Como se puede observar todos los máximos valores de deriva corresponden al caso estudio 3. Este caso de estudio posee una altura de entrepiso igual a 2.7 m.

Es necesario verificar que las derivas máximas obtenidas no sobrepasen los límites previamente definidos según la Norma Ecuatoriana de la Construcción. La tabla a continuación muestra los límites de deriva de piso en función de la altura del mismo.

Tipo de estructura	Deriva máxima
Estructuras de hormigón armado	0.02
Estructuras de mampostería	0.01

Tabla 3.79: Deriva máxima admisible según la NEC según tipo de estructura

Para obtener los valores máximos, se multiplicarán los valores admisibles por la altura de piso del caso de estudio analizado.

A continuación se analizan cuáles son los valores máximos de derivas obtenidos en general en todos los casos de estudio y se realiza la comparación de estos con los valores máximos admitidos. Esta acción permite identificar el posible fallo de los elementos estructurales independientes. El anexo 3.2 presenta las derivas calculadas por elemento, sin embargo a continuación se presenta el análisis de los valores más altos de derivas obtenidas:

Tipo de deriva	Valor	Valor máximo admitido	Cumplimiento
Deriva de muros	0.0022	0.027	Cumple
Deriva de columnas	0.0028	0.057	Cumple
Deriva Planta Alta	0.0029	0.027	Cumple
Deriva Planta Baja	0.0021	0.027	Cumple
Deriva promedio	0.0025	0.027	Cumple

Tabla 3.80: Valores máximos de derivas de piso respecto a valor máximo admitido por la NEC. Quinde & Salinas, 2019.

Como se pudo constatar, ningún elemento sobrepasa la deriva de piso admisible, por lo tanto no se supone un fallo de la estructura. Sin embargo, este análisis nos permitió determinar las diferencias en los valores de derivas de cada caso de estudio analizado.



3.5. RELACIÓN CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA - COMPORTAMIENTO SÍSMICO

Se identifican relaciones directas entre los resultados de los análisis de configuración arquitectónica y el comportamiento sísmico de los casos de estudio. En primer lugar, existe una correspondencia directa entre las edificaciones más y menos afectadas en ambos estudios.

- El caso estudio número 3, que presentó el valor menos recomendable de configuración arquitectónica (55.24) es también aquel que presenta mayor afección sísmica con mayores desplazamientos, tanto por peso propio (Ust) como por accionar de fuerzas externas. (Ux y Uy), este caso también presentó los mayores valores de deriva de piso demostrando en general un peor comportamiento sísmico.
- Por otro lado, el caso estudio 2 obtuvo una mayor calificación referente a la configuración arquitectónica y también presenta los resultados más favorables en el análisis sísmico ejecutado.
- El caso estudio 1 con un valor de calificación arquitectónica medio, si bien presenta desplazamientos máximos y deformaciones inferiores al caso estudio 3, presenta los mayores valores de cortante.

Haciendo referencia a los valores de cortantes máximos obtenidos, es interesante destacar una relación inversamente proporcional a la relación de aspecto (frente/fondo) de los casos de estudio. El caso estudio 3 que posee el valor de relación de aspecto más cercano al ideal (1) presenta los valores de cortantes más bajos, en contraposición, el caso estudio 1 con la relación de aspecto más desfavorable indica los cortantes más altos. Estos resultados hacen referencia a la configuración geométrica de la vivienda y los principios de accionar generales de cortantes.

Otra relación inversamente proporcional para considerar es aquella resultante del vínculo entre el porcentaje de alineación de paredes y la cantidad de masa desplazada durante el sismo. El caso estudio con mayor porcentaje de alineación de paredes (Caso estudio 2) es también el que menor porcentaje de masa desplaza durante el sismo.

De igual manera, a menor porcentaje de continuidad en elevación, se identifica un mayor valor de cortante máximo, esta relación reitera la importancia de generar muros estructurales resistentes que conecten toda la edificación en sentido vertical.

Otras relaciones identificadas son las descritas a continuación:

- La vivienda con menor porcentaje de alineación (CE 3) presenta la deriva más alta en muros.
- La vivienda con mayor rigidez (mayor sección de vigas y columnas) (CE 1) presenta la deriva más baja en columnas.
- La vivienda con mayor porcentaje de alineación (CE 2) presenta la deriva más baja en muros.
- La vivienda con mayor porcentaje de aberturas horizontales (CE 1) es decir la más irregular, presenta el cortante más alto.
- La vivienda con mayor porcentaje de aberturas horizontales (CE 1) presenta mayor cantidad de masa desplazada durante el sismo.
- El caso de estudio (CE 2) con mayor porcentaje de aberturas por pared, presenta una mayor deriva en muros en sentido Y.

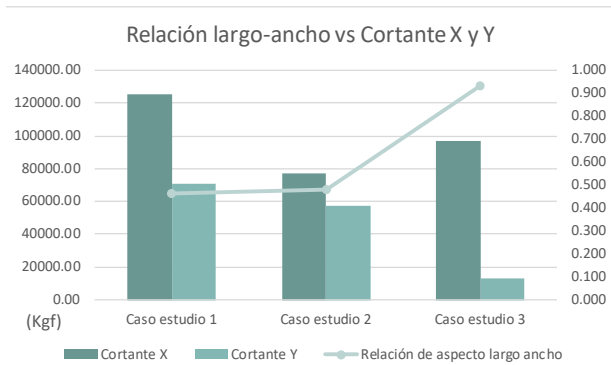


Figura 3.118: Comparación entre: Relación largo-ancho y constante en X y Y. Quinde & Salinas, 2019.

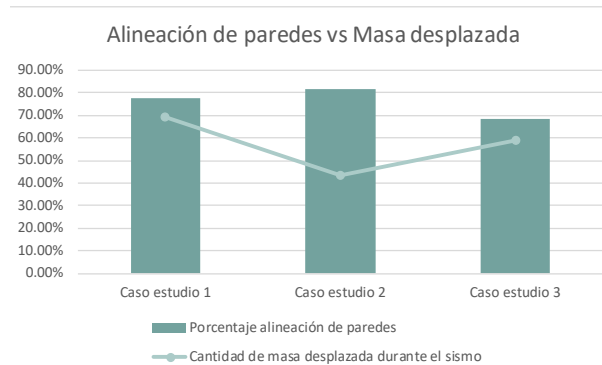


Figura 3.120: Comparación entre: Alineación de paredes y masa desplazada. Quinde & Salinas, 2019.

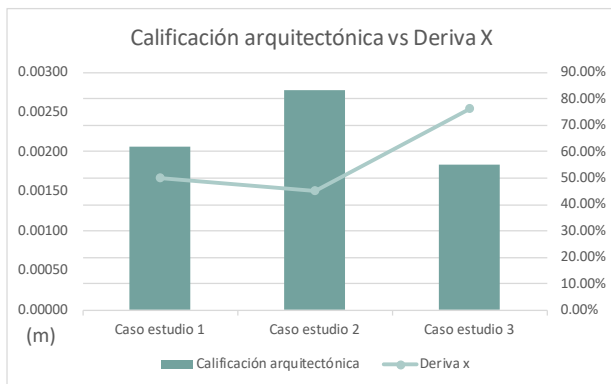


Figura 3.119: Comparación entre: Calificación arquitectónica y deriva en X. Quinde & Salinas, 2019.

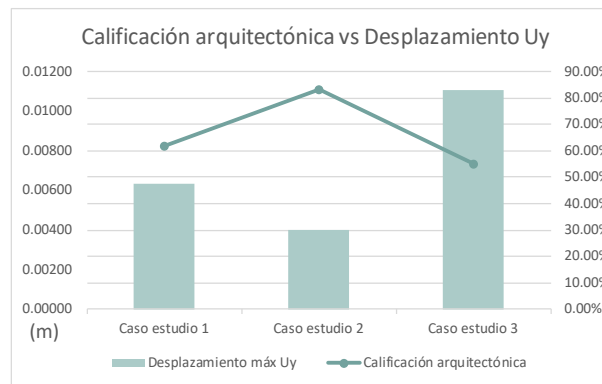


Figura 3.121: Comparación entre: Calificación arquitectónica y desplazamiento Uy. Quinde & Salinas, 2019.




Figura 3.122 : Gráfico comparativo resumen: Configuración arquitectónica vs análisis sísmico. Quinde & Salinas, 2019.

Introducción:

El presente capítulo desarrolla una propuesta arquitectónica sismo resistente a partir del análisis de los casos de estudio previamente ejecutados. Esta propuesta busca, mediante intervenciones en la configuración arquitectónica, mejorar considerablemente el comportamiento sísmico del caso de estudio que presentó un menor rendimiento estructural, es decir derivas y desplazamientos mayores. Las acciones ejecutadas están vinculadas a la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2014) y a parámetros de diseño sismo resistente obtenidos en esta investigación.





PROPUESTA SISMO RESISTENTE

4

4.1. Antecedentes:

Una vez comparados los 3 casos de estudio, se identifica al caso estudio 3 como el mayor afectado, tanto arquitectónica como sísmicamente. De igual manera, se identifican las relaciones existentes entre variables de índole de configuración arquitectónica y comportamiento sísmico. Se identifican principalmente los siguientes enunciados:

- Una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de alineación de paredes y la deriva máxima en muros.
- Una relación inversamente proporcional entre la sección de elementos estructurales y la deriva máxima en columnas.
- Una relación inversamente proporcional entre el cortante (V) de la edificación y su porcentaje de aberturas horizontales.
- El cortante máximo que presentan las edificaciones está vinculado con su relación de aspecto frente/fondo.
- La cantidad de masa desplazada durante el sismo está relacionada con el porcentaje de regularidad de las viviendas.

4.2. Parámetros básicos de diseño sismo resistente

Con base en lo expuesto anteriormente; y, en adición con lo señalado en la NEC (2014) en sus capítulos Viviendas de luces de hasta 5m y Riesgo y Peligro Sísmico, se proponen los siguientes parámetros de diseño sismo resistente, los mismos se presentan con base en los resultados presentados previamente en el Capítulo 3 de esta investigación:

Relación de aspecto: Se debe buscar una relación de aspecto (frente/fondo) con mayor tendencia a 1. Su variación está vinculada al valor de las fuerzas cortantes que actúan en la estructura.

Paredes

1. Se deberá procurar el mayor porcentaje de alineación de muros con la estructura.
2. Los muros deberán distribuirse preferentemente de manera simétrica y al menos balancear su cantidad en toda el área de la edificación.
3. Los muros considerados como resistentes deben coincidir en altura.

Regularidad: Tanto la forma de la edificación como la disposición de los elementos resistentes dentro de ella debe ser regular, procurando evitar irregularidades tanto estructurales como formales.

Aberturas: Las aberturas horizontales deberán ser preferentemente de forma regular, su área no deberá superar el 25% de la losa. Su presencia y ubicación condiciona el comportamiento de la estructura, afectando directamente a los desplazamientos y cortantes máximos que esta presenta.

En el caso de las aberturas verticales, su dimensión y posición debe ser lo más regular posible. Su cantidad condiciona el peso de la estructura y el comportamiento de cada elemento independiente.

Elementos estructurales

1. Las secciones de los elementos estructurales deben ser suficientes y estar en armonía con lo estipulado en la Norma de Construcción vigente. Sus dimensiones y resistencia deberán ser determinadas según los requerimientos de la edificación.
2. Los elementos estructurales resistentes deberán ser distribuidos de manera regular para constituir ejes regulares.



PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

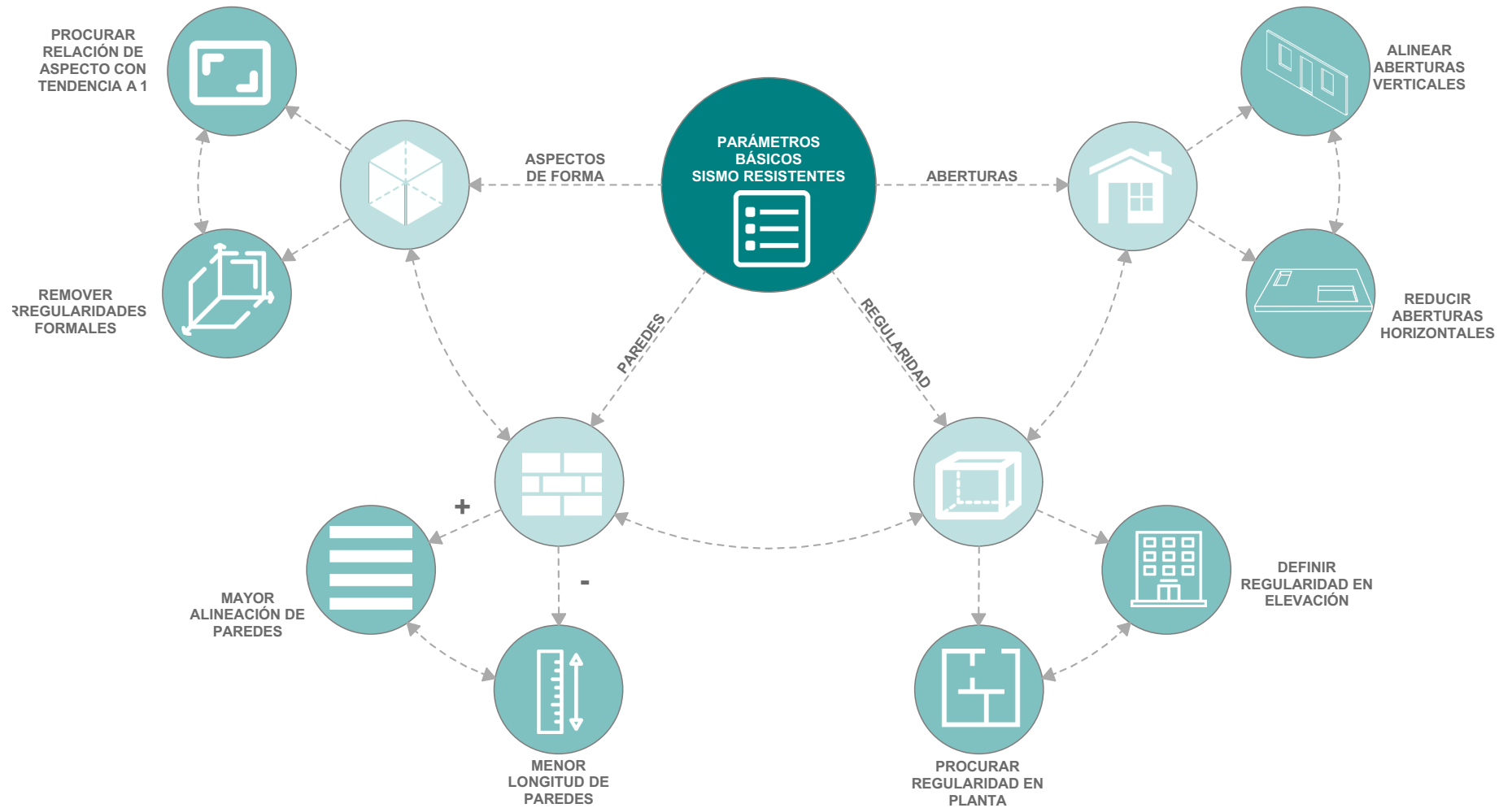


Figura 4.1: Parámetros básicos de diseño sismo resistente. Quinde & Salinas, 2019.

4.3. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA SISMO RESISTENTE

La intervención de diseño se realizará modificando ciertos factores de configuración arquitectónica y estructural de la vivienda que corresponde al Caso estudio 3. Este presentó mayores valores de derivas de piso y desplazamientos máximos.

El objetivo de esta propuesta es reducir los factores negativos analizados y demostrar la eficacia de los criterios de diseño sismo-resistente antes descritos. Al intervenir con base en una vivienda existente, con un área y programa determinados, se busca demostrar que es posible generar propuestas mejor analizadas desde el punto de vista sismo-resistente sin renunciar a las características formales y funcionales iniciales de la edificación.

La propuesta ejecutada mantiene la distribución general de espacios y el área promedio de los mismos; sin embargo, busca acoplar de mejor manera su estructura y configuración arquitectónica. La propuesta generada considera los parámetros de diseño antes descritos y adicionalmente las siguientes posibles medidas para la rehabilitación sísmica de una estructura establecidas en la norma NEC-SE-RE Riesgo sísmico 2014.

De esta manera, se proponen las siguientes acciones específicas:

- **Aumento de sección de elementos estructurales:** La vivienda en cuestión posee columnas con una sección cuadrada de 15x15 cm. La Norma Ecuatoriana de la Construcción (2014) establece que la sección mínima para columnas en viviendas de hasta dos pisos es 25x25 cm. De igual manera, las vigas deberán tener una dimensión mínima de 20x20 cm.
- **Alineación de paredes y columnas según ejes:** Con el objetivo de aumentar el porcentaje de alineación de paredes, se desplazan algunos muros. Además, se generan ejes verticales regulares.
- **Desplazamiento y alineación de vanos verticales:** Se procura generar que todos los vanos en sentido vertical se encuentren alineados, tanto horizontal como verticalmente.
- **Remoción de irregularidades:** La planta original de la edificación presenta un elemento irregular anexo a la planta (baño social en planta baja).
- **Reducción de masa:** Se eliminan muros innecesarios, buscando generar espacios más abiertos y con una mejor función.



Figura 4.2: Sección de elementos estructurales.

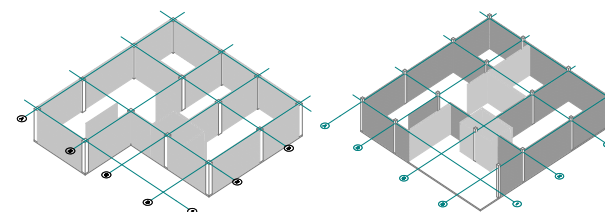


Figura 4.3 Alineación de paredes.

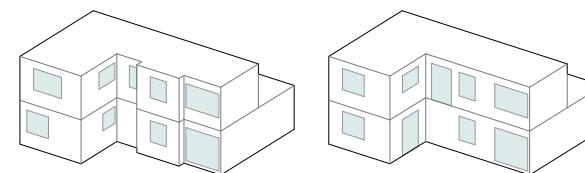


Figura 4.4: Alineación de aberturas en paredes.

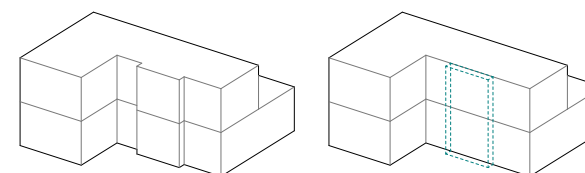


Figura 4.5: Remoción de irregularidades .



MODIFICACIÓN CASO DE ESTUDIO 3

Alteración de elementos resistentes: Paredes y columnas

Simbología

- Columnas CE3
- Columnas propuesta
- ▬ Paredes CE3
- ▬ Paredes propuesta

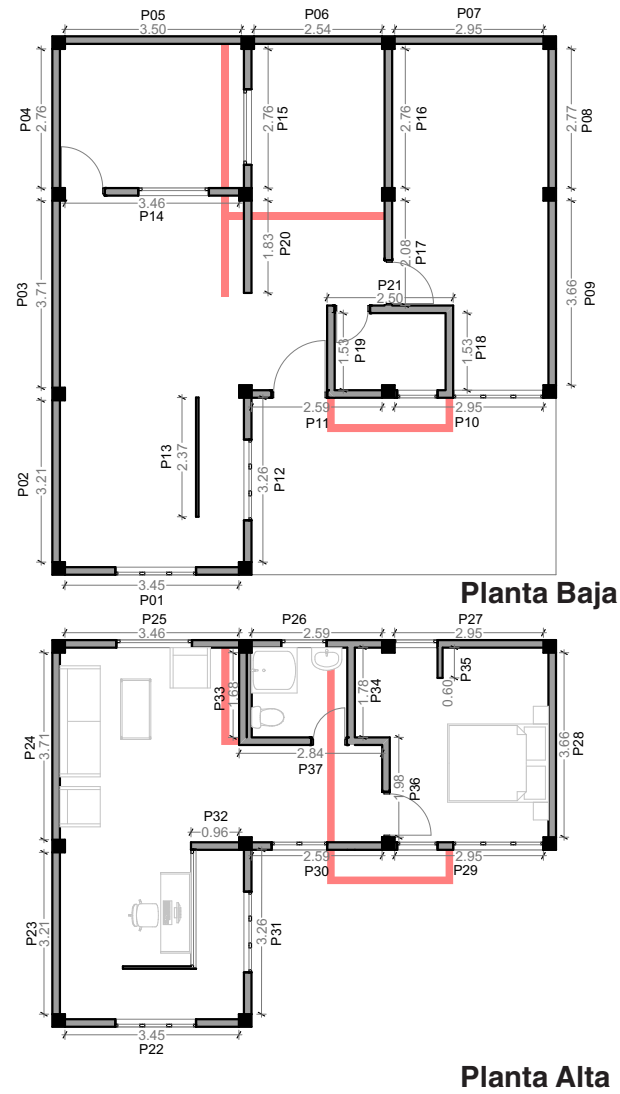


Figura 4.6: Modificaciones de paredes en planta.

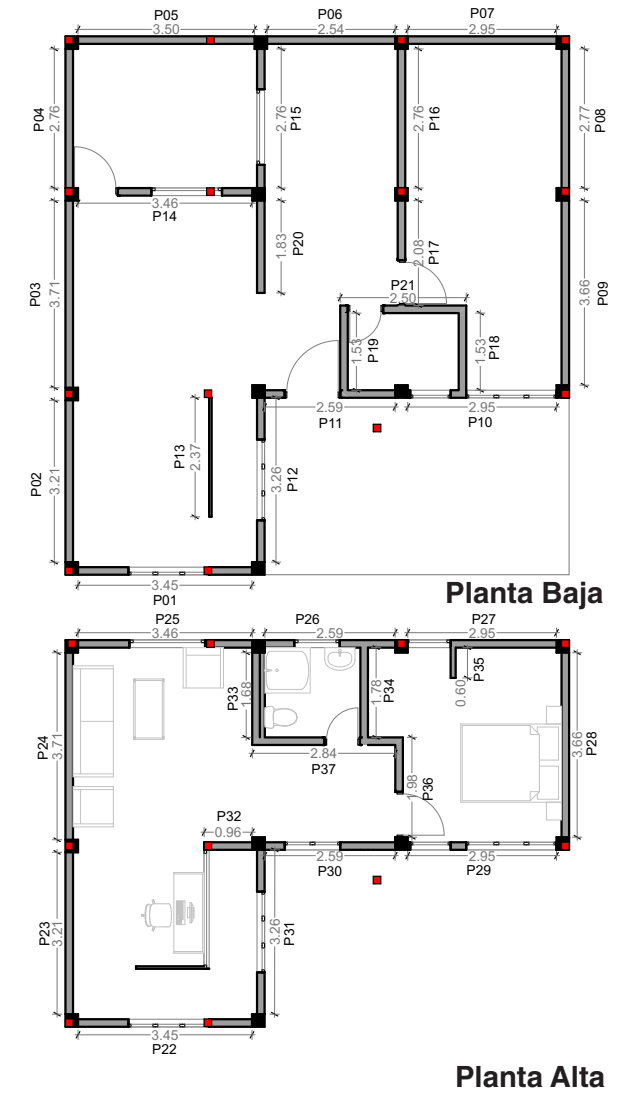
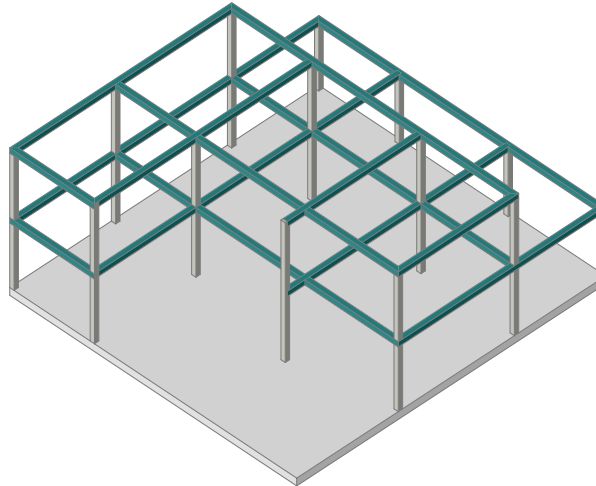
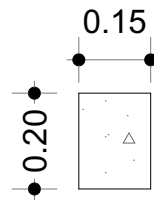


Figura 4.7: Modificaciones de columnas en planta.

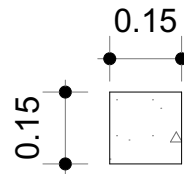
Caso estudio 3: Castillo estructural:



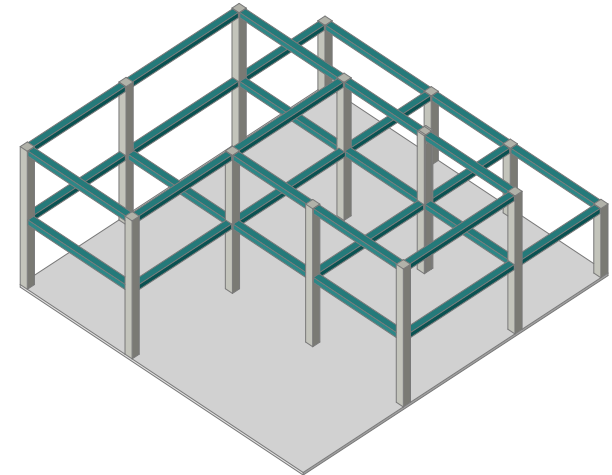
Sección Vigas:



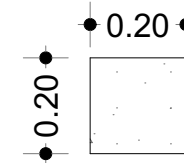
Sección Columna:



Propuesta: Castillo estructural:



Sección Vigas:



Sección Columna:

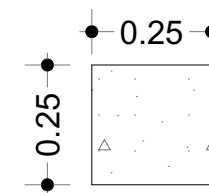


Figura 4.8: Columna izquierda superior. Castillo estructural caso estudio 3, sección de vigas 20x20cm y columnas de 25x25cm.

Figura 4.9: Columna izquierda central. Sección de vigas en caso de estudio 3.

Figura 4.10: Columna izquierda inferior. Sección de columnas en caso de estudio 3.

Figura 4.11: Columna derecha superior. Castillo estructural propuesta, sección de vigas 20x20cm y columnas de 25x25cm.

Figura 4.12: Columna derecha central. Sección de vigas en caso de estudio 3.

Figura 4.13: Columna derecha inferior. Sección de columnas en caso de estudio 3. Quinde & Salinas 2019.

4.3.1. PLANOS ARQUITECTÓNICOS PROPUESTA

UBICACIÓN PROPUESTA

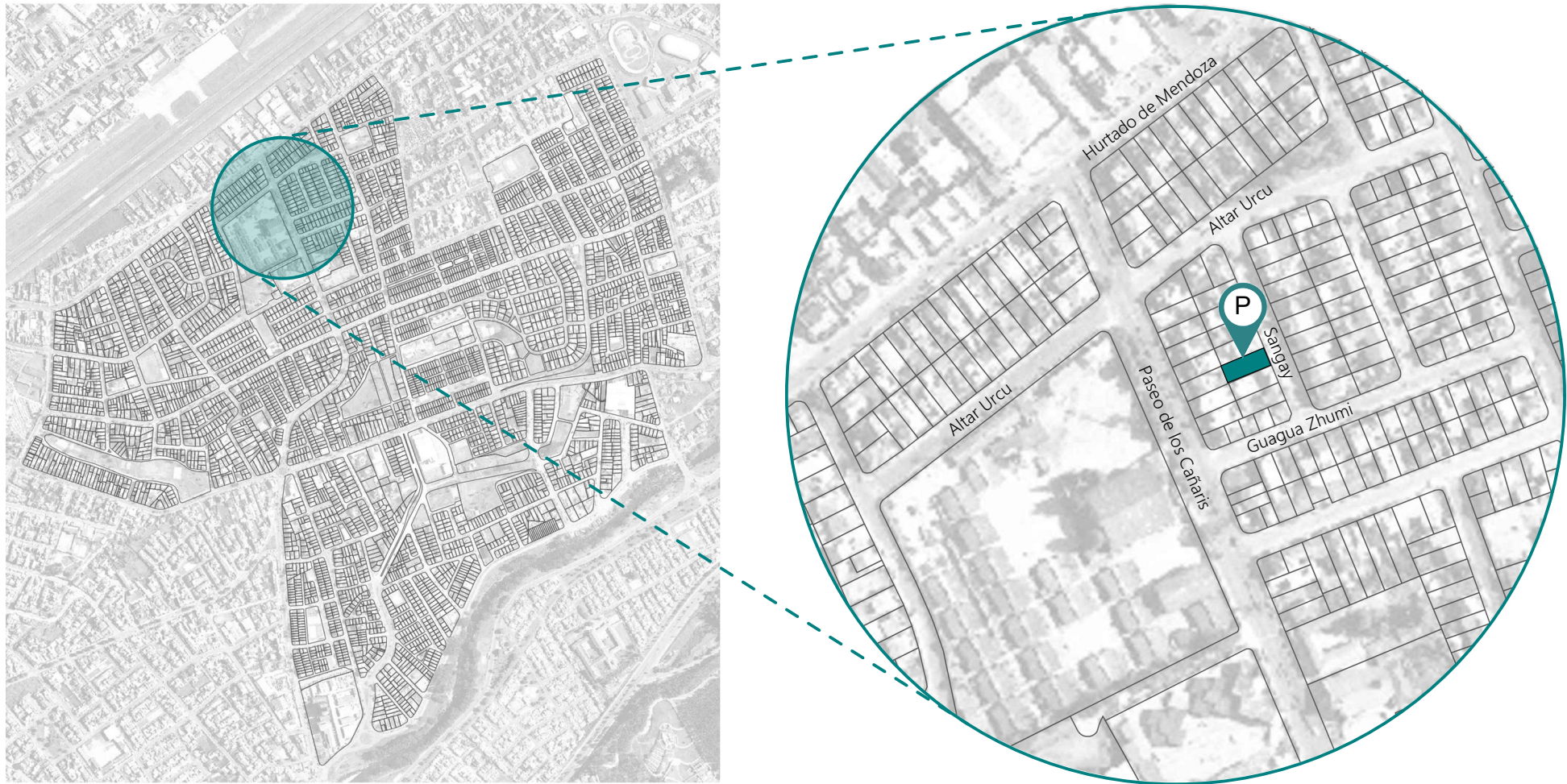


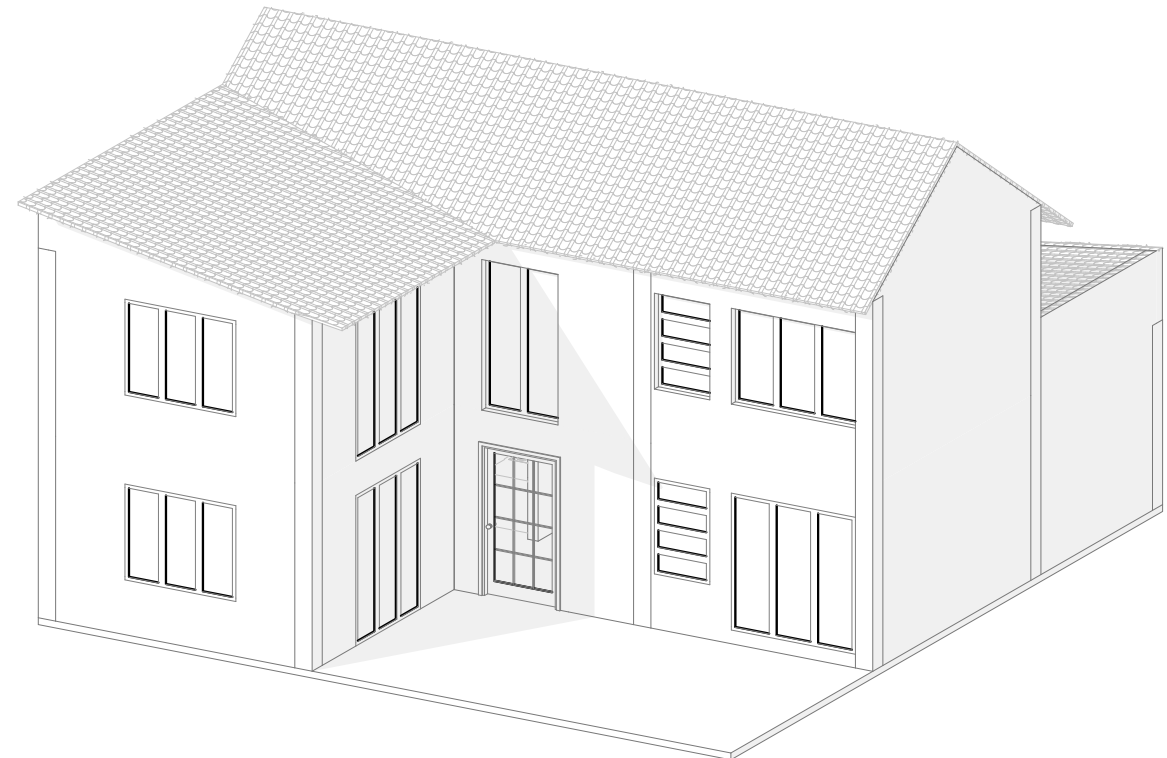
Figura 4.14: Ubicación propuesta. Quinde & Salinas 2019.

Datos Generales

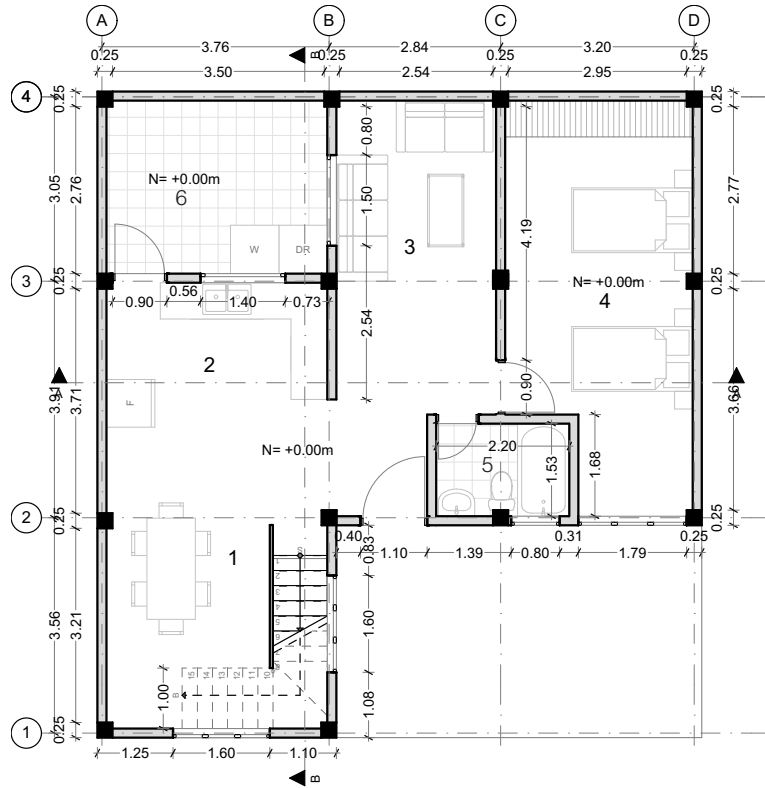
Edificación N°	06		
Clave Catastral:	0403106021000		
Ubicación:	Calle Rumiurco entre Lumbaqui y Coya		
Tipo de implantación	Continua con retiro frontal		
Área	Terreno	Vivienda	
	92.94	141.00	
Uso de suelo	Planta baja	Planta alta	
	Vivienda	Vivienda	
Dimensiones	Terreno	Frente	Fondo
		6 m	15.6 m
	Edificación	Frente	Fondo
		6 m	13 m
Retiros	Frontal	2,60	
	Posterior	X	

Tabla 4.1: Datos generales de la vivienda (propuesta). Quinde & Salinas 2019.

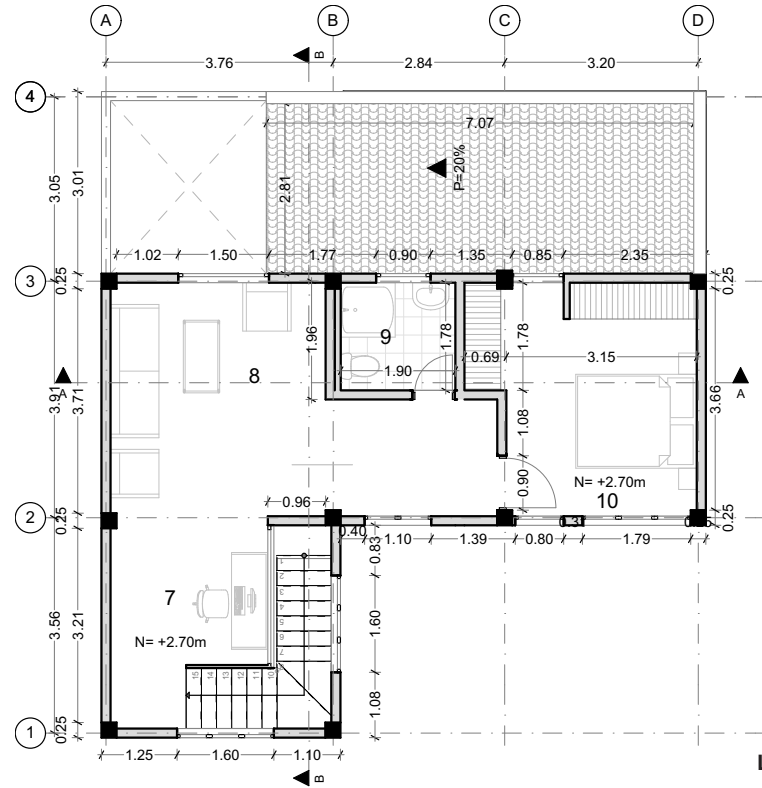
Perspectiva



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS



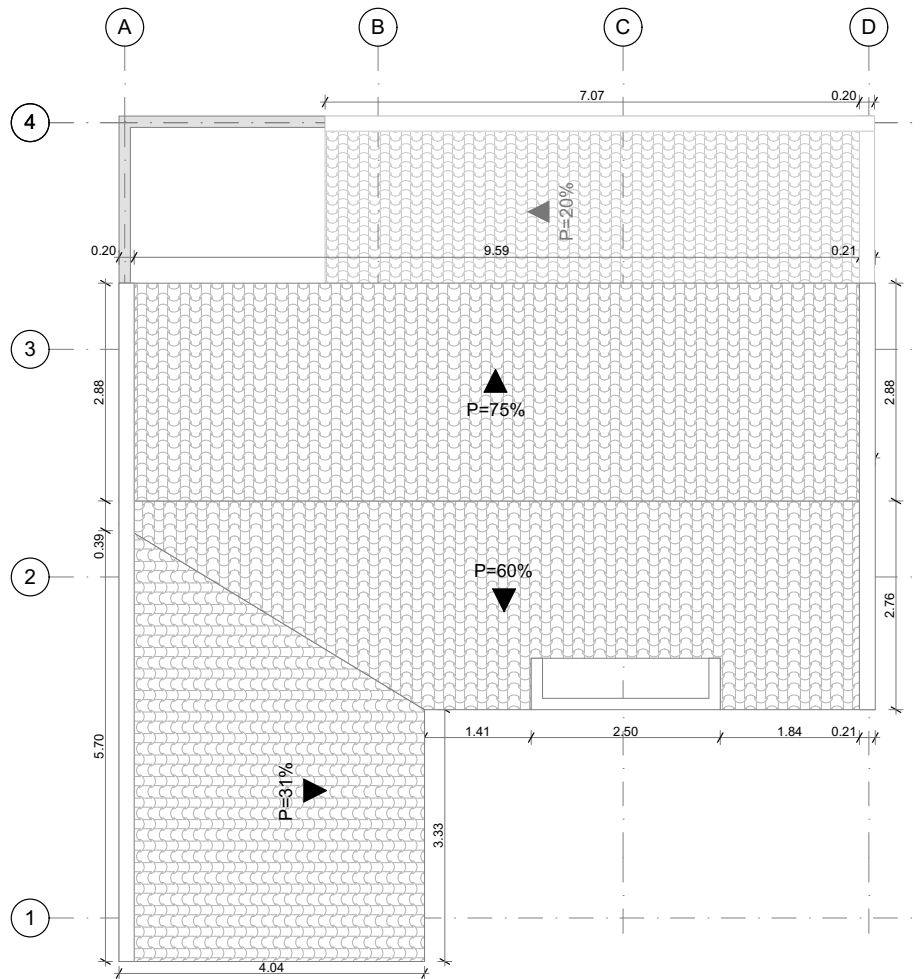
PLANTA BAJA
ESC 1:125



PLANTA ALTA
ESC 1:125

LISTADO DE ESPACIOS

1. Comedor
2. Cocina
3. Sala
4. Dormitorio
5. Baño
6. Lavandería
7. Estudio
8. Sala de estar
9. Baño
10. Dormitorio master

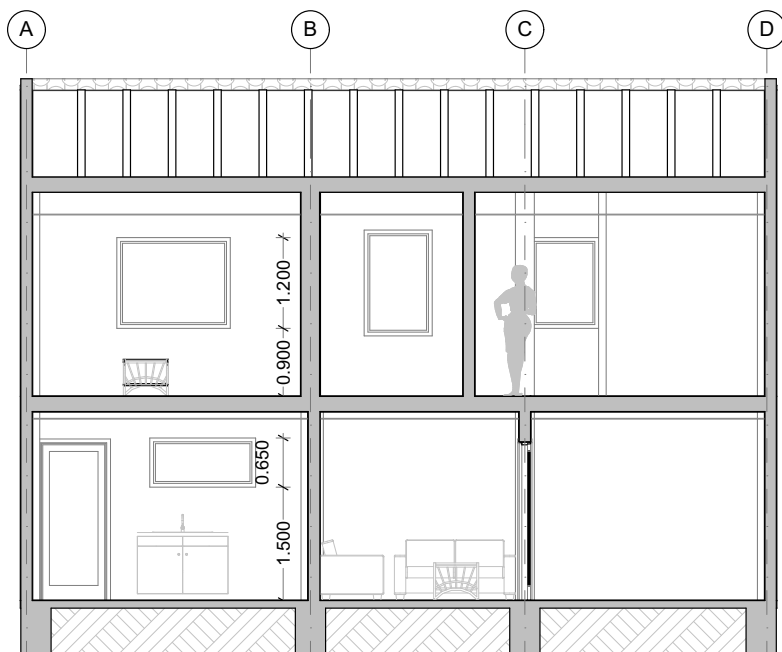


PLANTA CUBIERTA
ESC 1:100

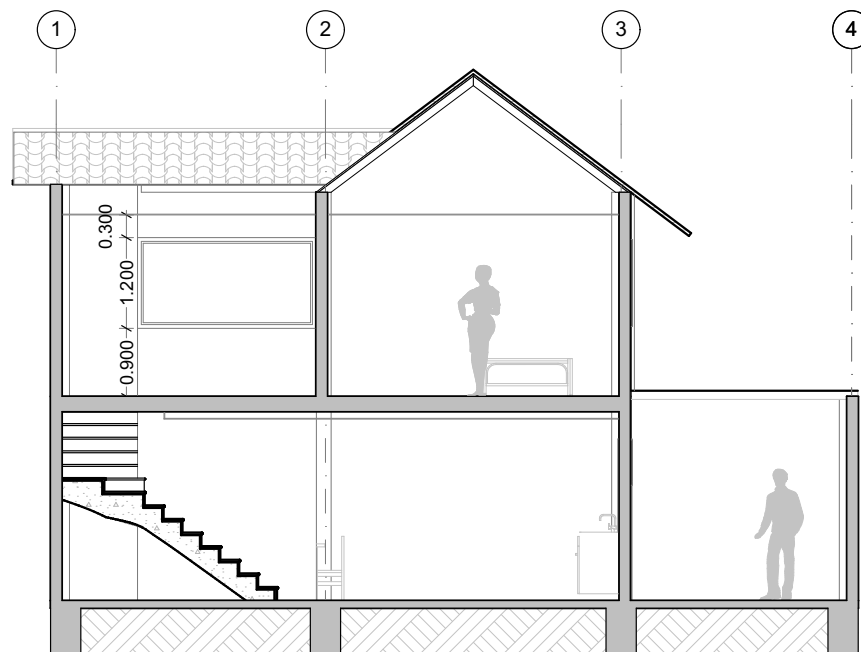


ELEVACIÓN FRONTAL
ESC 1:100

SECCIONES



SECCIÓN A-A
ESC 1:100

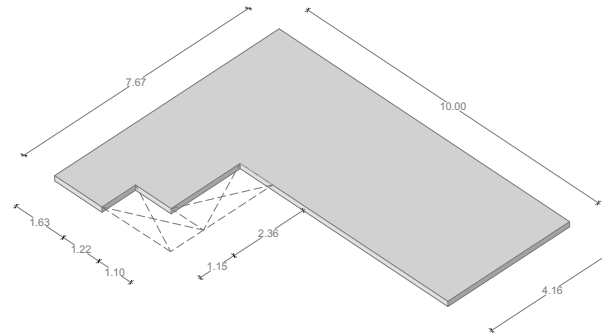


SECCIÓN B-B
ESC 1:100

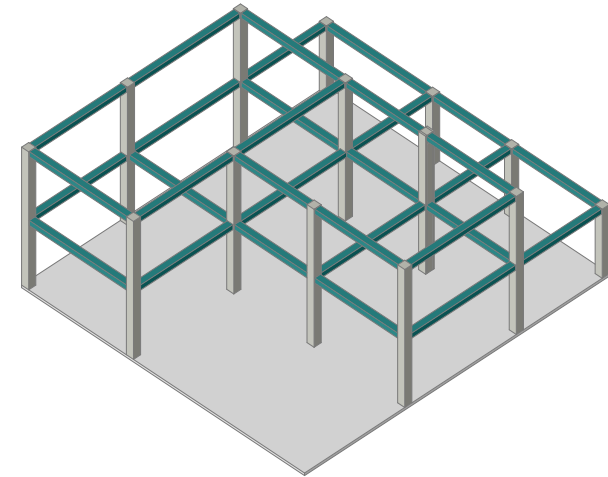
4.3.2. ANÁLISIS **C**ONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA **P**ROPUESTA

ANÁLISIS CONFIGURACIÓN ARQUITECTÓNICA

Análisis de aberturas horizontales:



Castillos Estructurales



ABERTURAS HORIZONTALES				
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior
	Dimensión	Ancho	Largo	Área
		2	2.75	5.5
Proyección patio	Ubicación		x	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área
		2.85	3	8.55

Tabla 4.2: Datos sobre ubicación y aberturas horizontales en caso de estudio 1.

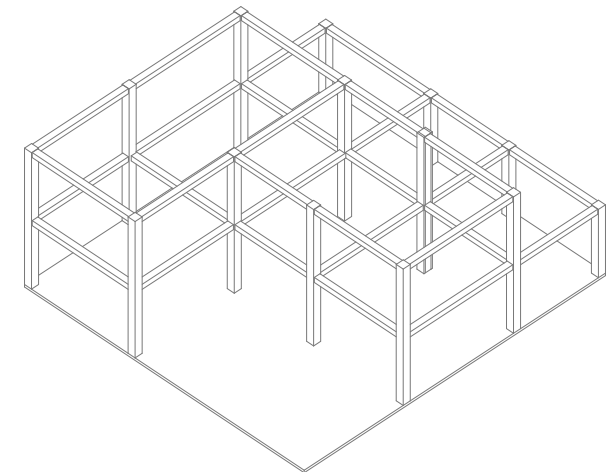
Área de losa	Área de aberturas	Porcentaje (%)
57.78	14.05	24.32%

Tabla 4.3: Porcentaje de aberturas en losa; caso de estudio 1. Quinde & Salinas 2019.

Figura 4.15: Derecha superior. Castillo estructural diferenciando los diferentes elementos, vigas y columnas.

Figura 4.16: Derecha inferior. Castillo estructural donde la sección de vigas es de 15x20cm y de columnas 25x25cm.

Figura 4.17: Izquierda superior. Losa de entrepiso, sus dimensiones y área de abertura para el núcleo de gradas. Quinde & Salinas 2019.



Cálculo de longitud y área de paredes:

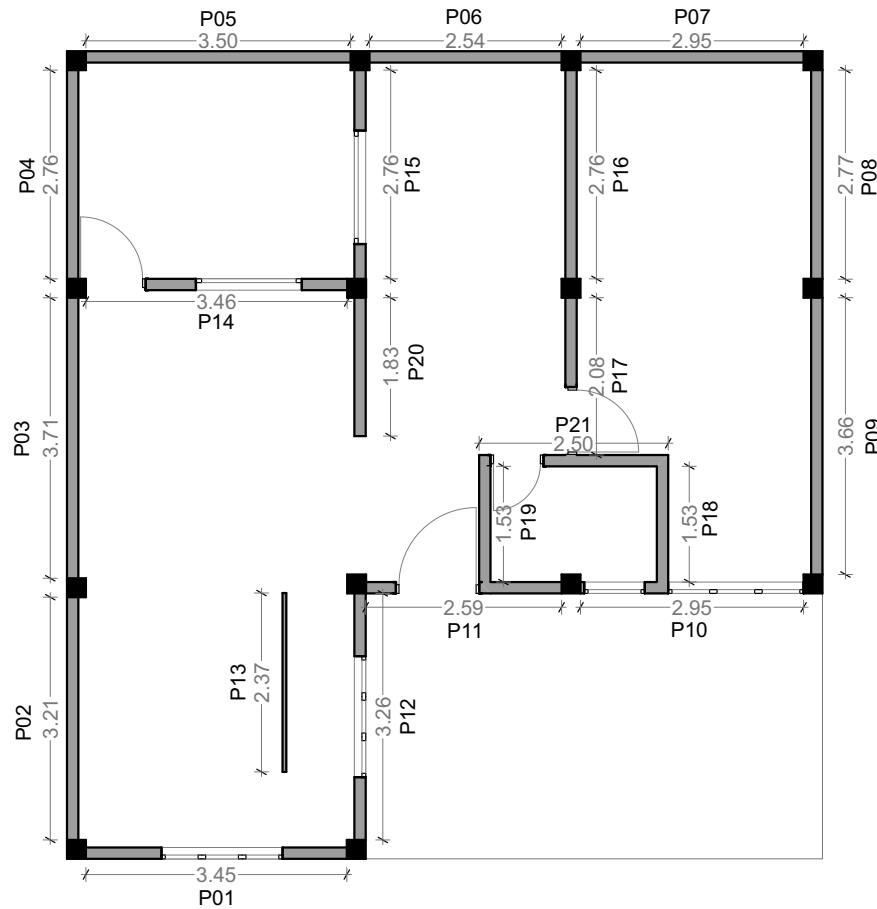


Tabla 4.18: Numeración de paredes en planta baja.

	Número de pared	Longitud (l) m	Altura (h) m	Área (A) m ²	
PLANTA BAJA	Ejes verticales				
	P02	3.21	2.5	8.03	
	P03	3.71	2.5	9.28	
	P04	2.76	2.5	6.90	
	P08	2.77	2.5	6.93	
	P09	3.66	2.5	9.15	
	P12	3.26	2.5	8.15	
	P13	2.37	2.5	5.93	
	P15	2.76	2.5	6.90	
	P16	2.76	2.5	6.90	
	P17	2.08	2.5	5.20	
	P18	1.53	2.5	3.83	
	P19	1.53	2.5	3.83	
	P20	1.83	2.5	4.58	
	SUBTOTAL		34.23		85.58
	Ejes horizontales				
	P01	3.45	2.5	8.63	
	P05	3.5	2.5	8.75	
	P06	2.54	2.5	6.35	
	P07	2.95	2.5	7.38	
	P10	2.95	2.5	7.38	
P11	2.59	2.5	6.48		
P14	3.46	2.5	8.65		
P21	2.5	2.5	6.25		
SUBTOTAL		23.94		59.85	
TOTAL		58.17		145.43	

Tabla 4.4: Dimensiones y área de paredes en planta baja y planta alta. Quinde & Salinas 2019.

Cálculo de longitud y área de paredes:

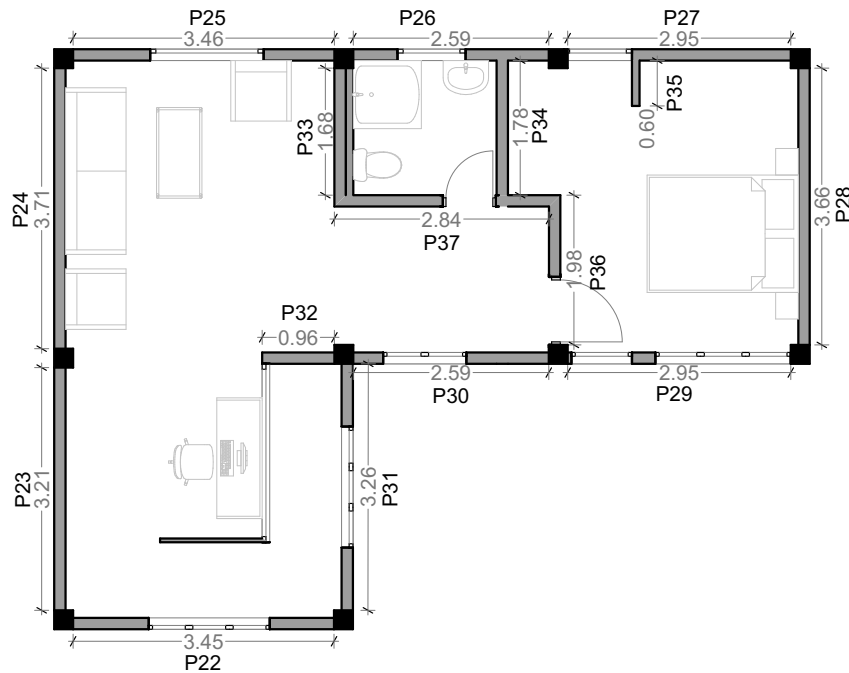


Tabla 4.19: Numeración de paredes en planta alta.

		Número de pared	Longitud (l)	Altura (h)	Área (A)
Unidades			m	m	m ²
PLANTA ALTA	Ejes verticales	P23	3.21	2.5	8.03
		P24	3.71	2.5	9.28
		P28	3.66	2.5	9.15
		P31	3.26	2.5	8.15
		P33	1.68	2.5	4.20
		P34	1.78	2.5	4.45
		P35	0.6	2.5	1.50
	SUBTOTAL		19.88		49.70
	Ejes horizontales	P22	3.45	2.5	8.63
		P25	3.46	2.5	8.65
		P26	2.59	2.5	6.48
		P27	2.95	2.5	7.38
		P29	2.95	2.5	7.38
		P30	2.59	2.5	6.48
P32		0.96	2.5	2.40	
SUBTOTAL		21.79		54.48	
TOTAL			41.67		104.18

Tabla 4.5: Dimensiones y área de paredes en planta baja y planta alta.

RESULTADOS TOTALES	Longitud (L)	Área de losa (A)	Relación (L/A)
	m	m ²	
	99.84	46.84	2.132

Tabla 4.6: Longitud de paredes por m2. Quinde & Salinas 2019.

Análisis de alineación de paredes con ejes estructurales:

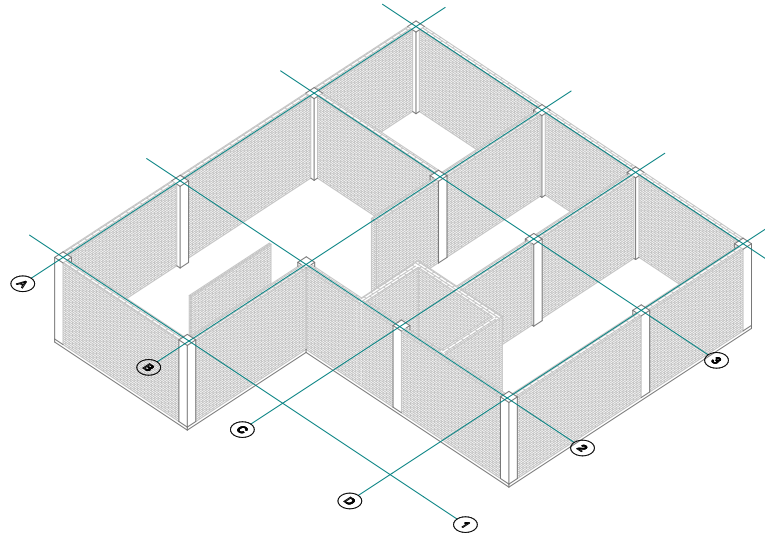


Tabla 4.20: Alineación de paredes en planta baja.

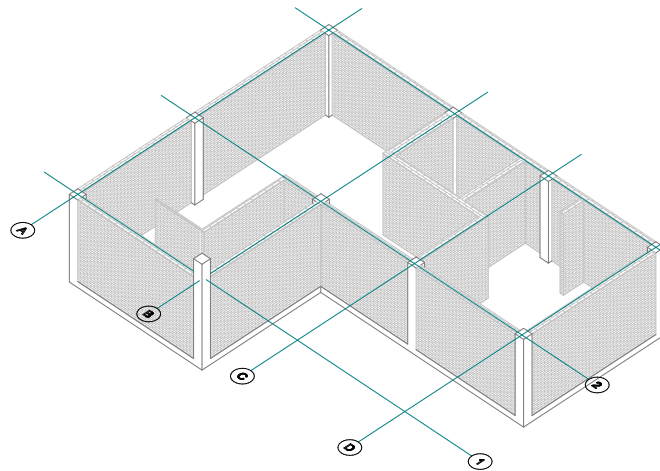


Tabla 4.21: Alineación de paredes en planta baja.

Sentido de ejes	Planta	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje (%)
Ejes horizontales (1,2..)	Planta Baja	7	8	87.50%
	Planta Alta	7	8	87.50%
Ejes verticales (A, B..)	Planta Baja	10	12	83.33%
	Planta Alta	6	7	85.71%
TOTALES		30	35	85.71%

Tabla 4.7: Cantidad de paredes coincidentes en planta baja y planta alta. Quinde & Salinas 2019.

PROPUESTA

Análisis de aberturas verticales:

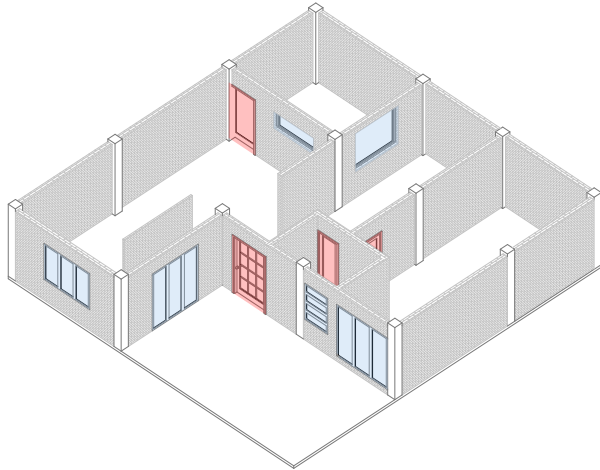


Tabla 4.22: Aberturas verticales en planta baja.

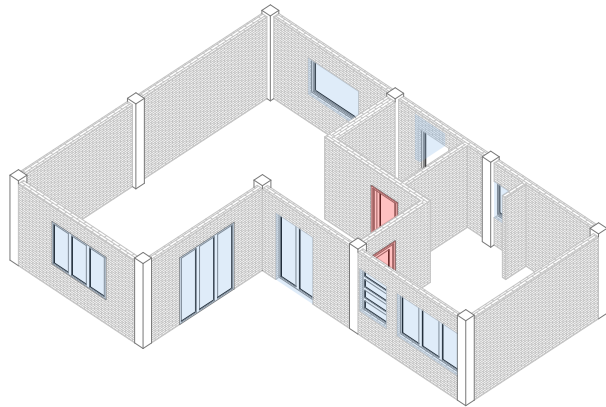


Tabla 4.23: Aberturas verticales en planta alta.

ABERTURAS EN FACHADA					
Variables		Número	Ancho	Alto	Área
Unidades			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i> ²
Puertas	Planta Baja	P1	2	1.1	2.2
	Planta Baja	V1	1.6	1.4	2.24
Ventanas	Planta Baja	V1	0.8	1.4	1.12
		V3	1.8	2	3.60
		V4	1.6	1.4	2.24
	Planta Alta	V5	1.1	2.2	2.42
		V6	0.8	1.4	1.12
		V7	1.8	1.4	2.52
		Total Planta Baja (m ²)			
Total Planta Alta (m ²)				8.30	
TOTAL				15.26	

Tabla 4.8: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Cálculo resumen área de aberturas verticales				
	Planta Baja		Planta Alta	
	Puertas	Ventanas	Puertas	Ventanas
Área de aberturas verticales (m ²)	3.99	9.63	1.89	12.27
Subtotal (m ²)	13.62		14.16	
TOTAL(m²)	27.78			

Tabla 4.10: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Aberturas verticales por pared		
Área de aberturas verticales (A)	Área total de paredes (P)	Relación A/P
<i>m</i> ²	<i>m</i> ²	
27.78	249.60	0.111

Tabla 4.11: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Cantidad de aberturas verticales				
Tipos de aberturas verticales	Ejes Longitudinales		Ejes Transversales	
	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
Número de ventanas	2	1	4	7
Número de puertas	1	1	3	1
Subtotal	5		15	
TOTAL	20			

Tabla 4.9: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

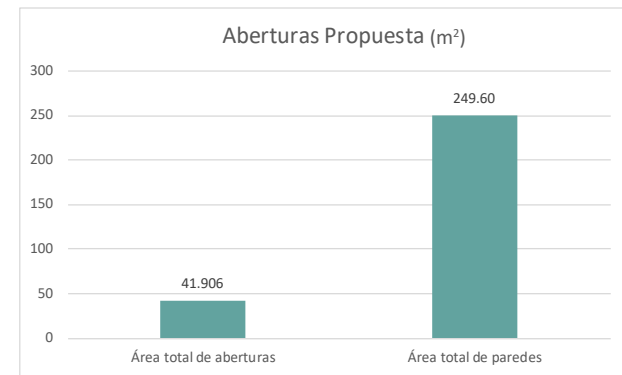


Figura 4.24: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 3. Quinde & Salinas 2019.

4.3.3. ANÁLISIS SÍSMICO PROPUESTA

ANÁLISIS SÍSMICO

Cantidad de masa desplazada en el sismo: Análisis modal

Dirección X

	Períodos	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	Kg	%
1	0.4796	121410.18	74.27%
2	0.3377	248.97	0.15%
3	0.3001	488.33	0.30%
4	0.2778	22.95	0.01%
5	0.2645	2163.20	1.32%
6	0.2493	142.25	0.09%
7	0.2424	190.76	0.12%
8	0.2356	6128.83	3.75%
9	0.2054	0.52	0.00%
10	0.1985	89.53	0.05%

Tabla 4.12: Datos sísmicos de la propuesta en dirección X: Períodos, cantidad de masa desplazada y Gamma.

Dirección Y

	Períodos	Cantidad de masa desplazada durante el sismo	Porcentaje de masa desplazada
	s	Kg	%
1	0.4796	165.62	0.10%
2	0.3377	41344.92	25.29%
3	0.3001	983.18	0.60%
4	0.2778	14964.63	9.15%
5	0.2645	5121.78	3.13%
6	0.2493	139.15	0.09%
7	0.2424	7091.69	4.34%
8	0.2356	677.82	0.41%
9	0.2054	3137.36	1.92%
10	0.1985	1818.33	1.11%

Tabla 4.13: Datos sísmicos de la propuesta en dirección Y: Períodos, cantidad de masa desplazada y Gamma.

Análisis propuesta:

La propuesta presenta mayor afectación en dirección X; el modo de vibrar predominante es el primero con un 74.27% de masa desplazada durante el sismo. En esta dirección se produce una deformación máxima de 8.4 mm. En la dirección Y, se analiza el modo de vibrar número 2, que presentan un 25.29% de masa desplazada y una deformación de 5.5 mm. (Tabla 4.15)

El análisis de derivas ejecutado (ver tabla 4.14) presenta valores predominantes en dirección X. También se observa una mayor deriva en columnas en planta baja; por otro lado, en dirección Y se observa una mayor afectación en muros de planta alta.

Derivas de pisos:

CÁLCULO DE DERIVAS						
	Deriva x			Deriva y		
	Planta alta	Planta baja	Promedio	Planta alta	Planta baja	Promedio
Columnas	0.00178	0.003650	0.00271	0.00130	0.00028	0.00079
Muros	0.00289	0.00339	0.00314	0.00166	0.00028	0.00097
Promedios	0.00233	0.003522	0.00293	0.00148	0.00028	0.00088

Tabla 4.14: Cálculo derivas de piso.

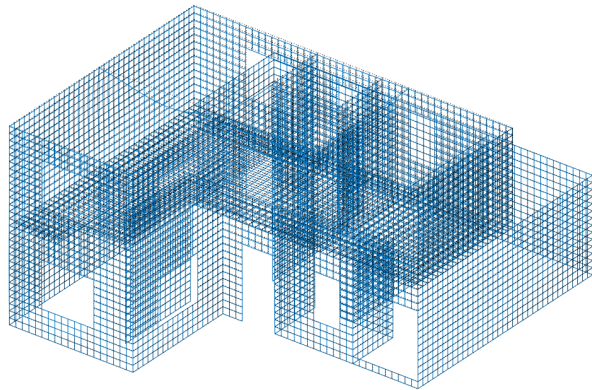
Desplazamientos y cortantes máximos

Masa total:	163,470.00	kg
Desplazamiento Ux	0.008429	m
Desplazamiento Uy	0.005506	m
Desplazamiento Ust	0.001135	m
Cortante X	126,594.14	kgf
Cortante Y	38863.92	kgf

Tabla 4.15: Resultados sísmicos finales, desplazamientos, cortantes y masa total de la propuesta. Quinde & Salinas 2019.

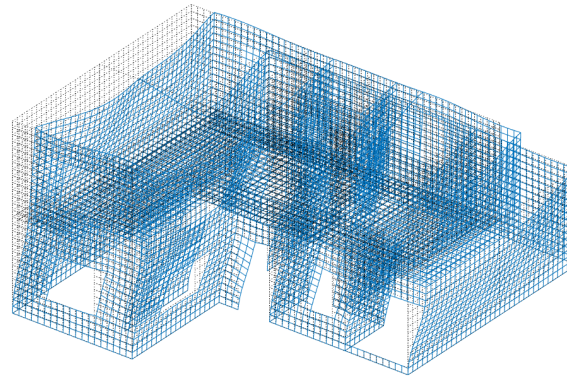
Gráficos de desplazamientos:

Desplazamiento por carga Ust



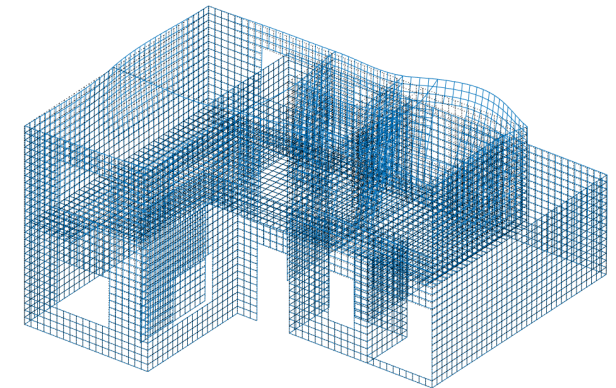
Desplazamiento max: 0.001135

Desplazamiento por fuerza sísmica Ux



Desplazamiento max: 0.008429

Desplazamiento por fuerza sísmica Uy



Desplazamiento max: 0.005506

Videos de desplazamientos:

(Escanear código QR)

Figura 4.25: Izquierda. Desplazamiento causado por su peso propio (Ust).

Figura 4.26: Centro. Desplazamiento causado por fuerza sísmica en dirección X.

Figura 4.27: Derecha. Desplazamiento causado por fuerza sísmica en dirección Y. Quinde & Salinas 2019.



Gráficos de esfuerzos de compresión en dirección z

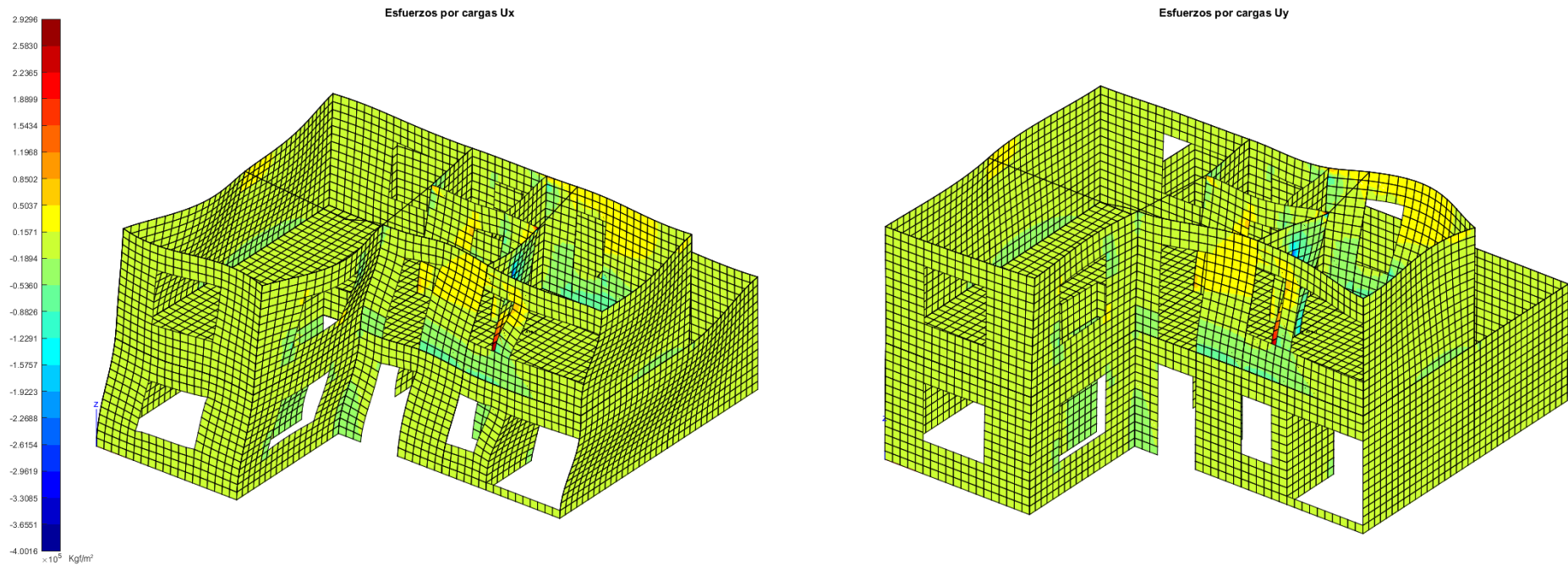
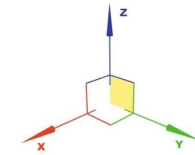


Figura 4.28: Izquierda. Gráfico de esfuerzos por compresión Sz en dirección X.

Figura 4.29: Derecha. Gráfico de esfuerzos por compresión Sz en dirección Y. Quinde & Salinas 2019.



RESUMEN RESULTADOS PROPUESTA

Cortante:

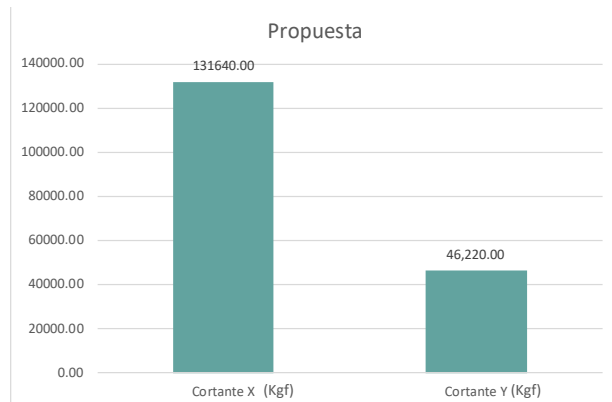


Figura 4.30: Comparación entre gamma en X y gamma en Y de la propuesta. Quinde & Salinas 2019.

Derivas de piso:

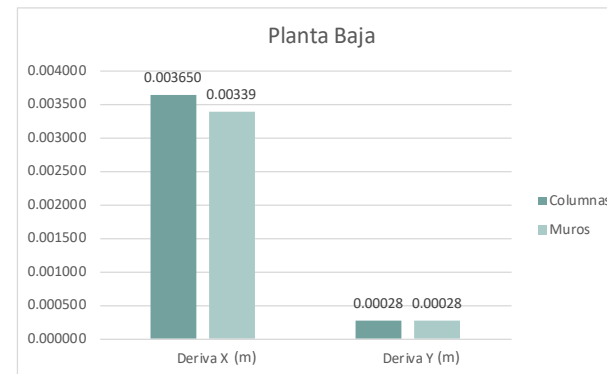


Figura 4.32: Derivas de muros y columnas en planta baja.

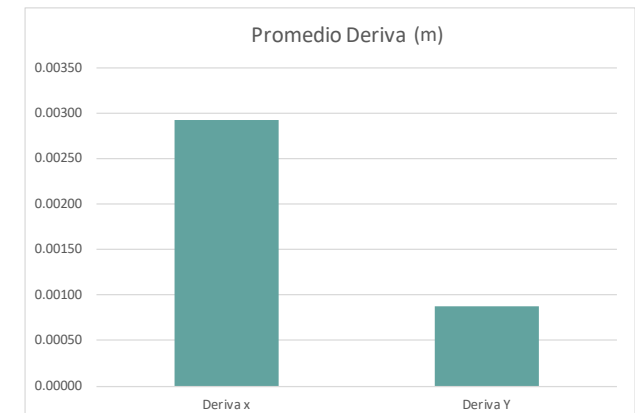


Figura 4.34: Promedio de derivas en X y Y. Quinde & Salinas 2019.

Desplazamientos:

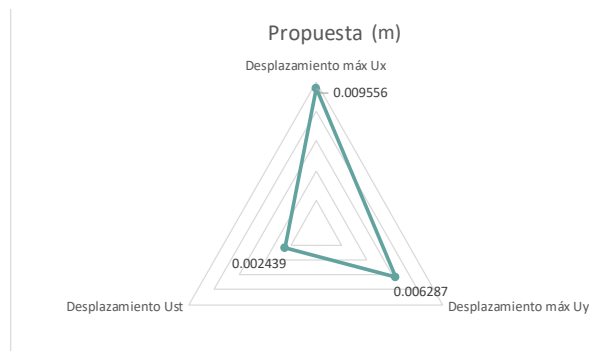


Figura 4.31: Comparación entre los desplazamientos Ust, Ux y Uy. Quinde & Salinas 2019.

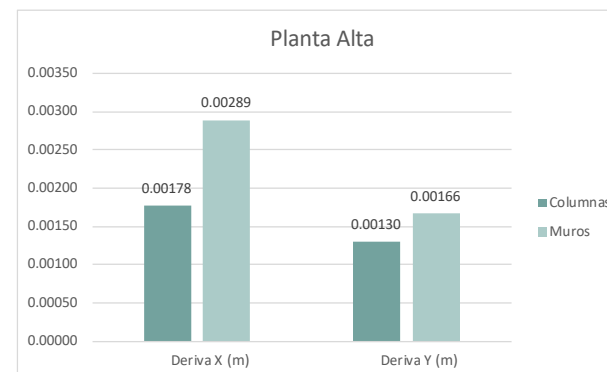


Figura 4.33: Derivas de muros y columnas en planta alta. Quinde & Salinas 2019.

4.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS: CASO ESTUDIO 3 vs PROPUESTA



COMPARACIÓN DE RESULTADOS SÍSMICOS: ANÁLISIS MODAL

COMPARACIÓN SÍSMICA CASO DE ESTUDIO 3 vs PROPUESTA									
TIPO DE ANÁLISIS	ANÁLISIS MODAL						DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS		
Variable	Dirección principal	t (s)	Masa total (Kg)	Cantidad de masa desplazada durante el sismo (Dirección X) (Kg)	Cortante X (Kgf)	Cortante Y (Kgf)	Desplazamiento máx Ux (m)	Desplazamiento máx Uy (m)	Desplazamiento Ust (m)
<i>Caso estudio 3</i>	x	0.46	161600	58.77%	96603.67	12883.65	0.0125	0.0110	0.0059
<i>Propuesta 1</i>	x	0.47	163470	74.27%	126594.13	38863.92	0.0084	0.0055	0.0011

Tabla 4.16: Datos sísmicos comparativos entre caso de estudio 3 y propuesta. Quinde & Salinas 2019.

Análisis de masa

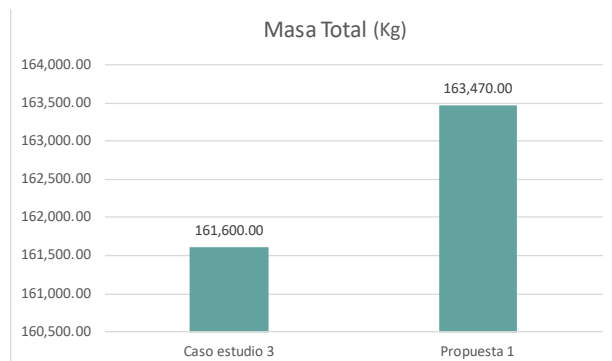


Figura 4.35: Masa total de las viviendas. Quinde & Salinas 2019.

Cortantes máximos

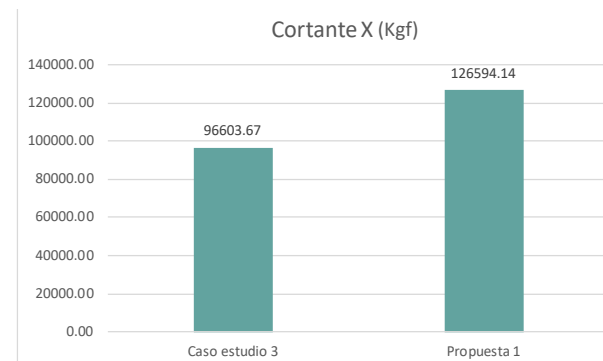


Figura 4.37: Valores de la fuerza cortante en X. Quinde & Salinas 2019.

Desplazamientos por peso propio

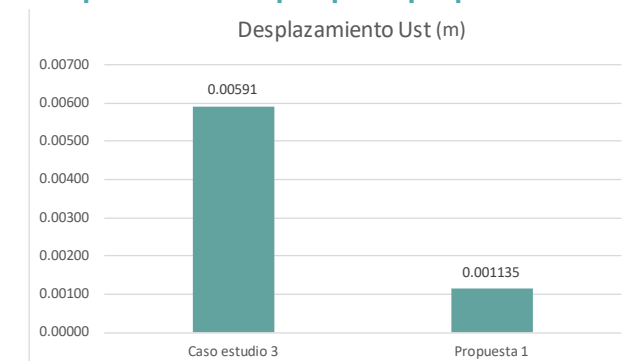


Figura 4.39: Desplazamiento por peso propio (Ust). Quinde & Salinas 2019.

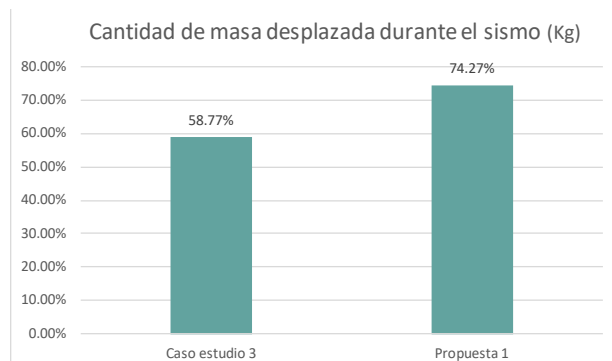


Figura 4.36: Cantidad de masa desplazada por el sismo. Quinde & Salinas 2019.

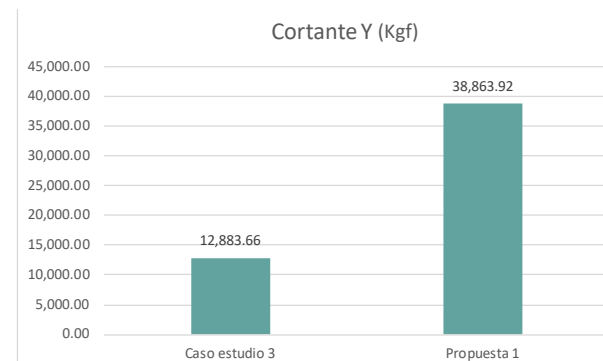


Figura 4.38: Valores de la fuerza cortante en Y. Quinde & Salinas 2019.

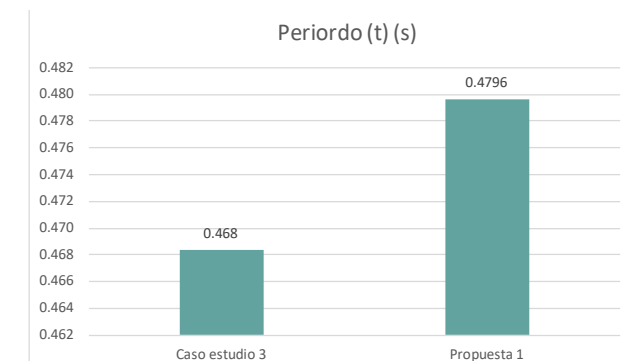
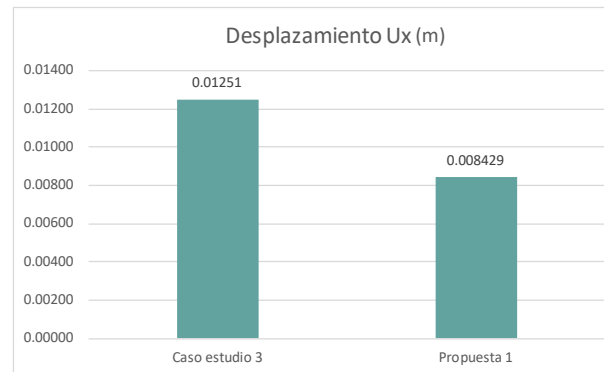


Figura 4.40: Valor de periodo predominante. Quinde & Salinas 2019.

Desplazamientos por fuerzas sísmicas

Dirección X



Dirección Y

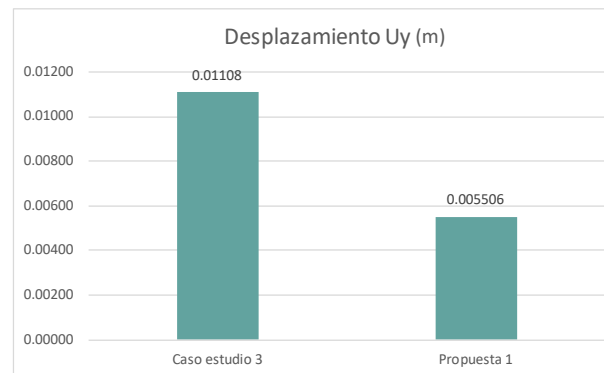


Figura 4.41: Superior. Gráfico de barras que muestra desplazamiento causado por fuerza sísmica en dirección X.

Figura 4.42: Inferior. Gráfico de barras que muestra desplazamiento causado por fuerza sísmica en dirección Y. Quinde & Salinas 2019.

Comparación general:

La propuesta ejecutada presenta un mejor comportamiento sísmico determinado por una disminución considerable de los desplazamientos máximos, tanto por peso propio (Ust) como por fuerzas externas (Ux y Uy). De igual manera, se evidencia una reducción en las derivas de piso que experimenta la estructura en planta baja y en dirección Y. Es necesario mencionar que en dirección X en planta baja, los elementos presentan un aumento de derivas de piso; sin embargo, este aumento no es representativo y no significa el colapso de ningún elemento.

Debido al aumento de sección en elementos estructurales y al rigidizamiento general de la estructura, esta presenta un aumento en los valores de cortantes máximos y en la masa total. Al analizar el porcentaje de masa desplazado durante un sismo en dirección X, encontramos un aumento considerable (15.5%) ligado a un movimiento más uniforme de toda la edificación.

La tablas 4.16 y 4.17 presenta los valores obtenidos, tanto en el caso estudio 3, como en la propuesta generada. Los valores marcados corresponden a las mejoras evidenciadas.



COMPARACIÓN DE RESULTADOS SÍSMICOS: DERIVAS DE PISO

CÁLCULO DE DERIVAS										
Dirección	Dirección en X					Dirección en Y				
	Deriva promedio muros	Deriva promedio columnas	Deriva PA	Deriva PB	Deriva X	Deriva promedio muros	Deriva promedio columnas	Deriva PA	Deriva PB	Deriva Y
Unidades	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
Caso estudio 3	0.0028	0.0022	0.0029	0.0021	0.0025	0.0015	0.0012	0.0026	0.0001	0.0014
Propuesta	0.0031	0.0027	0.0023	0.0035	0.0029	0.0009	0.0007	0.0014	0.0002	0.0008

Tabla 4.17: Análisis de derivas de piso en dirección X y Y. Quinde & Salinas 2019.

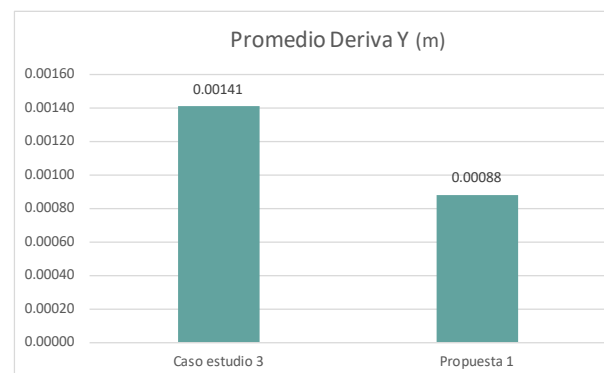
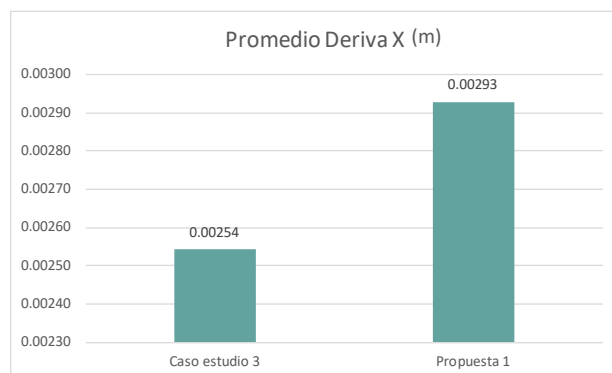
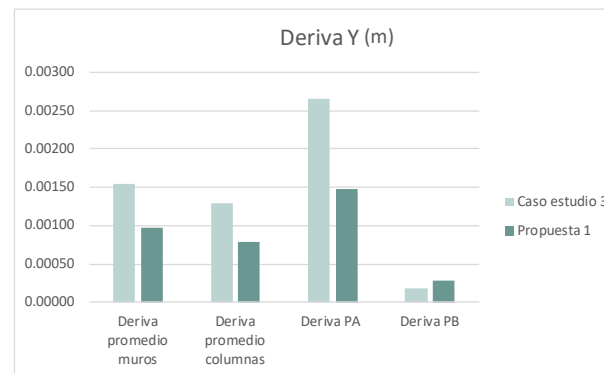
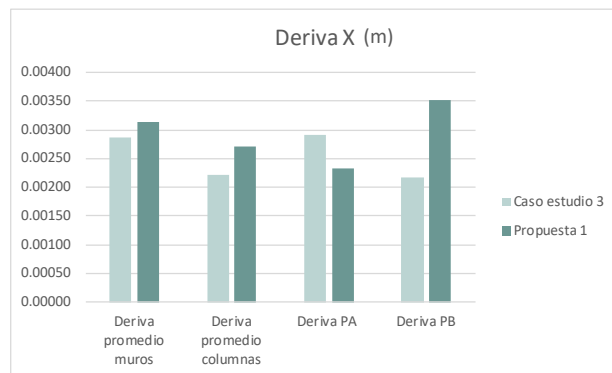


Figura 4.43: Superior Izquierda, valores de la deriva de piso en X.

Figura 4.44: Inferior izquierda, promedio de la deriva de piso en X.

Figura 4.45: Superior derecha, valores de la deriva de piso en Y.

Figura 4.46: Inferior derecha, promedio de la deriva de piso en Y. Quinde & Salinas 2019.

ESTUDIO COMPARATIVO: CASO ESTUDIO 3 vs PROPUESTA

Análisis modal

Al comparar el caso estudio 3 y su correspondiente propuesta de mejora, se evidencia un cambio en los modos de vibrar predominantes así como también una reducción en los desplazamientos causados por fuerzas sísmicas en estos mismos escenarios. Las deformaciones experimentan una disminución de 4mm en dirección x, y de 5 mm en dirección y. Al analizar el comportamiento de la estructura bajo las fuerzas producidas por su peso propio, se encuentra una reducción de la deformación máxima en 4 mm.

En dirección X, en la propuesta ejecutada, el primer modo de vibrar abarca ahora un 74.27% de masa desplazada durante el sismo, dejando a los otros nueve modos de vibrar considerados fuera de análisis. Esto se debe a que poseen porcentajes menores al 4%. Por otro lado, en dirección Y, se destaca el segundo modo de vibración con un porcentaje de 25.29% de masa desplazada durante el sismo, en el caso estudio 3, este valor se encontraba distribuido en los modos de vibración 1 y 3 con valores de 12.76% y 12.62% respectivamente. La concentración de masa en un solo modo de vibración es un indicador de un mejor comportamiento estructural, debido a que garantiza que los elementos resistentes de la edificación trabajen mayormente en conjunto.

Análisis modos de vibrar: Caso estudio 3

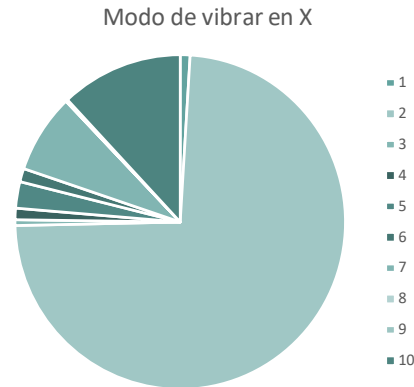


Figura 4.47: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en X.

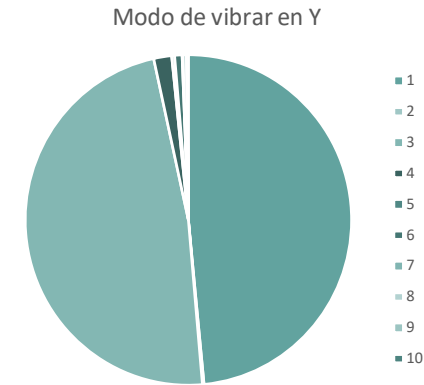


Figura 4.48: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en Y.

Análisis modos de vibrar: Propuesta

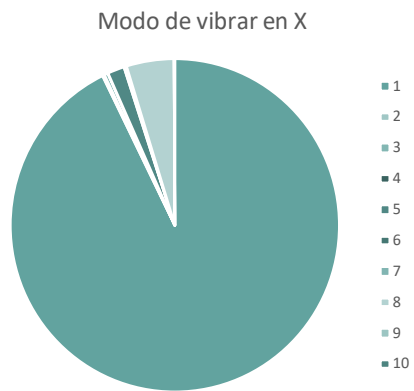


Figura 4.49: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en X.

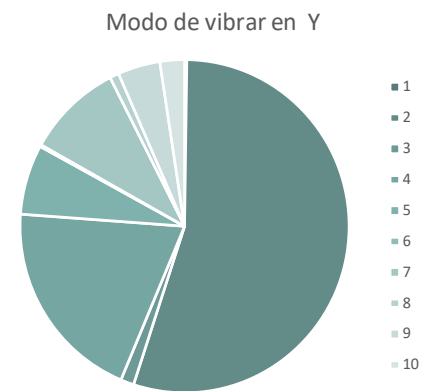


Figura 4.50: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en Y.



Análisis de Derivas

La determinación de derivas de piso permite analizar, de manera individual, el comportamiento de cada uno de los elementos resistentes de la edificación. La reducción de su valor numérico significa un menor desplazamiento y disminución en el riesgo de falla de cada elemento.

Al comparar las derivas de piso obtenidas en la edificación propuesta con las del caso estudio 3, se evidencia una reducción de su valor en general. Los gráficos expuestos a continuación muestran la variación de las derivas de piso analizadas. La tabla 4.18 y el gráfico 4.53 presentan los valores promedio de las derivas analizadas y su respectiva reducción en la propuesta sismo resistente desarrollada.

Resumen cálculo de Derivas de piso			
	Unidad	Caso estudio 3	Propuesta
Deriva total muros	<i>m</i>	0.00221	0.00206
Deriva total columnas	<i>m</i>	0.00175	0.00175
Deriva promedio PA	<i>m</i>	0.00278	0.00191
Deriva promedio PB	<i>m</i>	0.00117	0.00190
Deriva promedio X y Y	<i>m</i>	0.00198	0.00190

Tabla 4.18: Resumen del cálculo de derivas de piso. Quinde & Salinas 2019.

Comparativa de Derivas de piso	
Derivas x (Planta baja)	Derivas x (Planta alta)
Aumento (1.3 mm)	Disminución (0.6 mm)
Derivas y (Planta baja)	Derivas y (Planta alta)
Aumento (1 mm)	Disminución (1 mm)
Deriva general en x	Deriva general en y
Aumento (0.4 mm)	Disminución (0.3 mm)
Deriva promedio muros	Deriva promedio columnas
Disminución	Disminución

Tabla 4.19: Tabla comparativa de las diferentes derivas de piso. Quinde Salinas, 2019.

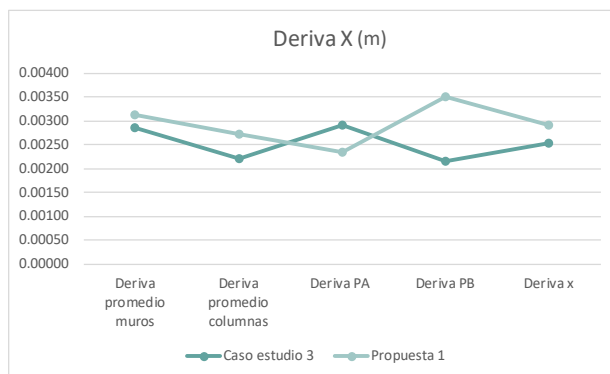


Figura 4.51: Comparativa de deriva en X, CE3 y propuesta.

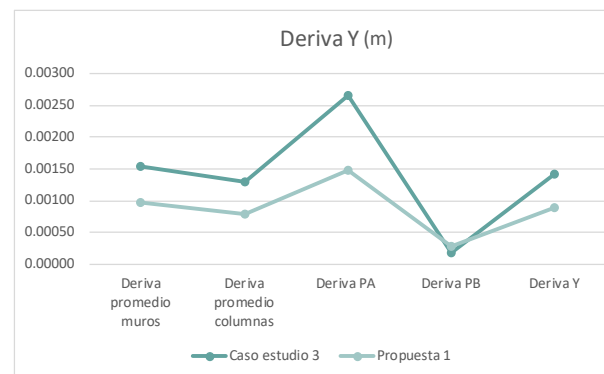


Figura 4.52: Comparativa de deriva en Y, CE3 y propuesta.

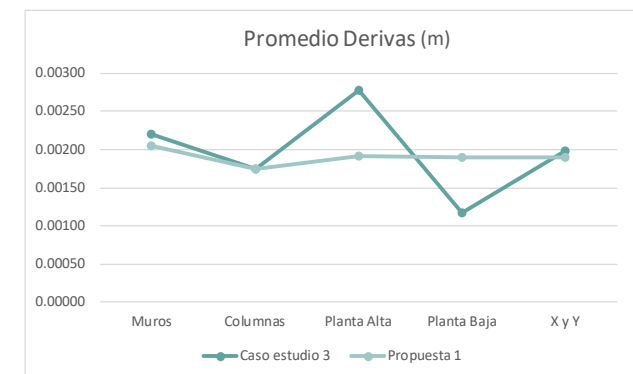


Figura 4.53: Promedio de derivas, CE3 y propuesta.

CONCLUSIONES

Si bien, en la ciudad de Cuenca se han desarrollado estudios de vulnerabilidad sísmica orientados al patrimonio existente en el Centro Histórico, no existen investigaciones suficientes que aborden el riesgo sísmico de otros sectores de la ciudad con densidades poblacionales altas y tipologías formales, funcionales y tecnológicas distintas a las de viviendas patrimoniales. Esta investigación constituye un primer paso al análisis del riesgo sísmico en el sector de Totoracocha y, en general, una aproximación al análisis del comportamiento sísmico general de viviendas adosadas de dos pisos con estructura de hormigón armado y muros de mampostería de ladrillo.

El sector de Totoracocha posee un alto porcentaje de viviendas adosadas con muros de mampostería. La muestra de edificaciones analizada no presentó características de diseño sísmico resistente, algunas de las viviendas analizadas mostraron un incorrecto sistema estructural, con secciones insuficientes y distribución irregular; incumpliendo lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014.

El análisis de configuración arquitectónica ejecutado permite identificar características fundamentales de las viviendas estudiadas; valores como la cantidad de paredes existentes por metro cuadrado o la cantidad

de aberturas existentes por pared, son indicadores claves al momento de generar análisis de vulnerabilidad sísmica a nivel general.

Los análisis sísmicos ejecutados comprobaron que todas las viviendas adosadas consideradas muestran mayor afectación en dirección x, en su primer y segundo modo de vibración; los desplazamientos máximos obtenidos poseen valores de hasta 12 mm; si bien las derivas de piso calculadas no sobrepasan los límites de ruptura establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, estas brindan vital información acerca del comportamiento global de la estructura y nos permiten identificar cuales son los elementos que tienen mayor riesgo a fracasar en un evento sísmico y por lo tanto, debe ser reestructurados o reforzados.

Los análisis modales demuestran el comportamiento general de las edificaciones en estudio y permiten comprender su respuesta estructural frente a un evento sísmico. Este tipo de estudios deben ser aplicados como una primera aproximación a determinar el riesgo sísmico en edificaciones que puedan ser modeladas.

La determinación de derivas de piso permite analizar, de manera individual, el comportamiento de cada uno de los elementos re-

sistentes de la edificación (muros y columnas). La reducción de su valor numérico significa un menor desplazamiento y disminución en el riesgo de falla de cada elemento e manea independiente.

Es innegable la existencia de una correspondencia directa entre la configuración arquitectónica de una vivienda y su respectiva respuesta frente a un sismo. Como se ha demostrado en esta investigación, la disposición de elementos resistentes y la constitución formal de una vivienda adosada de dos pisos modifican considerablemente su comportamiento estructural. El establecimiento de esta relación nos permite verificar que al aplicar acciones en el diseño de una edificación, con características similares al objeto de estudio, se puede garantizar el mejoramiento de su respuesta sísmica.

Se ha demostrado que viviendas con mayor porcentaje de alineación de paredes, menor irregularidad en planta y mayor porcentaje de continuidad en elevación, presentan menores desplazamientos máximos y menores valores de derivas de piso y por lo tanto un mejor comportamiento estructural. Este último aspecto está vinculado de manera directa a la disposición de elementos resistentes, es decir, la relación entre muros y estructura; los muros que se encuentran correctamente alineados a

LINEAMIENTOS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

los ejes estructurales presentan derivas más bajas. El caso de estudio con menor valor de calificación arquitectónica es también aquel con peor comportamiento estructural, resultados similares se muestran con los demás casos de estudio, demostrando así la validez de la hipótesis planteada en esta investigación.

Esta investigación ha sido aplicada a viviendas adosadas de dos pisos con muros de mampostería, localizadas en la ciudad de Cuenca; muestras diferentes de objetos de estudio con otras particularidades pueden desembocar en resultados de interés distintos.

Si bien, el establecimiento de categorías desarrolladas en esta investigación responde a un proceso metódico, si el objetivo de nuevas investigaciones es el establecimiento de tipologías de viviendas adosadas en Cuenca, se recomienda el uso de bases de datos más amplias y con información detallada.

Se sugiere realizar estudios muestrales físicos que permitan determinar el estado real de la estructura, obteniendo valores reales de características mecánicas de la estructura. Futuras investigaciones pueden apuntar a analizar el estado real de edificaciones como las analizadas en este estudio conociendo su estado actual.

Se recomienda a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo incentivar la importancia del diseño arquitectónico sismo-resistente y sus parámetros básicos. El componente sismo resistente debe ir a la par con las partes: formal, funcional, tecnológica y estructural ampliamente abordadas durante la carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, A. B., & Zora Mejía, F. N. (2017). Características estructurales de escuelas colombianas de hormigón reforzado con mampostería no reforzada. *Ingeniería y Ciencia*, 13(25), 209–227. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.13.25>.
- Aníbal, H., Cárdenas, P., Belén, M., Oterino, B., Miguel, J., Escribano, G., ... Simbaña, M. (n.d.). Estimación de la peligrosidad sísmica en Ecuador continental.
- Arteaga mora, P. A. (2016). Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca- Ecuador.
- Bravo Heredia, D. F., & Flores Cevallos, L. D. (2015). Análisis estático no lineal de paredes de ladrillo de las casas de Cuenca.
- Chica, A., & Fuertes, A. (2018). Enfoque para el análisis estructural y protección sísmica de edificaciones patrimoniales, a partir de la caracterización de sus particularidades técnicas. 33, 315–326.
- Computers & Structures, I. (n.d.). SAP 200 modelado y cáñculo de estructuras a través de elementos finitos.
- Fernandez-Sola, L. (2014). La enseñanza de la ingeniería sísmica en la arquitectura. (November 2011).
- Flores Juca, E., Mora Arias, E., Cordero Dominguez, O., Cárdenas Haro, X., Ulloa Arízaga, S., & Espinoza Veintimilla, Á. (2016). La construcción irregular acercamiento a sus causas y efectos. Análisis en un determinado sector de la ciudad de Cuenca.
- García, H., & Degrande, G. (2017). Seismic vulnerability analysis of a two-story family dwelling in confined masonry in Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 8(2), 99–114. <https://doi.org/10.18537/mskn.08.02.08>
- Gomez, P. A. (2013). Estudio y análisis de nuevas tipologías de ladrillos introducidos en Cuenca para la aplicación en la auto-construcción (Vol. 1).
- Gutiérrez, A. (2015). Método de análisis no lineal. 1–12.
- Jaramillo Castillo, D. I. (2013). Peligro sísmico de la Cuenca de Loja-Ecuador.
- Jiménez, B., Pelà, L., Hurtado, M., & Pelà, L. (2018). Building survey forms for heterogeneous urban areas in seismically hazardous zones. Application to the historical center of Valparaíso, Chile. *International Journal of Architectural Heritage*, 00(00), 1–36. <https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1503370>
- Jiménez, j., garcía, e., peñañiel, c., chérrez, m., loaiza, v., & bermeo, h. (2012). Estudio de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación. 131–155.
- Jiménez Pacheco, J. C. (2002). Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Cuenca mediante técnicas de simulación.
- Juan, J. P., Johnny, C. C., Jorge, S. B., & Tenorio, A. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto. *MASKANA*, 9(1), 59–78. <https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.07>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lagos saltos, p. N. (2015). Estudio de los registros sísmicos existentes en el Ecuador, caso red sísmica del austro y su incidencia en el análisis estructural, vulnerabilidad y desempeño sísmico de edificios de mediana altura.
- Lombaert, G., & Roeck, G. De. (2015). Chapter 1 : Introduction The Finite Element Method , part 1. 1–15.
- López Huamán, E. D. (2018). Análisis comparativo de la respuesta sísmica de una vivienda de albañilería confinada de cuatro niveles con distintos casos de configuración arquitectónica.
- Marques, R., & Lourenço, P. B. (2019). Structural behaviour and design rules of confined masonry walls : Review and proposals. *Construction and Building Materials*, 217, 137–155. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.266>
- Martínez, P. Q., & Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca. 26(94), 1–26.
- Ministerio de desarrollo Urbano Vivienda (MI-DUVI), & Cámara de la industria de la Construcción (CAMICON). Estructuras de hormigón armado. , (2014).
- Moroni, G., & Martin, R. (2019). Experimentación geométrica para el comportamiento sísmico de estructuras. (December 2018).
- Oller, S., López, J., & Oñate, E. (1998). Cálculo del Comportamiento de la Mampostería Mediante Elementos Finitos.
- Ortiz, Ó. (2013). Sismotectónica y peligrosidad sísmica en Ecuador (Vol. 1). Retrieved from <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1221/1/T-SENES-CYT-000352.pdf>
- Pasticier, L., Amadio, C., & Fragiaco, M. (2008). Non-linear seismic analysis and vulnerability evaluation of a masonry building by means of the SAP2000 V. 10 code. (November 2007), 467–485. <https://doi.org/10.1002/eqe>
- Peña carrera, p. F. (2008). La forma arquitectónica y su entramado sismorresistente. (394), 1–7.
- Peñaloza, G., & Barrera, J. (2018). Análisis paramétrico de la respuesta sísmica global de una edificación de mampostería no reforzada típica del centro histórico de Cuenca.
- Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2007). Breves Fundamentos sobre los Terremotos en el Ecuador.
- Rivera, G. (n.d.). *Concreto Simple*.(6),121–153.
- Romero Niveló, B. A., & Zhindón Sarmiento, P. E. (2017). Evaluación sísmica de casas de mampostería de tierra vulnerables a modos de falla fuera del plano.
- Romero Ramírez, L. E. (2012). Unidad residencial Santiago de Cali (Uresa). Análisis formal -y espacial. (1).
- Secretaría de Gestión de Riesgos, S., & Ministerio de desarrollo Urbano Vivienda. Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. , (2015).
- Sierra Delgado, J. R. (1980). Introducción al análisis formal de la arquitectura doméstica popular en Sevilla.



- Urgiles Jumbo, S., & Minchalo Rojas, M. (n.d.). Análisis y propuesta para aminorar los riesgos sísmicos de viviendas de uno y dos pisos con los sistemas constructivos actuales en la ciudad de Cuenca . Análisis y propuesta para aminorar los riesgos sísmicos de viviendas de uno y dos pisos con los sistem.
- Vanin, A., & Foraboschi, P. (2012). In-plane behavior of perforated brick masonry walls. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 45(7), 1019–1034. <https://doi.org/10.1617/s11527-011-9814-x>
- Vera-grunauer, X., & Nikolaou, S. (2016). GEER-ATC Earthquake reconnaissance, April 16, 2016, Muisne Ecuador. Version 1, October 14, 2016.
- Villa Robert, J. (1989). Los parámetros formales y mpetricos de la unidad residencial de la mazana Cerdá.
- Yepes, H., Chatelain, J., & Guillier, B. (1994). Estudio del riesgo sísmico en el Ecuador. (May 2014).

TABLAS & FIGURAS

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Figura 1.1: Mapa donde las riberas del pacífico delimitan el denominado Anillo de fuego. Obtenida de Internet: <http://www.peatom.info/universidad/124181/chile-limita-con-la-placa-de-nazca/>

Figura 1.2: Fallas geológicas en Ecuador. A partir de “Sismotectónica y peligrosidad sísmica del Ecuador” (Ortiz, 2013).

Figura 1.3: Superior, Restos de una edificación destruida por el terremoto de Riobamba en 1797. Imagen obtenida de: <https://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/ideas/mayo-8-2016/Reconstruccion-ciudades-terremoto-estado-historia>

Figura 1.4: Inferior izquierda, Casa destruida por terremoto del 16 d Abril del 2016. Imagen obtenida de: <https://www.elmundo.es/internacional/2016/04/17/5712dbb4e2704efc2d8b45fa.html>

Figura 1.5: Inferior derecha, Restos de una edificación destruida por el terremoto del 16 d Abril del 2016. Imagen obtenida de: <http://www.rtve.es/noticias/20160420/replicas-fuertes-del-terremoto-ecuador-seguiran-durante-meses-estan-elevando-algunos-centimetros-andes/1341000.shtml>

Figura 1.6: Mapa integrado de daño estructural en la ciudad de Cuenca. A partir de “Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca:

Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto”, (pg 3).

Figura 1.7: Edificio cuyo diseño arquitectónico y estructural aumenta su vulnerabilidad sísmica. (PULAMARIN, 2017)

Figura 1.8: Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Imagen obtenida de la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN “Peligro sísmico diseño sismo resistente”

Figura 1.9: (Arriba) Esquema de equivalencia de muro con abertura de puerta en Bravo & Flores, 2015. (pg. 56)

Figura 1.10: (Abajo). Aplicación de criterios de pórtico equivalente en Barrera & Peñaloza, 2018 (pg. 102)

Figura 1.11: (Arriba) Gráfico de esfuerzos en pórtico analizado en Degrande & García, 2017. (pg. 9)

Figura 1.12: (Abajo). Estructura principal de la edificación analizada en López, 2018 (pg. 51)

Figura 1.13: Esquema de continuidad vertical según NEC, 2014.

Figura 1.14: Esquema de regularidad en planta.

Figura 1.15: Esquema de regularidad formal.

Figura 1.16: Esquema de simetría en planta.

Figura 1.17: Esquema de disposición de aberturas en muro.

Figura 1.18: Diagrama configuración arquitectónica según documento.

Figura 1.19: Imagen superior, tipos ed implantación.

Figura 1.20: Imagen inferior, viviendas adosadas en Cuenca, sector Totoracocha.

Figura 1.21: Sección constructiva, mampostería de ladrillo.

Figura 1.22: Sección constructiva, estructura de hormigón amado.

CAPÍTULO 2:

SELECCIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

Figura 2.1: Esquema de la hipótesis planteada.

Figura 2.2: Desarrollo propuesto para la investigación.

Figura 2.3: Desarrollo capítulo 2.

Figura 2.4: Totoracocha en Cuenca.

Figura 2.5: Zona de estudio (Totoracocha).

Figura 2.6: Esquina superior derecha. Mapa plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Cuenca. MUY Nelson, “Influencia del arquitecto Gatto Sobral en la concepción urbana moderna de la ciudad de Cuenca”, Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2009.

Figura 2.7: Centro derecha. Mapa de la ciudad de Cuenca 2019. GAD municipal de Cuenca.

Figura 2.8: Línea de tiempo: Eventos históricos

LISTA DE FIGURAS

de relevancia en el sector Totoracocha.

Figura 2.9: Mapa del sector de totoracocha dividido en 4 subsectores de análisis.

Figura 2.10: Mapa de totoracocha, viviendas de dos pisos de mampostería de ladrillos.

Figura 2.11: Viviendas de 2 pisos divididas por su área en planta baja cada 40m² en el sector de totoracocha. A partir de información del municipio de Cuenca.

Figura 2.12 : Cuadro estadístico del primer filtro de estudio.

Figura 2.13: Cuadro estadístico del Segundo filtro de estudio.

Figura 2.14: Cuadro estadístico del Tercer filtro de estudio.

Figura 2.15: Ubicación viviendas de interés. Mapa generado a partir de la información proporcionada por el Municipio de Cuenca.

Figura 2.16: Porcentaje de relación frente fondo.

Figura 2.17: Porcentaje de paredes alineadas con ejes estructurales.

Figura 2.18: Porcentaje de área de vanos en fachada.

Figura 2.19: Ubicación de las gradas en las viviendas de interés.

Figura 2.20: Ubicación de patios.

Figura 2.21: Porcentaje de número de adosamientos.

Figura 2.22: Ubicación caso de estudio 1

Figura 2.23: Ubicación caso de estudio 2.

Figura 2.24: Ubicación caso de estudio 3.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO

Figura 3.1: Paredes planta baja, caso de estudio 1.

Figura 3.2: Paredes planta alta, caso de estudio 1.

Figura 3.3: Paredes alineadas en planta baja, caso de estudio 1.

Figura 3.4: Paredes alineadas en planta alta, caso de estudio 1.

Figura 3.5: Paredes planta baja, caso de estudio 2.

Figura 3.6: Paredes planta alta, caso de estudio 2.

Figura 3.7: Paredes alineadas en planta baja, caso de estudio 2.

Figura 3.8: Paredes alineadas en planta alta, caso de estudio 2.

Figura 3.9: Paredes planta baja, caso de estudio 3.

Figura 3.10: Paredes planta alta, caso de estudio 3.

Figura 3.11: Paredes alineadas en planta baja, caso de estudio 3.

Figura 3.12: Paredes alineadas en planta alta, caso de estudio 3.

Figura 3.13: Esquema aberturas horizontales, caso de estudio 1.

Figura 3.14: Esquema aberturas horizontales, caso de estudio 2.

Figura 3.15: Esquema aberturas horizontales, caso de estudio 3.

Figura 3.16: Descomposición de figuras irregulares.

Figura 3.17: Aberturas verticales en paredes planta baja.

Figura 3.18: Aberturas verticales en paredes planta alta.

Figura 3.19: Imagen superior derecha, área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 1.

Figura 3.20: Aberturas verticales en paredes planta baja.

Figura 3.21: Aberturas verticales en paredes planta alta.

Figura 3.22: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 2.

Figura 3.23: Aberturas verticales en paredes planta baja.

Figura 3.24: Aberturas verticales en paredes planta alta.

Figura 3.25: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 3.

Figura 3.26: Regularidad en planta, caso de estudio 1.

Figura 3.27: Regularidad en planta, caso de estudio 2.

Figura 3.28: Regularidad en planta, caso de estudio 3.

Figura 3.29: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 1.

Figura 3.30: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 1.

Figura 3.31: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 2.

Figura 3.32 Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 2.

Figura 3.33: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.34: Resultados configuración arquitectónica caso de estudio 3.

Figura 3.35: Características arquitectónicas en caso de estudio 1.

Figura 3.36: Características arquitectónicas en caso de estudio 2.

Figura 3.37: Características arquitectónicas en caso de estudio 3.

Figura 3.38: Relación largo ancho.

Figura 3.39: Porcentaje alineación de paredes.

Figura 3.40: Longitud de paredes por m^2

Figura 3.41: Continuidad en elevación.

Figura 3.42: Aberturas por m^2 de pared.

Figura 3.43: Coeficiente de regularidad en planta.

Figura 3.44: Porcentaje de aberturas .

Figura 3.45: Detalle viga en losa maciza.

Figura 3.46: Detalle ensamble columna - viga.

Figura 3.47: Dimensiones elementos estructurales según caso de estudio.

Figura 3.48: Castillo estructural caso estudio 1.

Figura 3.49: Castillo estructural caso estudio 2.

Figura 3.50: Castillo estructural caso estudio 3.

Figura 3.51: Castillo estructural caso estudio 1 con elementos estructurales diferenciados.

Figura 3.52: Castillo estructural caso estudio 2 con elementos estructurales diferenciados.

Figura 3.53: Castillo estructural caso estudio 3 con elementos estructurales diferenciados.

Figura 3.54: Gráfica tensión - deformación. Obtenida de: http://www.mecapedia.uji.es/modulo_de_elasticidad.htm

Figura 3.55: Ejemplo de planta de cubierta con la distribución de cargas a las diferentes vigas de apoyo.

Figura 3.56: Ejemplo de planta de cubierta con la distribución de cargas a las diferentes vigas de apoyo.

Figura 3.57: Ejemplo de planta de cubierta con la distribución de cargas a las diferentes vigas de apoyo.

Figura 3.58 Esquema estructura con vigas y columnas de hormigón.

Figura 3.59: Esquema simplificado con líneas de estructura con vigas y columnas de hormigón.

Figura 3.60: Interfaz, SAP 2000.

Figura 3.61 Losa de entrepiso caso de estudio 1. Modelado en SAP 200.

Figura 3.62: Sección eje 1 en caso de estudio 1. Modelado en SAP 200.

Figura 3.63: Sección eje 6 en caso de estudio 1. Modelado en SAP 200.

Figura 3.64: Losa de entrepiso caso de estudio 2. Modelado en SAP 200.

Figura 3.65 :Sección eje 8 en caso de estudio 2. Modelado en SAP 200.

Figura 3.66: Sección eje 2 en caso de estudio 2. Modelado en SAP 200.

Figura 3.67: Losa de entrepiso caso de estudio 3. Modelado en SAP 200.

Figura 3.68: Sección eje F en caso de estudio 3. Modelado en SAP 200.

Figura 3.69: Sección eje 7 en caso de estudio 3. Modelado en SAP 200.

Figura 3.70: Imagen central superior, elementos tipos "Beam".

Figura 3.71: Imagen central inferior, elementos tipos "Shell".

Figura 3.72: Imagen superior derecha, Nodos.

Figura 3.73: Gráfico de periodo de movimiento en la ciudad de cuenca.

Figura 3.74: Deformación en dirección X.

Figura 3.75: Deformación en dirección Y.

Figura 3.76: Deriva de piso, desplazamiento superior e inferior .

Figura 3.77: Deformación en dirección Y.

Figura 3.78: Deformación en dirección X.

Figura 3.79: Paredes con mayor deformación.

Figura 3.80: Desplazamiento por carga (Ust). caso estudio 1.

Figura 3.81: Desplazamiento por sismo en dirección X (U_x). caso estudio 1.

Figura 3.82: Desplazamiento por sismo en dirección Y (U_y). caso estudio 1.

Figura 3.83: Esfuerzos de compresión por carga U_x . Caso estudio 1.

Figura 3.84: Esfuerzos de compresión por carga U_y . Caso estudio 1.

Figura 3.85: Desplazamiento por carga (Ust). caso estudio 2.

Figura 3.86: Desplazamiento por sismo en dirección X (U_x). caso estudio 2.

LISTA DE TABLAS

Figura 3.87: Desplazamiento por sismo en dirección Y (Uy). caso estudio 2.

Figura 3.88: Esfuerzos de compresión por carga Ux. Caso estudio 2.

Figura 3.89: Esfuerzos de compresión por carga Uy. Caso estudio 2.

Figura 3.90: Desplazamiento por carga (Ust). caso estudio 3.

Figura 3.91: Desplazamiento por sismo en dirección X (Ux). caso estudio 3.

Figura 3.92: Desplazamiento por sismo en dirección Y (Uy). caso estudio 3.

Figura 3.93: Esfuerzos de compresión por carga Ux. Caso estudio 3.

Figura 3.94: Esfuerzos de compresión por carga Uy. Caso estudio 3.

Figura 3.95: Desplazamientos máximos, caso estudio 1.

Figura 3.96: Desplazamientos máximos, caso estudio 2.

Figura 3.97: Desplazamientos máximos, caso estudio 3.

Figura 3.98: Valores de gamma en X y Y, caso estudio 1.

Figura 3.99: Valores de gamma en X y Y, caso estudio 2.

Figura 3.100: Valores de gamma en X y Y, caso estudio 3.

Figura 3.101: Deriva de piso en X, caso estudio 1.

Figura 3.102: Deriva de piso en Y, caso estudio 1.

Figura 3.103: Deriva de piso en X, caso estudio 2.

Figura 3.104: Deriva de piso en Y, caso estudio 2.

Figura 3.105: Deriva de piso en X, caso estudio 3.

Figura 3.106: Deriva de piso en Y, caso estudio 3.

Figura 3.107: Masa total de los casos de estudio.

Figura 3.108: Cantidad de masa desplazada durante el sismo.

Figura 3.109: Cortante en dirección Y.

Figura 3.110: Cortante en dirección Y.

Figura 3.111: Desplazamientos por peso propio (ust).

Figura 3.112: Periodo predominante.

Figura 3.113: Desplazamientos causado por sismo en dirección X.

Figura 3.114: Desplazamientos causado por sismo en dirección Y.

Figura 3.115: Gráfico comparativo de deriva en X.

Figura 3.116: Gráfico comparativo de deriva en Y.

Figura 3.117: Promedio de derivas en los diferentes casos de estudio.

Figura 3.118: Comparación entre: Relación largo-ancho y constante en X y Y.

Figura 3.119: Comparación entre: Calificación arquitectónica y deriva en X.

Figura 3.120: Comparación entre: Alineación de paredes y masa desplazada.

Figura 3.121 : Comparación entre: Calificación arquitectónica y desplazamiento Uy.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA SISMO RESISTENTE

Figura 4.1: Parámetros básicos de diseño sismo resistente.

Figura 4.2: Comparación de sección de columna.

Figura 4.3 Comparación alineación de paredes.

Figura 4.4: Comparación alineación de aberturas en paredes.

Figura 4.5: Remoción de irregularidades .

Figura 4.6: Modificaciones de paredes en planta.

Figura 4.7: Modificaciones de columnas en planta.

Figura 4.8: Izquierda superior. Castillo estructural caso estudio 3, sección de vigas 20x20cm y columnas de 25x25cm.

Figura 4.9: Izquierda central. Sección de vigas en caso de estudio 3.

Figura 4.10: Izquierda Inferior. Sección de columnas en caso de estudio 3.

Figura 4.11: Derecha superior. Castillo estructural propuesta, sección de vigas 20x20cm y columnas de 25x25cm.

Figura 4.12: Derecha central. Sección de vigas en caso de estudio 3.

Figura 4.13: Derecha inferior. Sección de columnas en caso de estudio 3.

Figura 4.14: Ubicación propuesta.

Figura 4.15: Castillo estructural diferenciando los diferentes elementos, vigas y columnas.



LISTA DE TABLAS

Figura 4.16: Castillo estructural donde la sección de la viga es de 15x20cm y la columna 25x25cm.

Figura 4.17: Losa de entrepiso, sus dimensiones y área de abertura para el núcleo de gradas.

Tabla 4.18: Numeración de paredes en planta baja.

Tabla 4.19: Numeración de paredes en planta alta.

Tabla 4.20: Alineación de paredes en planta baja.

Tabla 4.21: Alineación de paredes en planta baja.

Tabla 4.22: Aberturas verticales en planta baja.

Tabla 4.23: Aberturas verticales en planta alta.

Figura 4.24: Área total de aberturas y área total de paredes en caso de estudio 3.

Figura 4.25: Desplazamiento causado por su peso propio (Ust).

Figura 4.26: Desplazamiento causado por el sismo en dirección X.

Figura 4.27: Desplazamiento causado por el sismo en dirección Y.

Figura 4.28: Esfuerzo carga por compresión Sz en dirección X.

Figura 4.29: Esfuerzo carga por compresión Sz en dirección Y.

Figura 4.30: Comparación entre gamma en X y gamma en Y de la propuesta.

Figura 4.31: Comparación entre los desplazamientos Ust, Ux y Uy.

Figura 4.32: Derivas de muros y columnas en planta baja.

Figura 4.33: Derivas de muros y columnas en planta alta.

Figura 4.34: Promedio de derivas en X y Y.

Figura 4.35: Masa total de las viviendas.

Figura 4.36: Cantidad de masa desplazada por el sismo.

Figura 4.37: Valores de la fuerza cortante en X.

Figura 4.38: Valores de la fuerza cortante en Y.

Figura 4.39: Desplazamiento por peso propio (Ust).

Figura 4.40: Valor de periodo predominante.

Figura 4.41: Superior, Desplazamiento causado por el sismo en dirección X.

Figura 4.42: Inferior, Desplazamiento causado por el sismo en dirección Y.

Figura 4.43: Superior Izquierda, valores de la deriva de piso en X.

Figura 4.44: Inferior izquierda, promedio de la deriva de piso en X.

Figura 4.45: Superior derecha, valores de la deriva de piso en Y.

Figura 4.46: Inferior derecha, promedio de la deriva de piso en Y.

Figura 4.47: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en X.

Figura 4.48: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en Y.

Figura 4.49: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en X.

Figura 4.50: Porcentaje de masa desplazada de en los diferentes modos de vibrar en Y.

Figura 4.51: Comparativa de deriva en X, CE3 y propuesta.

Figura 4.52: Comparativa de deriva en Y, CE3 y propuesta.

Figura 4.53: Comparativa promedio de derivas, CE3 y propuesta.

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Tabla 1.1: Zonas sísmicas para diseño y valor del factor Z.

CAPÍTULO 2: SELECCIÓN CASOS DE ESTUDIO

- Tabla 2.1:** Variables generales de análisis.
Tabla 2.2: Descripción del sector.
Tabla 2.3: Datos generales sector de planeamiento E7. PDOT Cantón Cuenca - Ordenanza que regula el uso de suelo
Tabla 2.4 Izquierda. Porcentajes de viviendas de mampostería de ladrillo de hasta 2 pisos por sectores.
Tabla 2.5: Ubicación y de limitación del los diferentes sectores de estudio en totoracocho.
Tabla 2.6: Primer filtro. Porcentaje de viviendas con un área cada 50m² en planta baja.
Tabla 2.7: Segundo filtro. Porcentaje de viviendas con un área cada 20m² en planta baja.
Tabla 2.8: Tercer filtro. Porcentaje de viviendas con un área cada 10m² en planta baja.
Tabla 2.9: Datos generales viviendas de Totoracocho.
Tabla 2.10: Características de viviendas .
Tabla 2.11: Porcentaje de relación frente fondo en las viviendas de interés.
Tabla 2.12: Porcentaje de paredes alienadas con los ejes estructurales de las viviendas de interés.

- Tabla 2.13:** Porcentaje de área de vanos en fachada (puertas y ventanas) en metros cuadrados.
Tabla 2.14: Ubicación de las gradas en las viviendas de interés.
Tabla 2.15: Ubicación de patios.
Tabla 2.16: Porcentaje de numero de adosamientos.
Tabla 2.17: Cuadro resumen de categorías.
Tabla 2.18: Análisis de variables en viviendas de interés .
Tabla 2.19: Tabla de consulta de Acces con las variables, relación frente fondo, porcentaje de aberturas en fachada y área en planta baja.
Tabla 2.20: Tabla de consulta de acces aplicando valores a partir de la desviación estándar y la media, en los diferentes filtros.
Tabla 2.21: Cuadro resumen especificando la selección de los casos de estudio.
Tabla 2.22: Datos generales caso de estudio 1.
Tabla 2.23: Cuadro de áreas caso de estudio 1.
Tabla 2.24: Datos generales caso de estudio 2.
Tabla 2.25: Cuadro de áreas caso de estudio 2.
Tabla 2.26: Datos generales caso de estudio 3.
Tabla 2.27: Cuadro de áreas caso de estudio 3.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO

- Tabla 3.1:** Medidas y áreas de paredes en planta baja.
Tabla 3.2: Medidas y áreas de paredes en planta alta.
Tabla 3.3: Longitud y área total de paredes - caso estudio 1
Tabla 3.4: Número de paredes alineadas con los ejes estructurales.
Tabla 3.5: Porcentaje de alineación de paredes con ejes estructurales.
Tabla 3.6: Cálculo longitud y área de paredes en planta baja.
Tabla 3.7: Cálculo longitud y área de paredes en planta alta.
Tabla 3.8. Longitud y área total de paredes - caso estudio 2
Tabla 3.9: Número de paredes alineadas con los ejes estructurales
Tabla 3.10: Porcentaje de alineación de paredes con ejes estructurales.
Tabla 3.11: Medidas y áreas de paredes en planta baja.
Tabla 3.12: Medidas y áreas de paredes en planta alta.
Tabla 3.13. Longitud y área total de paredes - caso estudio 3
Tabla 3.14: Número de paredes alineadas con los ejes estructurales, caso estudio 3.
Tabla 3.15: Porcentaje de alineación de paredes con ejes estructurales.



LISTA DE TABLAS

Tabla 3.16: Datos sobre ubicación y aberturas horizontales en caso de estudio 1.

Tabla 3.17: Porcentaje de aberturas en losa; caso de estudio 1.

Tabla 3.18: Datos sobre ubicación y aberturas horizontales en caso de estudio 2.

Tabla 3.19: Porcentaje de aberturas en losa; caso de estudio 2.

Tabla 3.20: Datos sobre ubicación y aberturas horizontales en caso de estudio 3.

Tabla 3.21: Porcentaje de aberturas en losa; caso de estudio 3.

Tabla 3.22: Cantidad de aberturas verticales según ejes estructurales.

Tabla 3.23: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Tabla 3.24: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.25: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.26: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Tabla 3.27: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.28: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.29: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.30: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.31: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Tabla 3.32: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.33: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 3.34: Regularidad de ejes según casos de estudio.

Tabla 3.35: Cálculo Relación de aspecto de casos de estudio

Tabla 3.36: Cálculo coeficiente de irregularidad en planta.

Tabla 3.37: Datos arquitectónicos finales de los casos de estudio.

Tabla 3.38: Calificación numérica de configuración arquitectónica.

Tabla 3.39: Calificación numérica de configuración arquitectónica.

Tabla 3.40: Calificación numérica de configuración arquitectónica.

Tabla 3.41: Comparación arquitectónica.

Tabla 3.42: Tipos de elementos estructurales y su descripción.

Tabla 3.43: Dimensiones elementos estructurales según caso de estudio.

Tabla 3.44: Inercias en X, Y y Z.

Tabla 3.45: Requisitos mínimos en función del número de piso de la vivienda con pórticos de hormigón armado. Obtenida de: Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros de conformidad con la norma ecuatoriana de construcción NEC 2015, pg 26.

Tabla 3.46: Obtenida de: Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros de conformidad con la norma ecuatoriana de construcción NEC 2015, (pg 26).

Tabla 3.47: Formula para el cálculo de la carga última en una edificación.

Tabla 3.48: Cálculo de densidad de losa de entrepiso.

Tabla 3.49: Cálculo de densidad de losa de entrepiso.

Tabla 3.50: Cálculo de densidad de paredes. (Rho)

Tabla 3.51: Cálculo de densidad (Rho) columnas

Tabla 3.52: Cálculo de densidad de losa de entrepiso.

Tabla 3.53: Cálculo de densidad de losa de entrepiso.

Tabla 3.54: Calculo de densidad RHO en vigas de cubierta.

Tabla 3.55: Datos peso por carga ultima en la cubierta y dimensiones de vigas sobre la que se distribuye.

Tabla 3.56: Calculo de densidad RHO en vigas de cubierta.

Tabla 3.57: Datos peso por carga ultima en la cubierta y dimensiones de vigas sobre la que se distribuye.

Tabla 3.58: Calculo de densidad RHO en vigas de cubierta.

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.59: Datos peso por carga ultima en la cubierta y dimensiones de vigas sobre la que se distribuye.

Tabla 3.60: Tipos de elementos ingresados en el modelo de análisis.

Tabla 3.61: Ejemplo de datos sísmicos, tomando valores como su período, Cantidad de masa desplazada.

Tabla 3.62: Ejemplo de datos sísmicos, desplazamientos causados por peso propio y una fuerza sísmica en dirección X y Y.

Tabla 3.63: Deriva máxima según el tipo de estructura.

Tabla 3.64: Datos sísmicos en dirección en X.

Tabla 3.65: Datos sísmicos en dirección en Y.

Tabla 3.66: Cálculo de derivas en X y Y.

Tabla 3.67: Desplazamientos y cortantes máximos.

Tabla 3.68: Datos sísmicos en dirección en X.

Tabla 3.69: Datos sísmicos en dirección en Y.

Tabla 3.70: Cálculo de derivas en X y Y.

Tabla 3.71: Desplazamientos y cortantes máximos.

Tabla 3.72: Datos sísmicos en dirección en X.

Tabla 3.73: Datos sísmicos en dirección en Y.

Tabla 3.74: Cálculo de derivas en X y Y.

Tabla 3.75: Desplazamientos y cortantes máximos.

Tabla 3.76: Comparación sísmica.

Tabla 3.77: Comparación sísmica.

Tabla 3.78: Valores máximos de derivas de piso.

Tabla 3.80: Valores máximos de derivas de piso respecto a valor máximo admitido por la NEC.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA SISMO RESISTENTE

Tabla 4.1: Datos generales de la vivienda (propuesta).

Tabla 4.2: Datos sobre ubicación y aberturas horizontales en caso de estudio 1.

Tabla 4.3: Porcentaje de aberturas en losa; caso de estudio 1.

Tabla 4.4: Dimensiones y área de paredes en planta baja y planta alta.

Tabla 4.5: Dimensiones y área de paredes en planta baja y planta alta.

Tabla 4.6: Longitud de paredes por m².

Tabla 4.7: Cantidad de paredes coincidentes en planta baja y planta alta.

Tabla 4.8: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Tabla 4.9: Número de vanos según su ubicación respecto a los ejes estructurales.

Tabla 4.10: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Tabla 4.11: Área de vanos en fachada de puertas y ventanas.

Tabla 4.12: Datos sísmicos de la propuesta en dirección X: Períodos, cantidad de masa desplazada y Gamma.

Tabla 4.13: Datos sísmicos de la propuesta en dirección Y: Períodos, cantidad de masa desplazada y Gamma.

Tabla 4.14: Cálculo derivas de piso.

Tabla 4.15: Resultados sísmicos finales, desplazamientos, cortantes y masa total de la propuesta.

Tabla 4.16: Datos sísmicos comparativos entre caso de estudio 3 y propuesta.

Tabla 4.17: Análisis de derivas de piso en dirección X y Y.

Tabla 4.18: Resumen del cálculo de derivas de piso.

Tabla 4.19: Tabla comparativa de las diferentes derivas de piso.

ANEXOS

Viviendas de interés por sector

Fichas

Características de viviendas de interés

Aberturas verticales

Calculo de deriva de piso

VIVIENDAS DE INTERÉS POR SECTOR

N° de manzana	Sector	# Lotes	# edificaciones de interés
1	S1	25	13
2	S1	12	3
3	S1	10	6
4	S1	11	7
5	S1	17	6
6	S1	42	14
7	S2	39	18
8	S2	1	0
9	S2	60	33
10	S2	46	10
11	S2	45	23
12	S3	35	6
13	S3	26	4
14	S3	34	20
15	S3	9	1
16	S3	36	10
17	S3	26	5
18	S3	27	14
19	S3	33	12
20	S3	17	16
21	S3	11	2
22	S3	23	12
23	S3	26	15
24	S3	19	3
25	S3	2	0
26	S3	20	5
27	S3	25	17

N° de manzana	Sector	# Lotes	# edificaciones de interés
29	S3	39	10
30	S4	34	16
31	S4	32	11
32	S4	1	0
33	S4	23	12
34	S4	62	13
35	S4	31	13
36	S4	27	11
37	S4	47	17
38	S4	78	30
39	S4	36	12
40	S4	34	17
41	S4	31	9
42	S4	38	15
43	S4	38	15
44	S4	32	23
45	S1	24	9
46	S1	17	8
47	S1	19	7
48	S1	34	12
49	S1	31	9
50	S1	36	18
51	S1	26	5
52	S1	8	2
53	S1	18	4
54	S1	26	14
55	S1	12	6

N° de manzana	Sector	# Lotes	# edificaciones de interés
56	S1	25	5
57	S1	44	26
58	S1	26	15
59	S1	1	0
60	S1	20	20
61	S1	2	0
62	S1	12	11
63	S1	10	5
64	S1	10	6
65	S1	1	0
66	S1	20	18
67	S1	9	7
68	S2	44	19
69	S2	9	1
70	S2	49	26
71	S2	5	3
72	S2	13	7
73	S2	38	14
74	S3	10	3
75	S3	37	10
76	S3	29	5
77	S3	23	6
78	S3	14	6
79	S3	16	9
80	S3	14	5
81	S3	21	9
82	S3	34	1



N° de manzana	Sector	# Lotes	# edificaciones de interés
83	S3	20	16
84	S3	16	3
85	S3	14	10
86	S3	16	14
87	S3	14	8
88	S3	50	27
89	S3	16	6
90	S3	10	2
91	S3	14	2
92	S3	1	0
93	S3	14	3
94	S3	28	17
95	S3	11	3
96	S3	1	0
97	S3	82	13
98	S2	13	5
99	S2	13	5
100	S4	6	1
101	S4	26	12
102	S4	13	6
103	S4	51	28
104	S4	11	7
105	S4	11	5
106	S4	17	5
107	S4	27	5
108	S4	32	7
109	S4	17	9

N° de manzana	Sector	# Lotes	# edificaciones de interés
110	S4	0	0
111	S4	25	14
112	S4	44	16
113	S4	1	0
114	S1	22	16
115	S1	23	16
116	S1	26	17
117	S1	1	0
118	S1	11	8
119	S1	20	14
120	S1	14	2
121	S1	12	8
122	S1	18	8
123	S1	39	22
124	S1	26	8
125	S1	12	1
126	S1	15	12
127	S1	20	14
128	S1	31	26
129	S1	17	11
130	S1	15	11
131	S1	14	11
132	S1	30	20
133	S1	26	18
134	S2	32	20
135	S2	27	8
136	S3	29	10

N° de manzana	Sector	# Lotes	# edificaciones de interés
137	S3	1	0
138	S3	2	0
139	S3	1	0
140	S3	65	9
141	S3	24	9
142	S3	12	3
143	S3	22	11
144	S3	17	10
145	S3	10	6
146	S3	10	3
147	S2	48	14
148	S4	14	8
149	S4	27	14
150	S4	41	17

	TOTAL LOTES	TOTAL VIVIENDAS DE INTERÉS	PORCENTAJE
SECTOR 1	1079	571	52.919 %
SECTOR 2	988	373	37.753 %
SECTOR 3	1239	445	35.916 %
SECTOR 4	1123	453	40.338 %
TOTALES	4429	1842	41.590 %

FICHA VIVIENDA 01

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	1					
Clave Catastral:	403114005000					
Ubicación:	Calle Rumiurco					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	6.1			
		Fondo (m)	16.19			
	Vivienda	Frente (m)	6.1			
		Fondo (m)	11.67			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
	Vigas					
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.15			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			X		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	6.1	11.67	0.523		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Áreas (m2)	Planta Baja	60.9			
	Planta Alta	69.45			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	1	5	2
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
	3	1	6	3	
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	1	1	1	1
	Planta Alta	1	1	0	1
Alineación de pa-redes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	4	3	4	
	Planta Alta	4	3	3	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes exis-tentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	8	8	100%		
	7	9	78%		
Ejes verticales (A, B..)	11	11	100%		
	12	14	86%		
TOTALES	38	42	90%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longitudi-nales	Ejes Transver-sales			
	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta	
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	2.92	3.5	
Proyección patio	Ubicación	X			
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		2.94	4.1	12.054	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	
		x			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	
		X			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada			
	Planta baja	6.1	16.47		
	Planta alta	6.1	16.47		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	8			
	Horizontales	16			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
	Ejes verticales	Ejes Horizontales			
Alineación	23	15			
Número de vanos	Planta Baja	Planta Alta			
Área de vanos	7	8			
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1	2.1	2.10
		P2	1	2.1	2.10
	Planta Alta			0.00	
				0.00	
Ventanas	Planta Baja	V1	1.85	1.00	1.85
		V2	1.20	1.20	1.44
		V3	1.81	1.2	2.17
	Planta Alta	V4	1.20	1.20	1.44
		V5	1.60	1.20	1.92
		V6	1.50	1.20	1.80
Otros vanos	Planta Baja			0.00	
	Planta Alta			0.00	
TOTAL				14.82	



FICHA VIVIENDA 02

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	2					
Clave Catastral:	403081009000					
Ubicación:	Calle Manuel Muoz					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	9.2			
		Fondo (m)	16.3			
	Vivienda	Frente (m)	4.6			
		Fondo (m)	13.6			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rigido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.3	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
	Paredes	Espesor de Paredes				
		Externas		Internas		
0.15		0.15				

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	4.6	13.6	0.338		
Altura (m)	Planta Baja	2.9			
	Planta Alta	3.63			
Áreas (m2)	Planta Baja	62.93			
	Planta Alta	73.87			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		2	2	5	1
		Verticales		Horizontales	
	Planta Alta	Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	3	5	3
		Verticales		Horizontales	
		3		3	
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	2	0	1	1
	Planta Alta	1	2	3	2
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	4	4	0	0
	Planta Alta	4	2	2	0
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes		Porcentaje	
Ejes horizontales (1,2..)	5	6		83%	
	8	10		80%	
Ejes verticales (A, B..)	9	12		75%	
	8	12		67%	
TOTALES	30	40		75%	
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longitudinales	Ejes Transversales			
		Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	5.00	6	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
				X	
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	4.45	12.91		
	Planta alta	4.45	16.15		
Altura (m)	Planta Baja	2.9			
	Planta Alta	3.63			
Número de Ejes	Verticales	10			
	Horizontales	14			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
Alineación	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
	17		13		
Número de vanos	Planta Baja		Planta Alta		
Área de vanos	7		11		
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1.2	2.1	2.52
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.20	1.40	3.08
		V2	0.90	1.40	1.26
		V3	2.1	1.4	2.94
	Planta Alta				0.00
					0.00
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					9.80

FICHA VIVIENDA 03

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	3					
Clave Catastral:	403081009000					
Ubicación:	Calle Manuel Muoz					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	7.6			
		Fondo (m)	16.3			
	Vivienda	Frente (m)	7.6			
		Fondo (m)	11.3			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	7.6	11.3	0.673		
Altura (m)	Planta Baja	2.9			
	Planta Alta	3.63			
Áreas (m2)	Planta Baja	66.61			
	Planta Alta	78.29			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	1	4	1
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	2	4	1
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	2	1	2	0
	Planta Alta	2	2	0	1
Alineación de pa-redes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	3	1	3	0
	Planta Alta	3	4	4	0
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	5	6	83%		
	7	8	88%		
Ejes verticales (A, B..)	5	7	71%		
	11	14	79%		
TOTALES	28	35	80%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Ejes Transver-sales			
			Planta baja	Planta alta	Planta baja
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
				X	
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			X		
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada			
	Planta baja	7.6	22.04		
	Planta alta	7.6	27.59		
Altura (m)	Planta Baja	2.9			
	Planta Alta	3.63			
Número de Ejes	Verticales	9			
	Horizontales	10			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
Alineación	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
	16		12		
Número de vanos	Planta Baja		Planta Alta		
Área de vanos	7		8		
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1.2	2.1	2.52
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.20	1.20	2.64
		V2	1.00	1.20	1.20
		V3	2.2	1.4	3.08
	Planta Alta	V4	2.20	1.40	3.08
					0.00
					0.00
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					12.52



FICHA VIVIENDA 04

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	4					
Clave Catastral:	403039076000					
Ubicación:	Calle Saraurco y Lumbaqui					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	6.11			
		Fondo (m)	18			
	Vivienda	Frente (m)	6.11			
		Fondo (m)	12.95			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
		X				
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
			X		X	
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
		X		X		
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	15			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	6.11	12.95	0.472		
Altura (m)	Planta Baja	2.52			
	Planta Alta	2.7			
Áreas (m2)	Planta Baja	70.06			
	Planta Alta	72.88			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		2	3	6	1
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
3	3	6	4		
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	2			1
	Planta Alta	2	2		2
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	3	1	3	0
	Planta Alta	3	4	4	0
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	6	7	86%		
	8	11	73%		
Ejes verticales (A, B..)	13	15	87%		
	13	17	76%		
TOTALES	40	50	80%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales		Ejes Transver-sales		
	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta	
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
		Central	Adosada	Exterior	
Núcleo de gradas	Ubicación		X		
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	5.63	6.76	
Proyección patio	Ubicación		X		
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		2.98	3.08	9.1784	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)		Frente	Área de fachada		
	Planta baja	6.11	16.50		
	Planta alta	6.11	16.50		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	11			
	Horizontales	17			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
Alineación	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
	26		14		
Número de vanos	Planta Baja		Planta Alta		
Área de vanos	6		12		
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
Puertas	Planta Baja	Número	Ancho	Alto	Área
		P1	1	2.1	2.10
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.17	2.10	4.56
		V2	0.60	1.20	0.72
		V3	1.2	1.2	1.44
	Planta Alta	V4	1.25	1.20	1.50
		V5	0.60	1.20	0.72
		V6	2.00	1.00	2.00
Otros vanos	Planta Baja	0.00			
	Planta Alta	0.00			
TOTAL					
13.04					

FICHA VIVIENDA 05

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	5					
Clave Catastral:	403039072000					
Ubicación:	Calle Saraurco y Lumbaqui					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla	SI		
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	X				
	Planta Alta	X				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	6			
		Fondo (m)	16.67			
	Vivienda	Frente (m)	6			
		Fondo (m)	10.97			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
	Vigas					
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			X		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	6	10.97	0.547		
Altura (m)	Planta Baja	2.9			
	Planta Alta	2.9			
Áreas (m2)	Planta Baja	71.52			
	Planta Alta	78.9			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		1	3	4	1
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	2	5	1
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	1		1	1
	Planta Alta	1	2	2	2
Alineación de pa-res verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	5	2	5	
	Planta Alta	5	2	5	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	5	8	63%		
	7	10	70%		
Ejes verticales (A, B..)	9	10	90%		
	8	13	62%		
TOTALES	29	41	71%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales			Ejes Transver-sales	
		Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
	# de ventanas	2	1	3	3
	# de puertas	2	2	1	2
Total vanos	7		9		

Aberturas horizontales				
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior
	Dimensión	Ancho	Largo	Área
		1.16	3	3.48
Proyección patio	Ubicación			
	Dimensión	Ancho	Largo	Área
				0
GRADAS				
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta
		X		
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera
		X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA				
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL				
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical	
			x	
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada		
	Planta baja	6	16.20	
	Planta alta	6	16.20	
Altura (m)	Planta Baja	2.7		
	Planta Alta	2.7		
Número de Ejes	Verticales	9		
	Horizontales	11		
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR				
	Ejes verticales	Ejes Horizontales		
Alineación	17	12		
Número de vanos	Planta Baja	Planta Alta		
Área de vanos	7	9		
ABERTURAS EN FACHADA				
Tipo	Planta	Descripción		
Puertas	Planta Baja	Número	Ancho	Alto
		P1	1	2.1
	Área	2.10		
	Planta Alta			0.00
				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	1.80	1.20
		V2	1.80	1.20
		V3	2.1	2.1
	Planta Alta	V4	1.80	1.20
		V5	1.00	1.50
				1.50
Otros vanos	Planta Baja			0.00
	Planta Alta			0.00
TOTAL				14.49



FICHA VIVIENDA 06

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	6					
Clave Catastral:	403106021000					
Ubicación:	Calle Rumiurco entre Lumbaquiy Coya					
Número de Plan-tas:	2	Buardilla	NO			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	X				
	Planta Alta	X				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	6			
		Fondo (m)	15.6			
	Vivienda	Frente (m)	6			
		Fondo (m)	14.45			
Retiros (m)	Frontal	3				
	Posterior	-				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
		X				
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
					X	
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
				X		
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.3	0.3		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.2	0.2			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA						
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)			
	6	14.45	0.415			
Altura (m)	Planta Baja	2.7				
	Planta Alta	2.7				
Áreas (m2)	Planta Baja	70.35				
	Planta Alta	80.26				
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
	3		1		5 2	
	Planta Alta	Verticales		Horizontales		
Principales		Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios		
3		2		5 2		
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES						
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4	
	Planta Baja	1	1	1	1	
	Planta Alta	1	1	1	1	
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C		
	Planta Baja	3	2	4		
	Planta Alta	3	2	4		
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje			
Ejes horizontales (1,2..)	6	8	75%			
	6	8	75%			
Ejes verticales (A, B..)	9	11	82%			
	9	11	82%			
TOTALES	30	38	79%			
ABERTURAS						
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Ejes Transver-sales				
			Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
# de ventanas	3		3		5	
# de puertas	2		3		2	
Total vanos	8		13			

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
2		2.75		5.5	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
2.85		3		8.55	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		x			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		x			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	6	16.20		
	Planta alta	6	16.20		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	3			
	Horizontales	5			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
Alineación	18		12		
Número de vanos	Planta Baja		Planta Alta		
Área de vanos	8		13		
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
Puertas	Planta Baja	Número	Ancho	Alto	Área
		P1	1	2.4	2.40
					0.00
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	1.60	1.30	2.08
		V2	1.55	1.30	2.02
					0.00
	Planta Alta	V3	1.50	1.50	2.25
V4		1.76	1.50	2.64	
				0.00	
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					11.39

FICHA VIVIENDA 07

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	7					
Clave Catastral:	403058120000					
Ubicación:	Calle Guatana					
Número de Plan-tas:	2	Buardilla	NO			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	6.4			
		Fondo (m)	25			
	Vivienda	Frente (m)	6.4			
		Fondo (m)	13.5			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
					X	
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
				X		
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA						
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical			
			x			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)			
	6.4	13.5	0.474			
Altura (m)	Planta Baja	2.7				
	Planta Alta	2.7				
Áreas (m2)	Planta Baja	76.45				
	Planta Alta	76.45				
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secundarios	Principales	Secundarios	
		3	1	5	1	
	Planta Alta	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secundarios	Principales	Secundarios	
		4	2	5	2	
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES						
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4	
	Planta Baja	2	2	1	2	
	Planta Alta	2	2	2	1	
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C		
	Planta Baja	4	3	4	0	
	Planta Alta	4	4	4	0	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje			
Ejes horizontales (1,2..)	8	10	80%			
	11	13	85%			
Ejes verticales (A, B..)	9	16	56%			
	12	16	75%			
TOTALES	40	55	73%			
ABERTURAS						
Vanos	Ejes Longitudinales	Ejes Transversales	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
# de ventanas						
# de puertas						
Total vanos						

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		X			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			X		
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada			
	Planta baja	6.37	17.20		
	Planta alta	6.37	17.20		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	10			
	Horizontales	13			
	Ejes verticales	Ejes Horizontales			
Alineación	21	19			
Número de vanos	Planta Baja	Planta Alta			
Área de vanos	8	10			
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1.98	2.34	4.63
					0.00
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.87	1.36	3.90
		V2	1.80	1.36	2.45
		V3	2.35	1.44	3.38
	Planta Alta				0.00
					0.00
Otros vanos	Planta Baja			0.00	
	Planta Alta			0.00	
TOTAL					14.37



FICHA VIVIENDA 08

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	8					
Clave Catastral:	403102009000					
Ubicación:	Av Yanahurco					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	6			
		Fondo (m)	17.75			
	Vivienda	Frente (m)	6			
		Fondo (m)	12.75			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
		X				
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rigido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	6	12.75	0.471		
Altura (m)	Planta Baja	3.24			
	Planta Alta	3.3			
Áreas (m2)	Planta Baja	76			
	Planta Alta	84.4			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	1	5	1
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	1	6	2
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	2	1	0	0
	Planta Alta	2	1	1	1
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	5	1	6	0
	Planta Alta	7	4	7	0
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	5	6	83%		
	12	13	92%		
Ejes verticales (A, B..)	8	10	80%		
	18	19	95%		
TOTALES	43	48	90%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longitudinales	Ejes Transver-sales			
			Planta baja	Planta alta	Planta baja
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	3.38	4.05	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
				X	
Materialidad		Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	6	19.44		
	Planta alta	6	19.80		
Altura (m)	Planta Baja	3.24			
	Planta Alta	3.3			
Número de Ejes	Verticales	8			
	Horizontales	14			
Alineación	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
	26		17		
Número de vanos	Planta Baja		Planta Alta		
Área de vanos	3		11		
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1.25	2.3	2.88
		P2	3	2.4	7.20
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.00	1.90	3.80
		V2	0.50	1.90	0.95
	Planta Alta				0.00
					0.00
Otros vanos	Planta Baja			0.00	
	Planta Alta			0.00	
TOTAL					14.83

FICHA VIVIENDA 09

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	9					
Clave Catastral:	405009006000					
Ubicación:	Calle Sangay y Altar Urco					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	25			
	Vivienda	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	7.85			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
		Interiores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
	Vigas					
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
		x			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	10	7.85	1.274		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Áreas (m2)	Planta Baja	63.2			
	Planta Alta	98.4			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		4	1	3	3
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		4	4	3	4
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	2	1	0	0
	Planta Alta	2	1	1	1
Alineación de pa-redes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	5	1	6	0
	Planta Alta	7	4	7	0
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	2	7	29%		
	5	8	63%		
Ejes verticales (A, B..)	13	13	100%		
	11	16	69%		
TOTALES	31	44	70%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Ejes Transver-sales			
			Planta baja	Planta alta	Planta baja
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	5.00	6	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
				X	
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		X			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	10	27.00		
	Planta alta	10	27.00		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	13			
	Horizontales	13			
		Ejes verticales	Ejes Horizontales		
Alineación	24		7		
Número de vanos	Planta Baja		Planta Alta		
	5		16		
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1.5	1.5	2.25
					0.00
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.00	1.50	3.00
		V2	1.50	1.20	1.80
		V3	1.5	1.2	1.80
	Planta Alta	V4	1.50	1.20	1.80
					0.00
				0.00	
Otros vanos	Planta Baja	O1	3	2.4	7.20
	Planta Alta				0.00
TOTAL					17.85



FICHA VIVIENDA 10

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	10					
Clave Catastral:	405009006000					
Ubicación:	Calle Sangay y Altar Urco					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	25			
	Vivienda	Frente (m)	9.84			
		Fondo (m)	9.03			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
		X				
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
			X			X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
		X			X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
	Hormigón	Vigas				
		Ancho (cm)	Peralte (cm)			
			0.15	0.2		
	Paredes	Espesor de Paredes				
Externas		Internas				
0.15		0.15				

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
		x			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	9.84	9.03	1.090		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Áreas (m2)	Planta Baja	88.85			
	Planta Alta	41.61			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
	4	2	4	2	
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
Principales		Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
4	2	3	1		
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	2	1	1	3
	Planta Alta	2	1	1	3
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	3	2	2	2
	Planta Alta	2	2	2	2
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje		
Ejes horizontales (1,2..)	8	11	73%		
	6	9	67%		
Ejes verticales (A, B..)	9	12	75%		
	5	9	56%		
TOTALES	28	41	68%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Ejes Transver-sales	Planta baja	Planta alta	
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	3.17	3.8	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		X	X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
		x			
Longitudes (m)		Frente	Área de fachada		
	Planta baja	9.84	26.57		
	Planta alta	9.84	26.57		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	12			
	Horizontales	10			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
	Ejes verticales	Ejes Horizontales			
Alineación	14	14			
Número de vanos	Planta Baja	Planta Alta			
Área de vanos	12	5			
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
Puertas	Planta Baja	Número	Ancho	Alto	Área
		P1	1.57	2.1	3.30
					0.00
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	1.20	1.20	1.44
		V2	1.89	2.10	3.97
		V3	1.4	1.2	1.68
	Planta Alta	V4	1.57	1.20	1.88
		V5	1.90	1.20	2.28
				0.00	
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					14.55

FICHA VIVIENDA 11

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	11					
Clave Catastral:	404015016000					
Ubicación:	Calle Anibal Ponze y Jose Eustacio Rivera					
Número de Plan-tas:	Buardilla					
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	X				
	Planta Alta	X				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	14.82			
		Fondo (m)	10.52			
	Vivienda	Frente (m)	9.51			
		Fondo (m)	7.87			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.15			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	9.51	7.87	1.208		
Altura (m)	Planta Baja	3			
	Planta Alta	2.4			
Áreas (m2)	Planta Baja	87.35			
	Planta Alta	81			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		4	2	4	2
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		4	1	4	3
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	3	1	0	3
	Planta Alta	4	3	1	1
Alineación de pa-redes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	3	2	2	2
	Planta Alta	3	4	2	1
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes		Porcentaje	
	Ejes horizontales (1,2..)	7	11	64%	
		7	10	70%	
Ejes verticales (A, B..)	9	15	60%		
	9	12	75%		
TOTALES	32	48	67%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Planta baja	Planta alta	Ejes Transver-sales	
				Planta baja	Planta alta
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	6.26	7.51	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		x			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		x			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			X		
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada			
	Planta baja	9.94	29.82		
	Planta alta	9.94	23.86		
Altura (m)	Planta Baja	3			
	Planta Alta	2.4			
Número de Ejes	Verticales	11			
	Horizontales	13			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
Ejes verticales		Ejes Horizontales			
Alineación	18	14			
	Planta Baja	Planta Alta			
Número de vanos	9	12			
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1	2.4	2.40
					0.00
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.79	1.40	3.91
		V2	2.96	0.80	2.37
		V3	0.61	1.5	0.92
	Planta Alta	V4	1.50	1.50	2.25
		V5	1.44	1.50	2.16
					0.00
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					14.00



FICHA VIVIENDA 12

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	12					
Clave Catastral:	403061012000					
Ubicación:	Calle Pajan					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	7			
		Fondo (m)	15.5			
	Vivienda	Frente (m)	7			
		Fondo (m)	12.6			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
		X				
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rigido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
			X			
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
		X				
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
		Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)		
			0.15	0.2		
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA						
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)			
	7	12.6	0.556			
Altura (m)	Planta Baja	3.24				
	Planta Alta	2.7				
Áreas (m2)	Planta Baja	67.2				
	Planta Alta	71.4				
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
	3		2		5 2	
	Planta Alta	Verticales		Horizontales		
Principales		Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios		
3		1		5 2		
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES						
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4	
	Planta Baja	4	1	0	4	
	Planta Alta	4	1	0	4	
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C		
	Planta Baja	5	2	1	0	
	Planta Alta	5	4	2	2	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje			
Ejes horizontales (1,2..)	14	17	82%			
	13	16	81%			
Ejes verticales (A, B..)	17	23	74%			
	22	22	100%			
TOTALES	66	78	85%			
ABERTURAS						
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Planta baja	Planta alta	Ejes Transver-sales		
				Planta baja	Planta alta	
# de ventanas						
# de puertas						
Total vanos						

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	5.52	6.62	
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
				0	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		X			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		X			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	7	22.68		
		Planta alta	18.90		
Altura (m)	Planta Baja	3.24			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	9			
	Horizontales	14			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
		Ejes verticales		Ejes Horizontales	
Alineación	39		27		
		Planta Baja		Planta Alta	
Número de vanos	7		8		
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
Puertas	Planta Baja	Número	Ancho	Alto	Área
		P1	3.43	2.6	8.92
	0.00				
		P2	1.95	2.3	4.49
0.00					
Ventanas	Planta Baja	V1	1.80	1.40	2.52
		0.00			
					0.00
Otros vanos	Planta Baja	0.00			
	Planta Alta	0.00			
TOTAL					15.92

FICHA VIVIENDA 13

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	13					
Clave Catastral:	405016005000					
Ubicación:	Calle Rio Cutucu					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	12.95			
		Fondo (m)	30.04			
	Vivienda	Frente (m)	9.94			
		Fondo (m)	11.47			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
		Interiores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
	Paredes	Espesor de Paredes				
		Externas		Internas		
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
	x				
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	9.94	11.47	0.867		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Áreas (m2)	Planta Baja	107.96			
	Planta Alta	113.79			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		4	1	4	2
	Planta Alta	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
	4	1	4	2	
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	1	1	1	1
	Planta Alta	0	0	2	0
Alineación de pa-redes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	3	0	4	
	Planta Alta	3	0	3	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes		Porcentaje	
	Ejes horizontales (1,2..)	9	9	100%	
		2	11	18%	
Ejes verticales (A, B..)	10	12	83%		
	11	14	79%		
TOTALES	32	46	70%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Ejes Transver-sales	Planta alta		
			Planta baja	Planta alta	Planta baja
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación		Central	Adosada	Exterior
	Dimensión		Ancho	Largo	Área
			1.2	4.43	5.31
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión		Ancho	Largo	Área
					0
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		X			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
	X				
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada			
	Planta baja	10	27.00		
	Planta alta	10	27.00		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	10			
	Horizontales	12			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
Ejes verticales		Ejes Horizontales			
Alineación	21	11			
	Planta Baja	Planta Alta			
Número de vanos	11	8			
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1.2	2.2	2.64
					0.00
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.40	1.75	4.20
		V2	3.00	1.75	5.25
		V3	2.4	1.4	3.36
	Planta Alta	V4	0.45	1.30	0.59
		V5	0.45	1.30	0.59
		V6	0.45	1.30	0.59
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					17.21



FICHA VIVIENDA 14

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	14					
Clave Catastral:	405031003000					
Ubicación:	Calle Allcuquiro					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	16			
	Vivienda	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	10.56			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
					X	
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
	Vigas					
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.2			
	Paredes	Espesor de Paredes				
Externas		Internas				
0.15		0.15				

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA						
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical			
			x			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)			
	10	10.56	0.947			
Altura (m)	Planta Baja	2.7				
	Planta Alta	2.7				
Áreas (m2)	Planta Baja	118.64				
	Planta Alta	105.94				
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
		4	1	6	3	
	Planta Alta	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
	4	2	6	4		
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES						
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4	
	Planta Baja	1	2	0	0	
	Planta Alta	2	0	0	0	
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C		
	Planta Baja	5	2	2	4	
	Planta Alta	5	3	2	6	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje			
Ejes horizontales (1,2..)	6	11	55%			
	6	12	50%			
Ejes verticales (A, B..)	13	18	72%			
	16	20	80%			
TOTALES	41	61	67%			
ABERTURAS						
Vanos	Ejes Longitudinales	Planta baja	Planta alta	Ejes Transversales		
				Planta baja	Planta alta	
	# de ventanas					
	# de puertas					
Total vanos						

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	7.67	9.2	
Proyección patio	Ubicación	X			
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		3.42	4	13.68	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		X			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	10	27.00		
	Planta alta	10	27.00		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.7			
Número de Ejes	Verticales	11			
	Horizontales	19			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
Alineación	29		12		
	Planta Baja		Planta Alta		
Número de vanos	2		4		
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	0.9	2.1	1.89
		P2	0.9	2.1	1.89
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.90	1.20	3.48
		V2	2.00	1.20	2.40
		V3	1.73	2.1	3.63
	Planta Alta	V4	2.00	1.20	2.40
					0.00
				0.00	
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					15.69

FICHA VIVIENDA 15

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	15					
Clave Catastral:	405034011000					
Ubicación:	Av Yanahurco					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	14			
		Fondo (m)	27			
	Vivienda	Frente (m)	10.86			
		Fondo (m)	10.05			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
			X			
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
			X			
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
			X			
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
			X			
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
		Interiores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
						X
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
		Vigas				
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.15			
	Paredes	Espesor de Paredes				
		Externas		Internas		
	0.15	0.15				

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA					
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal		Rectángulo Vertical	
	x				
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)		
	10.86	10.05	1.081		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.5			
Áreas (m2)	Planta Baja	95.93			
	Planta Alta	106.25			
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales	
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		4	1	4	1
		Verticales		Horizontales	
	Planta Alta	Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios
		3	2	3	2
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES					
Alineación de paredes horizon-tales	Número de pared	1	2	3	4
	Planta Baja	1	1	1	2
	Planta Alta	1	1	1	2
Alineación de pa-redes verticales	Número de pared	A	B	C	
	Planta Baja	4	1	1	3
	Planta Alta	4	1	2	4
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes		Porcentaje	
	Ejes horizontales (1,2..)	7	8	88%	
		7	10	70%	
Ejes verticales (A, B..)	9	10	90%		
	11	14	79%		
TOTALES	34	42	81%		
ABERTURAS					
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Ejes Transver-sales	Descripción		
			Planta baja	Planta alta	Planta baja
# de ventanas					
# de puertas					
Total vanos					

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación		Central	Adosada	Exterior
	Dimensión		Ancho	Largo	Área
			1.2	3.08	3.69
Proyección patio	Ubicación				
	Dimensión		Ancho	Largo	Área
					0
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		X			
	Materialidad	Acero	Hormigón	Madera	Mixta
			X		
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal		Rectángulo Vertical	
	X				
Longitudes (m)	Frente	Área de fachada			
	Planta baja	10.86	29.32		
	Planta alta	10.86	27.15		
Altura (m)	Planta Baja	2.7			
	Planta Alta	2.5			
Número de Ejes	Verticales	10			
	Horizontales	10			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
	Ejes verticales		Ejes Horizontales		
Alineación	20		14		
	Planta Baja		Planta Alta		
Número de vanos	11		11		
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	1	2.4	2.40
					0.00
	Planta Alta				0.00
					0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	1.50	1.40	2.10
		V2	1.50	1.40	2.10
		V3	1.5	1.4	2.10
	Planta Alta	V4	1.20	1.50	1.80
		V5	0.40	1.50	0.60
		V6	0.90	1.50	1.35
Otros vanos	Planta Baja				0.00
	Planta Alta				0.00
TOTAL					12.45



FICHA VIVIENDA 16

FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS SECTOR EL EJIDO						
DATOS GENERALES						
Edificación N°:	16					
Clave Catastral:	403060005000					
Ubicación:	Calle Pajan					
Número de Plan-tas:	2		Buardilla			
Uso del Suelo	Planta	Vivienda	Comercio	Mixto	Otro	
	Planta Baja	x				
	Planta Alta	x				
Dimensiones (m)	Terreno	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	16			
	Vivienda	Frente (m)	10			
		Fondo (m)	11.65			
Retiros (m)	Frontal	5				
	Posterior	3				
Adosamientos	Lateral de-recho	Lateral Izquierdo	Posterior			
	0	0	0			
CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS						
Tipo de Casa:	ADOSADA		VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Materialidad	Estructura	Acero	Hormigón	Otro		
		X				
	Paredes	Ladrillo	Bloque	Otro		
		X				
	Pisos	Rígido	Flexible	Otro		
		X				
	Cubierta	Tejado	Losa	Otro		
		X				
	Acabados	Exteriores	Revesti-miento	Enlucido	Pintura	
			X			
Interiores		Revesti-miento	Enlucido	Pintura		
		X				
Dimensiones	Estructura	Columnas				
		Hormigón	Largo (cm)	Ancho (cm)		
			0.15	0.15		
	Vigas					
	Hormigón	Ancho (cm)	Peralte (cm)			
		0.15	0.15			
Paredes	Espesor de Paredes					
	Externas		Internas			
	0.15		0.15			

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VIVIENDA						
Forma de la Planta	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical			
			x			
Longitudes (m)	Frente	Fondo	Relación de Aspecto (frente/fondo)			
	10	11.65	0.858			
Altura (m)	Planta Baja	3				
	Planta Alta	3				
Áreas (m2)	Planta Baja	161.08				
	Planta Alta	175.94				
Número de Ejes	Planta Baja	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
		5	1	6	2	
	Planta Alta	Verticales		Horizontales		
		Principales	Secunda-rios	Principa-les	Secunda-rios	
		4	3	6	2	
DISTRIBUCIÓN DE PAREDES						
Alineación de paredes horizontales	Número de pared	1	2	3	4	
	Planta Baja	4	2	2		
	Planta Alta	4	3	2	0	
Alineación de paredes verticales	Número de pared	A	B	C		
	Planta Baja	3	2	3	2	
	Planta Alta	3	3	2	2	
Sentido de ejes	Total paredes coincidentes	Total paredes existentes	Porcentaje			
Ejes horizontales (1,2..)	8	9	89%			
	10	13	77%			
Ejes verticales (A, B..)	9	14	64%			
	10	13	77%			
TOTALES	37	49	76%			
ABERTURAS						
Vanos	Ejes Longi-tudinales	Planta baja	Planta alta	Ejes Transver-sales		
				Planta baja	Planta alta	
	# de ventanas					
	# de puertas					
Total vanos						

Aberturas horizontales					
Núcleo de gradas	Ubicación	Central	Adosada	Exterior	
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		1.2	6.89	8.27	
Proyección patio	Ubicación	X			
	Dimensión	Ancho	Largo	Área	
		3	4	12	
GRADAS					
Características	Forma de la Grada	Recta	Curva	Mixta	Otro
		X			
Materialidad		Acero	Hormigón	Madera	Mixta
		X			
ANÁLISIS GENERAL DE FACHADA					
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS FACHADA FRONTAL					
Forma de la Fachada	Cuadrada	Rectángulo Horizontal	Rectángulo Vertical		
			x		
Longitudes (m)	Frente		Área de fachada		
	Planta baja	9.79	29.37		
	Planta alta	9.79	29.37		
Altura (m)	Planta Baja	3			
	Planta Alta	3			
Número de Ejes	Verticales	13			
	Horizontales	16			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS A ANALIZAR					
Ejes verticales		Ejes Horizontales			
Alineación	19	18			
	Planta Baja	Planta Alta			
Número de vanos	17	21			
Área de vanos					
ABERTURAS EN FACHADA					
Tipo	Planta	Descripción			
		Número	Ancho	Alto	Área
Puertas	Planta Baja	P1	2.8	2.3	6.44
					0.00
	Planta Alta				0.00
Ventanas	Planta Baja	V1	2.17	1.60	3.47
		V2	0.50	1.60	0.80
		V3	1.5	1.6	2.40
	Planta Alta	V4	1.10	1.60	1.76
		V5	1.00	1.80	1.80
		V6	0.90	1.75	1.58
Otros vanos	Planta Baja	O1	0.9	1.75	1.58
	Planta Alta	O2	1.5	1.75	2.63
TOTAL					22.45

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS DE INTERÉS

Rango de área en PB	Número de referencia	Clave catastral	Número de trámite	Área de lote	Área planta baja	Relación de aspecto (r)	Exclusión	Regularidad de ejes	Adosamientos	
60-70	1	0403114005000.00	24736	101.23	60.9	0.544		SI	3	
60-70	2	0403081009000.00	26622	396.6	66.61	0.916		SI	2	
60-70	3	0403081009000.00	26622	396.6	62.93	0.334	Esquinera - ancho muy pequeño	NO	2	
70-80	4	0403039076000.00	30492	106.45	70.06	0.476	Ingreso a segundo piso independiente	SI	3	
70-80	5	0403039072000.00	28989	109.79	70.11	0.359	Doble grada (Grada exterior para subir a buardilla)	SI	3	
70-80	6	0403106021000.00	26999	92.94	70.35	0.511		SI	3	
70-80	7	0403058120000.00	29311	140.37	76.45	0.482		SI	2	
70-80	8	0403102009000.00	25921	110.61	78	0.471	Parqueadero abajo	SI	3	
80-90	9	0405009006000.00	27475	247.44	88.04	1.09		NO	3	
80-90	10	0405009006000.00	27475		87.75	1.273	Acceso a vivienda posterior en planta baja (Puente)	NO	2	
80-90	11	0404015016000.00	28902	137.54	87.35	0.944	Esquinera	SI	2	
60-70	12	0403061012000.00	31047	103.09	62.2	0.729	Parqueadero abajo	SI	3	
100-110	13	0405016005000.00	24482	393.6	107.95	0.87	Un adosamiento	SI	1	
110-120	14	0405031003000.00	28921	158.17	118.64	0.9	Patio central-grada exterior	SI	3	
90-100	15	0405034011000.00	26349	349.96	95.93	0.88	Acceso independiente a planta alta/ Ejes estructurales irregulares	NO	3	
160-70	16	0403060005000.00	27303	166.34	167.08	0.625	Se excluye por área	NO	2	



	Ejes verticales	Ejes horizontales	Porcentaje de coincidencia	Regular	Grada	Existencia de patio	Tipología	Patio	Número de vanos en fachada
	3	5	70.73	Si	Exterior	Patio esquinero posterior	4	si	8
	3	3	80	Si	Interior	Retiro posterior	2	no	5
	2	6	75	Si	Interior	No Patio	3	no	5
	3	6	80	Si	Interior	Patio esquinero posterior	4	si	7
	3	3	70.73	Si	Exterior/Interior	No Patio	1	no	5
	3	5	79.55	Si	Interior	Patio adosado interior	1	si	5
	3	5	80.95	Si	Interior	Retiro posterior	2	no	4
	3	5	89.58	SI	Interior	No patio	1	no	4
	4	4	68.29	No	Interior	No patio	1	No	8
	5	4	70.45	No	Interior	No patio	2	No	6
	4	4	66.67	No	Interior	No patio	3	No	6
	3	5	72.73	Si	Interior	Patio esquinero posterior	4	si	3
	4	4	69.57	Si	Interior	Retiro posterior	2	no	7
	4	5	67.21	Si	Exterior	Patio adosado interior	1	si	6
	4	4	75.51	No	Exterior	No patio	1	no	6
	13	16	70.62	SI	Interior	Patio adosado Interior	1	si	10

ABERTURAS VERTICALES - CASO DE ESTUDIO 1

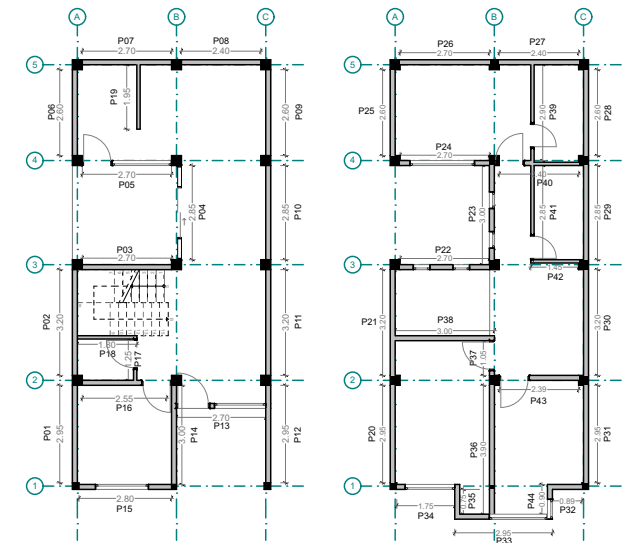
ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA BAJA													
	VENTANAS						PUERTAS						
	Ventana 1			Ventana 2			Puerta 1			Puerta 2			
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área	
P01			0			0			0			0	
P02			0			0			0			0	
P04	2.85	2.1	5.985			0			0			0	
P06			0			0			0			0	
P09			0			0			0			0	
P10			0			0			0			0	
P11			0			0			0			0	
P12			0			0			0			0	
P14			0			0			0			0	
P17			0			0	0.9	2.1	1.89			0	
P19			0			0			0			0	
Subtotal ejes longitudinales			5.985	Subtotal ejes longitudinales		0	Subtotal ejes longitudinales		1.89	Subtotal ejes longitudinales		0	
P03			0			0			0			0	
P05	1.8	1.5	2.7			0	0.9	2.1	1.89			0	
P07			0			0			0			0	
P08			0			0			0			0	
P13	1.55	1.3	2.015			0	1	2.2	2.2			0	
P15	1.6	1.3	2.08			0			0			0	
P16			0			0			0			0	
P18			0			0			0			0	
Subtotal ejes Transversales			6.795	Subtotal ejes Transversales		0	Subtotal ejes Transversales		4.09	Subtotal ejes Transversales		0	
Subtotal			12.78	Subtotal		0	Subtotal		5.98	Subtotal		0	
Total aberturas ventanas planta baja						12.78	Total aberturas puertas planta baja						5.98
Total aberturas Planta Baja												18.76	



ABERTURAS VERTICALES - CASO DE ESTUDIO 1

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA ALTA												
VENTANAS							PUERTAS					
Ventana 1			Ventana 2				Puerta 1			Puerta 2		
Ancho	Altura	Área	Altura	Ancho	Área	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área	
P20		0			0			0			0	
P21		0			0			0			0	
P23	0.5	1.2	0.6	0.5	1.2	0.6		0			0	
P25		0			0			0			0	
P28		0			0			0			0	
P29		0			0			0			0	
P30		0			0			0			0	
P31		0			0			0			0	
P35		0			0			0			0	
P36		0			0			0			0	
P37		0			0		0.9	2.1	1.89		0	
P39		0			0		0.9	2.1	1.89		0	
P41		0			0		0.8	2.1	1.68		0	
P44	0.6	1.5	0.9		0			0			0	
Subtotal ejes longitudinales		1.5	Subtotal ejes longitudinales		0.6	Subtotal ejes longitudinales		5.46	Subtotal ejes longitudinales			0
P22	0.5	1.2	0.6	0.5	1.2	0.6		0			0	
P24	1.95	1.5	2.925			0		0			0	
P26		0			0			0			0	
P27		0			0			0			0	
P32		0			0			0			0	
P33	1.76	1.5	2.64			0		0			0	
P34	1.5	1.5	2.25			0		0			0	
P38		0			0			0			0	
P40		0			0		0.9	2.1	1.89		0	
P42		0			0			0			0	
P43		0			0		0.9	2.1	1.89		0	
Subtotal ejes transversales		8.415	Subtotal ejes transversales		0.6	Subtotal ejes transversales		3.78	Subtotal ejes transversales			0
Subtotal		9.915	Subtotal		1.2	Subtotal		9.24	Subtotal			0
Total aberturas ventanas planta alta					11.115	Total aberturas puertas planta alta					9.24	
Total aberturas planta alta												20.355

Área total de aberturas	39.115
Área total de paredes	273.80
Porcentaje aberturas verticales	14.29%

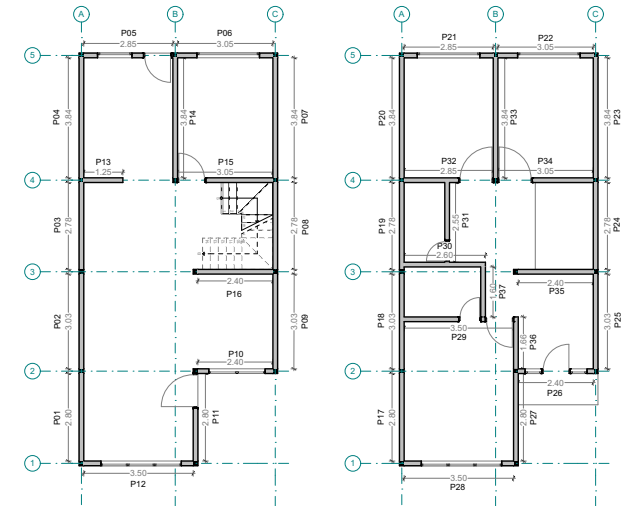


ABERTURAS VERTICALES - CASO DE ESTUDIO 2

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA BAJA						
Número de pared	VENTANAS			PUERTAS		
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área
P01			0			0
P02			0			0
P03			0			0
P04			0			0
P07			0			0
P08			0			0
P09			0			0
P11			0	1.1	2.1	2.31
P14			0			0
Subtotal ejes longitudinales			0	Subtotal ejes longitudinales		2.31
P05	1.1	0.7	0.77	0.9	2.1	1.89
P06	2	1.4	2.8			0
P10	1.8	1.3	2.34			0
P12	2.57	1.36	3.495			0
P13			0			0
P15			0	0.9	2.1	1.89
P16			0			0
Subtotal ejes transversales			9.405	Subtotal ejes transversales		3.78
Total aberturas ventanas planta baja			9.405	Total aberturas puertas planta baja		6.09
Total aberturas Planta Baja						15.495

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA ALTA						
Número de pared	VENTANAS			PUERTAS		
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área
P17			0			0
P18			0			0
P19			0			0
P20			0			0
P23			0			0
P24			0			0
P25			0			0
P27			0			0
P31			0	0.8	2.1	1.68
P33			0			0
P36			0			0
P37			0			0
Subtotal ejes longitudinales			0	Subtotal ejes longitudinales		1.68
P21	2	1.4	2.8			0
P22	2	1.4	2.8			0
P26	0.54	2.1	1.134	1	2.1	2.1
P28	0.54	2.1	1.134			
P29	2.57	1.36	3.495			0
P30			0	0.8	2.1	1.68
P32			0	0.9	2.1	1.89
P35			0	0.9	2.1	1.89
Subtotal ejes transversales			11.363	Subtotal ejes transversales		7.56
Total aberturas ventanas planta alta			11.363	Total aberturas puertas planta alta		9.24
Total aberturas planta alta						20.603

Área total de aberturas	36.098
Área total de paredes	262.35
Porcentaje aberturas verticales	13.76%



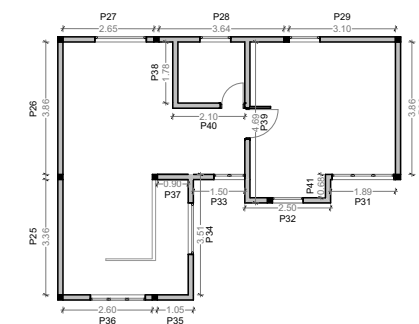
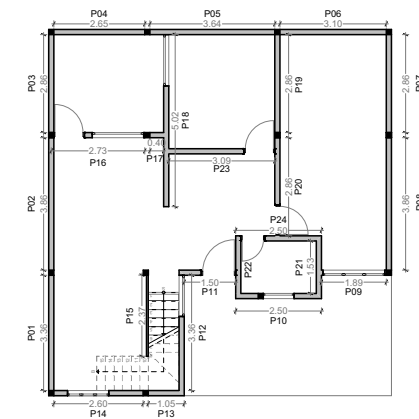


ABERTURAS VERTICALES - CASO DE ESTUDIO 3

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA BAJA						
	VENTANAS			PUERTAS		
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área
P01			0			0
P02			0			0
P03			0			0
P07			0			0
P08			0			0
P12	1.2	1.2	1.44			0
P15			0			0
P18	1.5	1.5	2.25			0
P19			0			0
P20			0	0.9	2.1	1.89
P21			0			0
P22			0			0
Subtotal ejes longitudinales			3.69	Subtotal ejes longitudinales		1.89
P04			0			0
P05			0			0
P06			0			0
P09	1.8	1.9	3.42			0
P10	0.9	1.2	1.08			0
P11			0	1	2.1	2.1
P13			0			0
P14	1.2	1.2	1.44			0
P16	1.5	0.65	0.975	0.9	2.1	1.89
P17			0			0
P23			0	0.9	2.1	1.89
P24			0	0.8	2.1	1.68
Subtotal ejes transversales			6.915	Subtotal ejes transversales		7.56
Total aberturas ventanas planta baja			10.605	Total aberturas puertas planta baja		9.45
Total aberturas Planta Baja			20.055			

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA ALTA						
	VENTANAS			PUERTAS		
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área
P25			0			0
P26			0			0
P30			0			0
P34	1.5	1.2	1.8			0
P38			0			0
P39			0	0.9	2.1	1.89
P41			0			0
Subtotal ejes longitudinales			1.8	Subtotal ejes longitudinales		1.89
P27	1.5	1.2	1.8			0
P28	0.9	1.5	1.35			0
P29	0.9	1.2	1.08			0
P31	1.8	1.2	2.16			0
P32	0.9	1.2	1.08			0
P33	0.9	1.2	1.08			0
P35			0			0
P36	1.6	1.2	1.92			0
P37			0			0
P40			0	0.8	2.1	1.68
Subtotal ejes transversales			10.47	Subtotal ejes transversales		1.68
Total aberturas ventanas planta alta			12.27	Total aberturas puertas planta alta		3.57
Total aberturas planta alta				15.84		

Área total de aberturas	35.895
Área total de paredes	269.13
Porcentaje aberturas verticales	13.34%

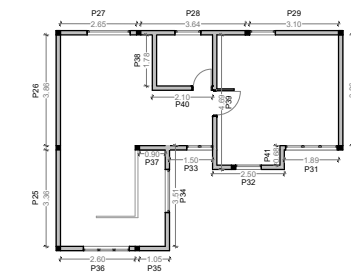
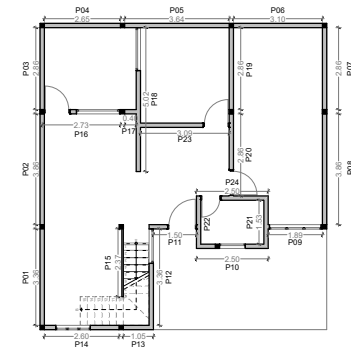


ABERTURAS VERTICALES - PROPUESTA

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA BAJA						
	VENTANAS			PUERTAS		
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área
P02			0			0
P03			0			0
P04			0			0
P08			0			0
P09			0			0
P12	1.2	1.2	1.44			0
P13			0			0
P15	1.5	1.5	2.25			0
P16			0			0
P17			0	0.9	2.1	1.89
P18			0			0
P19			0			0
P20			0			0
Subtotal ejes longitudinales			3.69			1.89
				Subtotal ejes longitudinales		1.89
P01			0			0
P05			0			0
P06			0			0
P07	1.8	1.9	3.42			0
P10	0.9	1.2	1.08			0
P11			0	1	2.1	2.1
P14			0			0
P21	1.2	1.2	1.44			0
Subtotal ejes transversales			5.94			2.1
				Subtotal ejes transversales		2.1
Total aberturas ventanas planta baja			9.63	Total aberturas puertas planta baja		3.99
Total aberturas Planta Baja						13.62

ABERTURAS VERTICALES EN PLANTA ALTA						
	VENTANAS			PUERTAS		
	Ancho	Altura	Área	Ancho	Altura	Área
P23			0			0
P24			0			0
P28			0			0
P31	1.5	1.2	1.8			0
P33			0			0
P34			0	0.9	2.1	1.89
P35			0			0
P36			0			0
Subtotal ejes longitudinales			1.8			1.89
				Subtotal ejes longitudinales		1.89
P22	1.5	1.2	1.8			0
P25	0.9	1.5	1.35			0
P26	0.9	1.2	1.08			0
P27	1.8	1.2	2.16			0
P29	0.9	1.2	1.08			0
P30	0.9	1.2	1.08			0
P32			0			0
P37	1.6	1.2	1.92			0
Subtotal ejes transversales			10.47			0
				Subtotal ejes transversales		0
Total aberturas ventanas planta alta			12.27	Total aberturas puertas planta alta		1.89
Total aberturas planta alta						14.16

Área total de aberturas	27.78
Área total de paredes	249.60
Porcentaje aberturas verticales	11.13%





CÁLCULO DERIVA DE PISO - CASO DE ESTUDIO 1

CÁLCULO DERIVA EN Y			Dr	U
P22 y P03	63	226	0.00001	0.0004
	110	227	0.00073	0.0003
	425	228	0.00026	0.0005
	428	229	0.00074	0.0005
	431	230	0.00074	0.0004
	1775	1164	0.00025	0.0003
	1805	1167	0.00052	0.0004
	1807	1169	0.00063	0.0005
	1809	1171	0.00069	0.0005
	1830	1175	0.00063	0.0004
	7440	5579	0.00018	0.0003
	7448	5585	0.00032	0.0003
	7498	5591	0.00046	0.0004
	7505	5597	0.00058	0.0005
	7512	5603	0.00067	0.0005
	7518	5609	0.00071	0.0005
	7531	5615	0.00070	0.0005
7585	5621	0.00066	0.0005	
7591	5627	0.00060	0.0004	
		0.00053	0.0004	
P32	44	104	0.00026	
	107	139	0.00054	
	149	140	0.00158	
	151	142	0.00531	
	153	143	0.00590	
	156	159	0.00529	
	858	847	0.00294	
	861	850	0.00427	
	866	901	0.00588	
	870	905	0.00423	
	873	907	0.00287	
	876	909	0.00144	
	4623	4583	0.00101	
	4630	4590	0.00225	
	4637	4597	0.00362	
	4644	4604	0.00484	
	4651	4611	0.00567	
	4658	4760	0.00595	
	4665	4767	0.00565	
	4672	4774	0.00481	
4679	4780	0.00357		
4686	4786	0.00215		
4693	4792	0.00080		
		0.00351		

CÁLCULO DERIVA EN Y			Dr	U
P24	71	233	0.000100	
	112	234	0.000636	
	438	236	0.000477	
	441	238	0.000910	
	444	240	0.000894	
	1850	1180	0.000270	
	1880	1186	0.000683	
	1882	1189	0.000807	
	1884	1192	0.000871	
	1905	1196	0.000787	
	7646	5636	0.000191	
	7654	5643	0.000355	
	7684	5651	0.000564	
	7691	5659	0.000763	
	7698	5666	0.000858	
	7705	5673	0.000888	
	7718	5679	0.000853	
	7772	5687	0.000842	
	7778	5693	0.000734	
		0.000657		
P43	58	200	0.000192	
	108	385	0.000562	
	388	390	0.000974	
	392	394	0.002997	
	396	398	0.003298	
	400	402	0.002872	
	1619	1600	0.001673	
	1621	1603	0.002411	
	1643	1632	0.003253	
	1675	1648	0.002222	
	1677	1651	0.001436	
	1679	1654	0.000686	
	6904	6882	0.000723	
	6912	6940	0.001301	
	6919	6973	0.002046	
	6926	6980	0.002731	
	6962	7029	0.003189	
	7012	7036	0.003320	
	7018	7043	0.003101	
7112	7050	0.002574		
7118	15737	0.001843		
7124	15748	0.001048		
7130	15759	0.000390		
		0.001950		
		0.001663	0.0004	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P20 y P01	43	90	0.00138	0.00248
	57	195	0.00170	0.00210
	483	480	0.00290	0.00222
	2186	2117	0.00183	0.00246
	2188	2119	0.00235	0.00243
	2190	2121	0.00283	0.00240
	2192	2123	0.00320	0.00237
	2194	2125	0.00340	0.00233
	2196	2127	0.00341	0.00230
	2198	2129	0.00323	0.00226
	2240	2217	0.00248	0.00218
	2242	2219	0.00204	0.00214
	8605	8389	0.00159	0.00247
	8611	8395	0.00209	0.00244
	8617	8401	0.00260	0.00241
	8623	8407	0.00303	0.00238
	8629	8413	0.00332	0.00235
	8635	8419	0.00343	0.00232
	8641	8425	0.00334	0.00228
	8647	8431	0.00308	0.00224
8791	8712	0.00270	0.00220	
8797	8718	0.00225	0.00216	
8803	8724	0.00185	0.00212	
		0.00261	0.00231	
P28 y P09	72	380	0.00096	0.00067
	315	464	-0.00025	0.00110
	3941	3869	0.00048	0.00105
	3943	3871	0.00046	0.00101
	3945	3873	0.00045	0.00096
	3947	3875	0.00043	0.00091
	3949	3877	0.00040	0.00086
	3951	3879	0.00034	0.00082
	3953	3881	0.00028	0.00077
	3955	3883	0.00022	0.00072
	14038	13804	0.00050	0.00108
	14044	13810	0.00047	0.00103
	14050	13816	0.00046	0.00098
	14056	13822	0.00045	0.00093
	14062	13828	0.00042	0.00089
	14068	13834	0.00037	0.00084
	14074	13840	0.00031	0.00079
14080	13846	0.00025	0.00074	
14086	13852	0.00020	0.00069	
		0.00038	0.00089	

CÁLCULO DERIVA DE PISO - CASO DE ESTUDIO 1

CÁLCULO DERIVA EN X		Dr	U	
P29 y P10	64	464	0.00170	0.00110
	72	475	0.00000	0.00163
	3785	3694	0.00122	0.00158
	3787	3696	0.00133	0.00153
	3789	3698	0.00145	0.00149
	3791	3700	0.00153	0.00144
	3793	3702	0.00154	0.00139
	3795	3704	0.00147	0.00134
	3797	3706	0.00132	0.00129
	3799	3708	0.00111	0.00124
	3801	3710	0.00088	0.00120
	3803	3712	0.00066	0.00115
	13549	13259	0.00118	0.00161
	13555	13265	0.00127	0.00156
	13561	13271	0.00140	0.00151
	13567	13277	0.00150	0.00146
	13573	13283	0.00155	0.00141
	13579	13289	0.00152	0.00136
	13585	13295	0.00140	0.00132
	13591	13301	0.00122	0.00127
13597	13307	0.00099	0.00122	
13603	13313	0.00076	0.00117	
13609	13319	0.00058	0.00112	
		0.00120	0.00137	
P30 y P11	58	402	0.00257	0.00110
	64	475	0.00117	0.00163
	513	510	0.00221	0.00158
	3482	3449	0.00211	0.00153
	3484	3451	0.00220	0.00149
	3486	3453	0.00231	0.00144
	3597	3542	0.00239	0.00139
	3599	3544	0.00235	0.00134
	3601	3546	0.00224	0.00129
	3603	3548	0.00209	0.00124
	3605	3550	0.00191	0.00120
	3607	3552	0.00176	0.00115
	12617	12509	0.00204	0.00161
	12623	12515	0.00210	0.00156
	12629	12521	0.00221	0.00151
	12635	12527	0.00232	0.00146
	12977	12795	0.00238	0.00141
	12983	12801	0.00238	0.00136
	12989	12807	0.00231	0.00132
	12995	12813	0.00217	0.00127
13001	12819	0.00200	0.00122	
13007	12825	0.00183	0.00117	
13013	12831	0.00172	0.00112	
		0.00212	0.00137	

CÁLCULO DERIVA EN X		Dr	U	
31 y P12	44	139	0.00135	0.00251
	58	177	0.00142	0.00225
	504	402	0.00234	0.00214
	3361	3292	0.00171	0.00249
	3363	3295	0.00207	0.00246
	3365	3297	0.00239	0.00243
	3367	3299	0.00261	0.00239
	3369	3301	0.00270	0.00236
	3371	3303	0.00266	0.00232
	3373	3305	0.00249	0.00229
	3416	3397	0.00194	0.00221
	3418	3399	0.00168	0.00218
	12217	12001	0.00152	0.00250
	12223	12009	0.00189	0.00248
	12229	12015	0.00224	0.00244
	12235	12021	0.00252	0.00241
	12241	12027	0.00267	0.00237
	12247	12033	0.00269	0.00234
	12253	12039	0.00258	0.00230
	12259	12045	0.00237	0.00227
12405	12331	0.00208	0.00223	
12411	12337	0.00180	0.00220	
12417	12343	0.00159	0.00216	
		0.00214	0.00234	
P36 y P14	107	104	0.00135	0.00251
	108	181	0.00142	0.00225
	488	200	0.00234	0.00214
	2899	2840	0.00171	0.00249
	2901	2843	0.00207	0.00246
	2903	2846	0.00239	0.00243
	2905	2849	0.00261	0.00239
	2907	2852	0.00270	0.00236
	2909	2855	0.00266	0.00232
	2911	2858	0.00249	0.00229
	2930	2916	0.00194	0.00221
	2932	2919	0.00168	0.00218
	10791	10620	0.00152	0.00250
	10797	10627	0.00189	0.00248
	10803	10634	0.00224	0.00244
	10809	10641	0.00252	0.00241
	10815	10648	0.00267	0.00237
	10821	10655	0.00269	0.00234
	10827	10662	0.00258	0.00230
	10833	10669	0.00237	0.00227
10898	10844	0.00208	0.00223	
10904	10851	0.00180	0.00220	
10910	10857	0.00159	0.00216	
		0.00214	0.00234	
			0.00177	

CÁLCULO DERIVA EN X		Dr	U	
41 No tiene planta baja	458	456	0.000516	
	472	469	0.001154	
	4037	3965	0.001592	
	4039	3968	0.002187	
	4041	3971	0.002744	
	4043	3974	0.003110	
	4045	3977	0.003221	
	4047	3980	0.003065	
	4049	3983	0.002667	
	4051	3986	0.002092	
	4053	14109	0.001039	
	4055	14116	0.000470	
	14325	14123	0.001455	
	14331	14130	0.001976	
	14337	14137	0.002578	
	14343	14144	0.003053	
	14349	14151	0.003296	
	14355	14158	0.003273	
	14361	14164	0.002989	
	14367	16228	0.001965	
14373	16229	0.001315		
14379	16230	0.000662		
14385	16231	0.000187		
		0.002026		
		0.001803		

COLUMNAS Y			PA	PB
C3	107	104	0.00055	0.00038
C4	108	200	0.00057	0.00038
C5	44	139	0.00024	0.00039
C6	58	402	0.00018	0.00039
C10	110	230	0.00057	0.00041
C11	112	233	0.00061	0.00040
C12	63	227	0.00013	0.00025
C13	71	240	0.00021	0.00029
			0.00038	0.00036

COLUMNAS X			PA	PB
C1	43	90	0.00138	0.00248
C2	57	195	0.00170	0.00210
C3	107	104	0.00134	0.00250
C4	108	200	0.00158	0.00212
C5	44	139	0.00135	0.00251
C6	58	402	0.00154	0.00214
C7	64	475	0.00117	0.00163
C8	72	464	0.00053	0.00110
C9	315	380	0.00019	0.00067
			0.00120	0.00192



CÁLCULO DERIVA DE PISO - CASO DE ESTUDIO 2

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P 17 Y P01	25	7	-0.00052	0.00096
	214	211	-0.00551	0.00123
	4399	4192	-0.00089	0.00098
	4402	4195	-0.00135	0.00099
	4405	4198	-0.00188	0.00101
	4408	4201	-0.00245	0.00103
	4411	4204	-0.00304	0.00105
	4414	4207	-0.00361	0.00107
	4417	4210	-0.00415	0.00108
	4420	4213	-0.00464	0.00110
	4423	4216	-0.00507	0.00112
	4426	4219	-0.00541	0.00114
	4429	4222	-0.00565	0.00116
	4432	4225	-0.00579	0.00117
	4435	4228	-0.00581	0.00119
	4438	4231	-0.00572	0.00121
		-0.00384	0.00109	
P23 Y P07	158	155	0.00149	0.00182
	207	204	0.00218	0.00218
	8863	8597	0.00166	0.00184
	8866	8600	0.00190	0.00186
	8869	8603	0.00220	0.00188
	8872	8606	0.00252	0.00189
	8875	8609	0.00285	0.00191
	8878	8612	0.00317	0.00193
	8881	8615	0.00346	0.00195
	8884	8618	0.00370	0.00197
	8887	8621	0.00388	0.00199
	8890	8624	0.00400	0.00201
	8893	8627	0.00405	0.00202
	8896	8630	0.00403	0.00204
	8899	8633	0.00395	0.00206
	8902	8636	0.00379	0.00208
8905	8639	0.00358	0.00210	
8908	8642	0.00333	0.00211	
8911	8645	0.00304	0.00213	
8914	8648	0.00274	0.00215	
8917	8651	0.00244	0.00216	
		0.00305	0.00200	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P24 Y P08	89	80	0.00063	0.00144
	158	109	0.00197	0.00134
	271	155	0.00042	0.00182
	274	268	0.00144	0.00143
	8152	8087	0.00101	0.00140
	8155	8090	0.00118	0.00137
	8158	8093	0.00133	0.00134
	8161	8096	0.00145	0.00133
	8348	8250	0.00155	0.00138
	8351	8253	0.00154	0.00144
	8354	8256	0.00150	0.00152
	8357	8259	0.00145	0.00159
	8360	8262	0.00141	0.00167
	8363	8265	0.00139	0.00174
	8366	8268	0.00141	0.00179
			0.00131	0.00151
P25 Y P09	56	53	-0.00550	0.00123
	89	80	0.00063	0.00144
	264	261	-0.00251	0.00136
	7791	7682	-0.00530	0.00125
	7794	7685	-0.00504	0.00127
	7797	7688	-0.00472	0.00128
	7800	7691	-0.00435	0.00130
	7803	7694	-0.00393	0.00131
	7806	7697	-0.00348	0.00133
	7809	7700	-0.00300	0.00134
	7996	7898	-0.00201	0.00137
	7999	7901	-0.00153	0.00139
	8002	7904	-0.00106	0.00140
	8005	7907	-0.00062	0.00141
	8008	7910	-0.00023	0.00142
	8011	7913	0.00012	0.00143
8014	7916	0.00041	0.00144	
		-0.00248	0.00135	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P27 Y P11	35	20	-0.00052	0.00096
	48	42	-0.00551	0.00123
	6932	6736	-0.00093	0.00098
	6935	6739	-0.00142	0.00099
	6938	6742	-0.00197	0.00101
	6941	6745	-0.00254	0.00103
	6944	6748	-0.00312	0.00105
	6947	6751	-0.00368	0.00107
	6950	6754	-0.00421	0.00108
	6953	6757	-0.00468	0.00110
	6956	6760	-0.00508	0.00112
	6959	6763	-0.00539	0.00114
	6962	6766	-0.00561	0.00116
	6965	6769	-0.00573	0.00117
	6968	6772	-0.00575	0.00119
	6971	6775	-0.00567	0.00121
		-0.00386	0.00109	
		-0.00116	0.00141	

CÁLCULO DERIVA DE PISO - CASO DE ESTUDIO 2

CÁLCULO DERIVA EN Y				Dr	U
P22 Y P06	186	183		0.00060	0.00036
	193	190		0.00062	0.00037
	200	197		0.00066	0.00038
	207	204		0.00023	0.00039
	3644	3605		0.00039	0.00036
	3647	3608		0.00052	0.00037
	3750	3697		0.00069	0.00037
	3753	3700		0.00073	0.00037
	3756	3703		0.00071	0.00038
	3989	3866		0.00057	0.00038
	3992	3869		0.00046	0.00038
	3995	3872		0.00033	0.00038
	3998	3875		0.00020	0.00038
	4001	3878		0.00009	0.00038
	4004	3881		0.00001	0.00038
	4007	3884		0.00000	0.00038
	4010	3887		0.00006	0.00038
			0.00627	0.00038	
P26 Y P10	48	42		0.00077	0.000407
	49	43		0.00049	0.000404
	56	53		0.00018	0.000402
	1067	1003		0.00062	0.000406
	1072	1008		0.00054	0.000404
	1075	1011		0.00050	0.000404
	1308	1185		0.00049	0.000404
	1311	1188		0.00048	0.000404
	1314	1191		0.00047	0.000404
	1317	1194		0.00045	0.000404
	1320	1197		0.00041	0.000403
	1323	1200		0.00036	0.000403
	1326	1203		0.00030	0.000403
	1329	1206		0.00023	0.000402
			0.00045	0.00040	

COLUMNAS Y					
C1	25	7		0.000301	0.000061
C2	214	211		0.000305	0.000072
C4	48	42		0.000407	0.000768
C5	56	53		0.000402	0.000184
C6	89	80		0.000393	0.000193
C7	158	155		0.000379	0.000222
C8	207	204		0.000387	0.000229
C9	85	75		0.000389	0.000929
C10	137	134		0.000367	0.000262
C11	186	183		0.000362	0.000256
				0.000369	0.000317

CÁLCULO DERIVA EN Y				Dr	U
P34 Y P15	137	134		0.00026	0.00037
	144	141		0.00104	0.00038
	151	148		0.00275	0.00039
	158	155		0.00022	0.00038
	2765	2726		0.00044	0.00037
	2768	2729		0.00070	0.00037
	2871	2818		0.00146	0.00038
	2874	2821		0.00193	0.00038
	2877	2824		0.00238	0.00039
	3110	2987		0.00300	0.00039
	3113	2990		0.00310	0.00039
	3116	2993		0.00304	0.00039
	3119	2996		0.00281	0.00039
	3122	2999		0.00244	0.00039
3125	3002		0.00195	0.00039	
3128	3005		0.00138	0.00039	
3131	3008		0.00078	0.00038	
			0.001745	0.000382	
P35 Y P16	85	75		0.00093	0.00039
	86	76		0.00135	0.00040
	89	80		0.00019	0.00039
	1781	1586		0.00104	0.00039
	1786	1591		0.00117	0.00040
	1789	1594		0.00128	0.00040
	1891	1704		0.00136	0.00040
	1894	1707		0.00132	0.00040
	1897	1710		0.00121	0.00040
	1900	1713		0.00105	0.00040
	1903	1716		0.00085	0.00040
1906	1719		0.00063	0.00040	
1909	1722		0.00043	0.00040	
1912	1725		0.00027	0.00040	
			0.000934	0.00040	

COLUMNAS X					
C1	25	7		-0.00052	0.00232
C2	214	211		-0.00551	0.00201
C3	35	20		-0.00052	0.00233
C4	48	42		-0.00551	0.00200
C5	56	53		-0.00550	0.00201
C6	89	80		0.00063	0.00160
C7	158	155		0.00149	0.00126
C8	207	204		0.00218	0.00097
				-0.00166	0.00181

CÁLCULO DERIVA EN Y				Dr	U
P23 Y P07	158	155		0.000222	0.000379
	207	204		0.000229	0.000387
	8863	8597		0.000219	0.000381
	8866	8600		0.000217	0.000382
	8869	8603		0.000215	0.000383
	8872	8606		0.000214	0.000384
	8875	8609		0.000213	0.000384
	8878	8612		0.000212	0.000385
	8881	8615		0.000212	0.000385
	8884	8618		0.000212	0.000386
	8887	8621		0.000212	0.000386
	8890	8624		0.000213	0.000386
	8893	8627		0.000213	0.000386
	8896	8630		0.000214	0.000386
	8899	8633		0.000216	0.000386
	8902	8636		0.000217	0.000386
	8905	8639		0.000219	0.000386
8908	8642		0.000220	0.000386	
8911	8645		0.000222	0.000386	
8914	8648		0.000224	0.000386	
8917	8651		0.000226	0.000386	
			0.000217	0.0004	
P 17 Y P01	25	7		0.000061	0.000301
	214	211		0.000072	0.000305
	4399	4192		0.000062	0.000301
	4402	4195		0.000063	0.000301
	4405	4198		0.000064	0.000301
	4408	4201		0.000064	0.000301
	4411	4204		0.000065	0.000301
	4414	4207		0.000066	0.000302
	4417	4210		0.000067	0.000302
	4420	4213		0.000067	0.000302
	4423	4216		0.000068	0.000302
	4426	4219		0.000069	0.000303
	4429	4222		0.000069	0.000303
4432	4225		0.000070	0.000303	
4435	4228		0.000070	0.000304	
4438	4231		0.000071	0.000304	
			0.000067	0.000302	
			0.001615	0.000375	



CÁLCULO DERIVA DE PISO - CASO DE ESTUDIO 3

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P25 Y P01	169	7	0.00116	0.00185
	252	249	0.00653	0.00221
	259	256	0.00457	0.00224
	3812	3619	0.00183	0.00189
	3815	3622	0.00261	0.00193
	3818	3625	0.00344	0.00197
	3821	3628	0.00429	0.00201
	3824	3631	0.00509	0.00204
	3827	3634	0.00582	0.00207
	3830	3637	0.00643	0.00210
	3833	3640	0.00692	0.00213
	3836	3643	0.00724	0.00214
	3839	3646	0.00741	0.00216
	3842	3649	0.00740	0.00218
	3845	3652	0.00725	0.00219
	3848	3655	0.00695	0.00220
	3951	3898	0.00603	0.00222
3954	3901	0.00550	0.00223	
3957	3904	0.00499	0.00223	
		0.00534	0.00210	
P26 Y P02	224	91	0.001323	0.00225
	259	221	0.004549	0.00226
	266	256	0.003590	0.00224
	273	263	0.002678	0.00226
	279	270	0.000617	0.00226
	4086	4019	0.004266	0.00224
	4089	4022	0.004040	0.00225
	4092	4025	0.003863	0.00225
	4095	4028	0.003713	0.00225
	4224	4157	0.003430	0.00226
	4227	4160	0.003274	0.00226
	4230	4163	0.003098	0.00226
	4233	4166	0.002899	0.00226
	4362	4295	0.002426	0.00226
	4365	4298	0.002158	0.00226
	4368	4301	0.001878	0.00226
	4371	4304	0.001594	0.00226
4489	4424	0.001062	0.00226	
4492	4427	0.000845	0.00226	
4495	4430	0.000684	0.00225	
4498	4433	0.000602	0.00225	
		0.00250	0.00225	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P03		91		0.00225
		115		0.00002
		4671		0.00223
		4674		0.00217
		4677		0.00209
		4680		0.00197
		4683		0.00182
		4686		0.00165
		4689		0.00147
		4692		0.00127
		4695		0.00106
		4698		0.00085
		4701		0.00064
		4704		0.00045
		4707		0.00028
		4710		0.00013
				0.001272
P34 Y P12	176	16	0.00143	0.00168
	196	47	0.00428	0.00226
	292	289	0.00513	0.00309
	5591	5353	0.00164	0.00190
	5594	5356	0.00198	0.00217
	5597	5359	0.00239	0.00247
	5600	5362	0.00285	0.00278
	5603	5365	0.00333	0.00307
	5606	5368	0.00379	0.00333
	5609	5371	0.00422	0.00354
	5612	5374	0.00460	0.00368
	5615	5377	0.00491	0.00375
	5618	5380	0.00513	0.00375
	5621	5383	0.00525	0.00367
	5624	5386	0.00529	0.00353
	5627	5389	0.00524	0.00333
	5665	5430	0.00496	0.00284
5668	5433	0.00474	0.00259	
5671	5436	0.00452	0.00238	
		0.003984	0.002939	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P30 Y P08	205	56	0.00444	0.00221
	245	243	0.00122	0.00228
	328	325	0.00370	0.00223
	335	332	0.00267	0.00225
	345	342	0.00047	0.00231
	6773	6706	0.00427	0.00221
	6776	6709	0.00412	0.00221
	6779	6712	0.00398	0.00222
	6782	6715	0.00385	0.00222
	6911	6844	0.00354	0.00223
	6914	6847	0.00336	0.00224
	6917	6850	0.00316	0.00224
	6920	6853	0.00292	0.00225
	7049	6982	0.00239	0.00226
	7052	6985	0.00210	0.00226
	7055	6988	0.00180	0.00227
	7058	6991	0.00151	0.00228
7187	7120	0.00096	0.00229	
7190	7123	0.00073	0.00229	
7193	7126	0.00056	0.00230	
7196	7129	0.00047	0.00231	
		0.00249	0.00225	
		0.00358	0.00216	

CÁLCULO DERIVA DE PISO - CASO DE ESTUDIO 3

CÁLCULO DERIVA EN Y			Dr	U
P27 Y P16	279	91	0.00002	0.00005
	348	92	0.00031	0.00012
	7563	1723	0.00005	0.00006
	7566	1728	0.00010	0.00006
	7569	1731	0.00016	0.00007
	7572	1734	0.00022	0.00007
	7575	1737	0.00029	0.00008
	7578	1740	0.00035	0.00008
	7581	1743	0.00040	0.00009
	7584	1746	0.00045	0.00009
	7587	1749	0.00048	0.00010
	7590	1752	0.00049	0.00010
	7593	1755	0.00048	0.00011
	7596	1758	0.00045	0.00011
	7599	1761	0.00039	0.00012
			0.00031	0.00009
	P28	285	92	-0.00001
299		96	0.00148	
348		297	0.00024	
352		307	-0.00031	
355		350	0.00688	
7626		1799	0.00020	
7629		1802	0.00009	
7653		7636	-0.00015	
7742		7662	-0.00034	
7745		7667	-0.00038	
7748		7672	-0.00035	
7751		7677	-0.00024	
7754		7682	-0.00003	
7757		7687	0.00030	
7760		7692	0.00078	
7832		7767	0.00225	
7835		7772	0.00321	
7838	7777	0.00423		
7841	7782	0.00522		
7844	7787	0.00611		
		0.00146		
P29	345	307	0.00027	
	355	342	0.00681	
	359	357	0.00757	
	7918	7853	0.00734	
	7921	7858	0.00772	
	7924	7863	0.00793	
	7927	7868	0.00798	
	7930	7873	0.00785	
	8043	7939	0.00714	
	8046	7944	0.00657	
	8049	7949	0.00588	
	8052	7954	0.00511	
	8055	7959	0.00427	
	8058	7964	0.00340	
	8061	7969	0.00252	
	8064	7974	0.00168	
	8067	7979	0.00091	
		0.00535		

CÁLCULO DERIVA EN Y			Dr	U
P31 Y P09	204	55	0.00503	0.00023
	205	56	0.00022	0.00024
	3270	1096	0.00453	0.00023
	3275	1101	0.00401	0.00023
	3278	1104	0.00347	0.00023
	3281	1107	0.00292	0.00023
	3284	1110	0.00236	0.00023
	3287	1113	0.00181	0.00023
	3290	1116	0.00130	0.00023
	3293	1119	0.00084	0.00023
	3296	1122	0.00048	0.00023
			0.00245	0.00023
	P32 Y P10	181	35	0.00119
182		36	0.00675	0.00021
185		40	0.00493	0.00025
2866		738	0.00199	0.00020
2871		743	0.00309	0.00020
2874		746	0.00429	0.00021
2877		749	0.00542	0.00021
2880		752	0.00631	0.00021
2949		826	0.00674	0.00022
2952		829	0.00646	0.00022
2955		832	0.00603	0.00022
2958	835	0.00556	0.00023	
2961	838	0.00515	0.00024	
		0.00492	0.00022	
		0.00290	0.00018	

COLUMNAS X				DR	U
C1	169	7		0.00116	0.001848
C2	259	256		0.00457	0.002239
C3	279	91		0.00063	0.002251
C4		115			
C7	345	342		0.00047	0.002309
C8	205	56		0.00444	0.002205
				0.00225	0.002170

COLUMNAS Y				DR	U
C3	279	91		0.00002	0.000050
C5	348	92		0.00031	0.000123
C6	355	307		0.00682	0.000201
C7	345	342		0.00026	0.000212
C8	205	56		0.00022	0.000235
C9	182	36		0.00675	0.000212
				0.00240	0.000172



CÁLCULO DERIVA DE PISO - PROPUESTA

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P23 y P02	237	240	0.00130	0.00298
	243	250	0.00339	0.00371
	4508	4259	0.00166	0.00305
	4511	4262	0.00210	0.00311
	4514	4265	0.00258	0.00317
	4517	4268	0.00307	0.00323
	4520	4271	0.00354	0.00328
	4523	4274	0.00397	0.00333
	4526	4277	0.00433	0.00338
	4529	4280	0.00461	0.00342
	4532	4283	0.00481	0.00346
	4535	4286	0.00490	0.00350
	4538	4289	0.00490	0.00353
	4541	4292	0.00481	0.00356
	4544	4295	0.00465	0.00359
	4547	4298	0.00441	0.00362
	4550	4301	0.00414	0.00364
	4553	4304	0.00386	0.00367
4556	4307	0.00359	0.00369	
		0.00372	0.00342	
P24 y P03	243	250	0.00339	0.00371
	253	260	0.00058	0.00390
	423	420	0.00292	0.00382
	430	427	0.00269	0.00384
	4763	4654	0.00326	0.00373
	4766	4657	0.00318	0.00375
	4769	4660	0.00313	0.00376
	4772	4663	0.00310	0.00378
	4775	4666	0.00308	0.00379
	4778	4669	0.00305	0.00380
	4781	4672	0.00300	0.00381
	4832	4807	0.00282	0.00383
	5045	4933	0.00252	0.00385
	5048	4936	0.00232	0.00386
	5051	4939	0.00209	0.00386
	5054	4942	0.00184	0.00387
	5057	4945	0.00158	0.00388
	5060	4948	0.00131	0.00389
5063	4951	0.00104	0.00389	
5066	4954	0.00079	0.00390	
		0.00238	0.00383	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P31 y P12	238	241	0.00143	0.00284
	247	291	0.00317	0.00376
	6240	6002	0.00162	0.00296
	6243	6005	0.00185	0.00311
	6246	6008	0.00210	0.00326
	6249	6011	0.00236	0.00342
	6252	6014	0.00262	0.00357
	6255	6017	0.00286	0.00371
	6258	6020	0.00307	0.00384
	6261	6023	0.00325	0.00393
	6264	6026	0.00338	0.00400
	6267	6029	0.00348	0.00404
	6270	6032	0.00353	0.00406
	6273	6035	0.00354	0.00404
	6276	6038	0.00352	0.00401
	6279	6041	0.00346	0.00395
	6282	6044	0.00339	0.00389
	6285	6047	0.00330	0.00383
6288	6050	0.00322	0.00378	
		0.00290	0.00369	
P29 y P09	244	251	0.00305	0.00377
	254	261	0.00058	0.00389
	454	451	0.00334	0.00382
	461	458	0.00304	0.00384
	7803	7694	0.00315	0.00378
	7806	7697	0.00325	0.00379
	7809	7700	0.00334	0.00379
	7812	7703	0.00341	0.00380
	7815	7706	0.00346	0.00380
	7818	7709	0.00346	0.00381
	7821	7712	0.00343	0.00382
	7872	7847	0.00321	0.00383
	8096	7982	0.00282	0.00384
	8099	7985	0.00257	0.00385
	8102	7988	0.00228	0.00386
	8105	7991	0.00198	0.00387
	8108	7994	0.00166	0.00387
	8111	7997	0.00134	0.00388
8114	8000	0.00104	0.00389	
8117	8003	0.00078	0.00389	
		0.00256	0.00383	

CÁLCULO DERIVA EN X			Dr	U
P04		260		0.003897
		263		0.000037
		5249		0.003855
		5252		0.003762
		5255		0.003621
		5258		0.003435
		5261		0.003210
		5264		0.002951
		5267		0.002665
		5270		0.002357
		5273		0.002035
		5276		0.001706
		5279		0.001377
		5282		0.001058
		5285		0.000755
	5288		0.000478	
	5291		0.000236	
			0.00220	
			0.00289	0.00339

CÁLCULO DERIVA DE PISO - PROPUESTA

CÁLCULO DERIVA EN Y			Dr	U
P25 y P14	253	260	0.00005	0.00012
	257	358	0.00079	0.00024
	361	363	0.00070	0.00027
	2513	2346	0.00010	0.00013
	2518	2351	0.00018	0.00014
	2521	2356	0.00026	0.00015
	2524	2361	0.00034	0.00016
	2527	2366	0.00042	0.00017
	2530	2371	0.00050	0.00017
	2533	2376	0.00057	0.00018
	2536	2381	0.00063	0.00019
	2539	2386	0.00068	0.00020
	2542	2391	0.00071	0.00021
	2545	2396	0.00073	0.00021
	2548	2401	0.00074	0.00022
	2551	2406	0.00074	0.00023
	2613	2560	0.00072	0.00024
	2616	2565	0.00071	0.00025
	2619	2570	0.00071	0.00026
	2622	2575	0.00072	0.00026
		0.00055	0.00020	
P26	257	363	-0.00035	
	259	366	-0.00062	
	368	370	-0.00043	
	372	374	-0.00046	
	2720	2631	-0.00036	
	2723	2636	-0.00037	
	2726	2641	-0.00037	
	2729	2646	-0.00038	
	2732	2651	-0.00039	
	2735	2656	-0.00039	
	2738	2661	-0.00041	
	2764	2747	-0.00044	
	2814	2773	-0.00050	
	2817	2778	-0.00054	
2820	2783	-0.00058		
		-0.00044		
P27	254	261	0.00033	
	259	374	0.00351	
	379	377	0.00512	
	2894	2829	0.00397	
	2897	2834	0.00439	
	2900	2839	0.00473	
	2903	2844	0.00498	
	2906	2849	0.00512	
	3028	2915	0.00500	
	3031	2920	0.00475	
	3034	2925	0.00438	
	3037	2930	0.00391	
	3040	2935	0.00335	
	3043	2940	0.00273	
	3046	2945	0.00209	
	3049	2950	0.00144	
	3052	2955	0.00084	
			0.00357	

CALCULO DERIVA EN Y			Dr	U
P29 y P10	244	251	0.00028	0.00032
	249	270	0.00346	0.00034
	315	312	0.00307	0.00033
	1580	1499	0.00342	0.00034
	1583	1502	0.00340	0.00034
	1586	1505	0.00337	0.00034
	1589	1508	0.00331	0.00033
	1592	1511	0.00321	0.00033
	1851	1714	0.00288	0.00033
	1854	1717	0.00264	0.00033
	1857	1720	0.00235	0.00033
	1860	1723	0.00203	0.00033
	1863	1726	0.00169	0.00033
	1866	1729	0.00134	0.00033
	1869	1732	0.00100	0.00032
	1872	1735	0.00070	0.00032
	1875	1738	0.00045	0.00032
		0.00227	0.00033	
P30 y P11	247	270	0.00067	0.00034
	249	291	0.00352	0.00028
	297	292	0.00288	0.00032
	304	301	0.00330	0.00033
	1245	1125	0.00085	0.00029
	1250	1130	0.00105	0.00029
	1253	1133	0.00132	0.00029
	1256	1136	0.00163	0.00030
	1259	1139	0.00196	0.00030
	1262	1142	0.00229	0.00031
	1265	1145	0.00260	0.00031
	1316	1291	0.00312	0.00032
	1419	1366	0.00342	0.00033
	1422	1369	0.00349	0.00033
	1425	1372	0.00350	0.00034
		0.00237	0.00031	
		0.00166	0.00028	

COLUMNAS X					
C1	237	240	0.00130	0.002984	
C2	243	250	0.00339	0.003712	
C3	253	260	0.00058	0.003897	
C4		263			
C7	254	261	0.00058	0.003885	
C8	244	251	0.00305	0.003773	
C10	247	291	0.00317	0.003756	
C11	238	241	0.00143	0.002844	
			0.00178	0.003550	

COLUMNAS Y					
C3	253	260	0.00005	0.00012	
C5	257	363	0.00075	0.00027	
C6	259	374	0.00351	0.00032	
C7	254	261	0.00033	0.00029	
C8	244	251	0.00028	0.00032	
C9	249	270	0.00346	0.00034	
C10	247	291	0.00073	0.00028	
			0.00130	0.00027	