

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Análisis y evaluación de los materiales y estructura de un
edificio deteriorado para su rehabilitación, ubicado en la
ciudad de Babahoyo

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARCIAL

Previo la obtención del Título de:

Máster en Ingeniería Civil

Con mención en Construcción y Saneamiento

Presentado por:

Giordann Guiseppe Mera Vistín

ECUADOR – GUAYAQUIL

2023 – 2024

DEDICATORIA

El presente proyecto es dedicado en primer lugar a Dios, como pilar fundamental en mi vida; posterior a ello a mis padres, quienes han sido mi sostén y apoyo, también incluyo dentro de ello a mis hermanos: CAPT MD. Gary Mera Vistín, Médico Gisell Mera Vistín y Od. Yostin Mera Vistín.

Un agradecimiento especial a mi sobrina Ellie Agnés Mera Arrobo, quien es mi motivación para cumplir todos mis objetivos día a día.

Y un agradecimiento especial a mi esposa la Arq. María José Tomalá Litardo, quien ha estado a mi lado, motivándome e impulsándome a cumplir mis metas.

Giordann Mera Vistín

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por darme la oportunidad y las herramientas necesarias para cumplir mis objetivos; a mis padres y hermanos por ayudarme a lograr mis objetivos; a mi esposa la Arq. María José Tomalá Litardo por motivarme e impulsarme día a día.

Un agradecimiento particular, al PhD. Ing. Eduardo Santos Baquerizo, quien con su apoyo y su conocimiento me ayudó a resolver cada inconveniente presentado en el proceso del proyecto.

Giordann Mera Vistín

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Giordann Guiseppe Mera Vistín doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ing. Giordann Guiseppe Mera
Vistín

EVALUADORES

PhD. Eduardo Santos Baquerizo
TUTOR ACADÉMICO

M.Sc Nadia Quijano Arteaga
PROFESORA DE LA
MATERIA DE TITULACIÓN

M.Sc Samantha Hidalgo Astudillo
PROFESORA DE LA MATERIA DE
TITULACIÓN

RESUMEN

El estudio de rehabilitación de edificios es un punto fundamental dentro del campo de la construcción, ya que permite garantizar la seguridad y funcionalidad de un inmueble que bien ya ha cumplido con su vida útil o que ha sido construido sin los criterios técnicos correspondientes; en donde dicho proceso consiste en un análisis profundo que permite evaluar criterios técnicos, condiciones actuales de materiales y situaciones adversas que afecten a la edificación.

En la ciudad de Babahoyo, posterior al evento sísmico que tuvo lugar en Abril del 2016; se pudo constatar que una edificación de tres pisos comenzó a presentar irregularidades como: fisuras, grietas y asentamientos, por lo que se sometió a una evaluación de los materiales y análisis de su estructura, la cual se organizó mediante una inspección visual que permitió identificar los daños más visibles y evaluar las condiciones de la estructura, posteriormente una valoración de los materiales mediante la ejecución de ensayos y laboratorios, y finalmente determinación de soluciones técnicas en base a los resultados obtenidos, con la finalidad de presentar las posibles propuestas económicas que conlleven a la rehabilitación mediante un reforzamiento en los elementos estructurales: vigas-columnas o la demolición de la edificación, cumpliendo las ordenanzas municipales y cuidando los impactos ambientales.

Palabras Clave: Rehabilitación, Vida útil, Irregularidades, Reforzamiento

ABSTRACT

The study of building rehabilitation is a crucial point within the field of construction, as it allows to ensure the safety and functionality of a property that has either already fulfilled its useful life or has been built without the corresponding technical criteria; this process involves a thorough analysis that allows for the evaluation of technical criteria, current material conditions, and adverse situations that may affect the building.

In Babahoyo city, after the seismic event that took place in April 2016, a three-story building began to show irregularities such as cracks, fissures, and settlements, so the building was subjected to an evaluation of the materials and analysis of its structure; consequently of this, was organized a visual inspection that allowed for the identification of the most visible damages and evaluation of the structure conditions, followed by a material assessment through the execution of tests and laboratory work, and finally determination of technical solutions based on the results obtained, With the purpose of presenting possible economic proposals that lead to the rehabilitation through reinforcement of structural elements: beams-columns or the demolition of the building, complying with municipal ordinances and taking care of environmental impacts.

Keywords: Rehabilitation, Useful Life, Irregularities, Reinforcement.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

DELIMITACIÓN DEL PROYECTO DE CASO.....	13
1.1. Introducción	13
1.2. Antecedentes.....	14
1.3. Definición del Problema.....	16
1.4. Justificación del Proyecto	16
1.5. Objetivos del Proyecto.....	17

CAPÍTULO II

DESARROLLO DEL PROYECTO DE CASO	18
2.1. Marco Conceptual.....	18
2.2. Marco Metodológico	25
2.3. Resultados.....	27
2.4. Análisis de Resultados	47

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
3.1. Conclusiones	49
3.2. Recomendaciones	50
3.3. Propuesta presentada	52

CAPÍTULO IV

REFERENCIAS Y ANEXOS	61
4.1. Referencias	61
4.2. Anexos.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfico 1.1: Edificación a evaluar.....	15
Gráfico 1.2: Ubicación de la Edificación	15
Gráfico 2.3: Asentamiento en suelos.....	21
Gráfico 2.4: Desplazamiento y deriva de una edificación (NSR-10).....	23
Gráfico 2.5: Procedimiento de ensayo de esclerometría en concreto.	24
Gráfico 2.6: Procedimiento de extracción de núcleo en concreto.....	24
Gráfico 2.7: Imagen de Fachada Frontal tomada en sitio.....	27
Gráfico 2.8: Fachada Frontal y Fachada Lateral esquematizada a partir de toma de datos.....	28
Gráfico 2.9: Extracción de núcleo correspondiente a la Planta Baja	34
Gráfico 2.10: Extracción de núcleo correspondiente a la Primera Planta Alta.....	35
Gráfico 2.11: Extracción de núcleo correspondiente a la Segunda Planta Alta	35
Gráfico 2.12: Modelo tridimensional en ETABS.....	36
Gráfico 2.13: Espectro Tipo Suelo D	38
Gráfico 2.14: Mode 1, Período en eje X	42
Gráfico 2.15: Mode 3, Período en eje Y	42
Gráfico 3.16: Encamisado en viga y columna.....	52
Gráfico 3.17: Ejemplo de apuntalamiento con estructura metálica.....	53
Gráfico 3.18: Retiramiento de la capa de recubrimiento.....	53
Gráfico 3.19: Armado del refuerzo alrededor de la columna.	54
Gráfico 3.20: Columna reforzada, propuesta en 3D	55
Gráfico 3.21: Sección de reforzamiento de columna con detalles de acero.	55
Gráfico 3.22: Viga reforzada, propuesta en 3D	56
Gráfico 3.23: Sección de reforzamiento de vigas con detalles de acero.	56
Gráfico 3.24: Proceso de Instalación de los estribos en la viga existente	57
Gráfico 4.25: Cortante por piso para sentido Ex.....	62
Gráfico 4.26: Cortante por piso para sentido Ey.....	62
Gráfico 4.27: Momento de volteo por piso para sentido Ex	63
Gráfico 4.28: Momento de volteo por piso para sentido Ey	63
Gráfico 4.29: Desplazamientos por Piso para sentido Ex.....	64
Gráfico 4.30: Desplazamientos por Piso para sentido Ey.....	64

Gráfico 4.31: Drifts por piso para Ex.....	65
Gráfico 4.32: Drifts por piso para Ey.....	65
Gráfico 4.33: Rigidez por piso para sentido Ex.....	66
Gráfico 4.34: Rigidez por piso para sentido Ey.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del tercer piso	29
Tabla 2.2: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del tercer piso	29
Tabla 2.3: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del tercer piso	29
Tabla 2.4: Prueba de Esclerometría en columna del tercer piso	30
Tabla 2.5: Prueba de Esclerometría en Losa de cubierta del tercer piso	30
Tabla 2.6: Prueba de Esclerometría en Losa de piso del tercer piso	30
Tabla 2.7: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del segundo piso	31
Tabla 2.8: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del segundo piso	31
Tabla 2.9: Prueba de Esclerometría en Losa de cubierta del segundo piso.....	31
Tabla 2.10: Prueba de Esclerometría en viga de escalera del segundo piso	32
Tabla 2.11: Prueba de Esclerometría en Losa de piso del segundo piso	32
Tabla 2.12: Prueba de Esclerometría en columna de la planta baja	32
Tabla 2.13: Prueba de Esclerometría en columna de soportal de planta baja.....	33
Tabla 2.14: Prueba de Esclerometría en viga cargadora de planta baja	33
Tabla 2.15: Prueba de Esclerometría en contrapiso en planta baja	33
Tabla 2.16: Prueba de Esclerometría en cimentación.	34
Tabla 2.17: Detalle de cargas sobreimpuestas.....	37
Tabla 2.18: Detalle de cargas vivas.....	37
Tabla 2.19: Coeficientes y Factores del Diseño Sismo Resistente de las Edificaciones del proyecto.....	38
Tabla 2.20: Sistema de Cargas empleado en la edificación	40
Tabla 2.21: Coeficientes para Determinar Periodo T- NEC 2015	41
Tabla 2.22: Periodo de vibración por ETABS	41
Tabla 2.23: Límite de aceleración.....	42
Tabla 2.24: Modos fundamentales en el comportamiento de la edificación	43
Tabla 2.25: Facto de escala por cortante dinámico no mayor a 85%	44
Tabla 2.26: Límites permisibles de las derivas de los pisos NEC-15	45
Tabla 2.27: Desplazamientos en sentido X y Y con respecto a un sismo de diseño	45
Tabla 2.28: Drifts Y Rigidez en sentido X y Y con respecto a un sismo de diseño	46
Tabla 2.29: Cortante en sentido X y Y	46
Tabla 2.30: Momentos en sentido X y Y	46

Tabla 2.31: Resultados en las pruebas de esclerometría.....	47
Tabla 3.32 Presupuesto referencial de una columna tipo de 3m de longitud.	58
Tabla 3.33: Presupuesto referencial de una viga tipo de 3.3m de longitud.	59
Tabla 3.34: Presupuesto referencial correspondiente a la demmolición total de la edificación.....	60

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARCIAL

CAPÍTULO I.

DELIMITACIÓN DEL PROYECTO DE CASO

1.1. Introducción

En Ecuador, aún es muy común encontrar una gran cantidad de edificaciones que han sido construidas sin los respectivos permisos y, por ende, haciendo caso omiso a los reglamentos de construcción. Cuando una edificación es construida sin los soportes técnicos, criterios profesionales correctos o ignorando las normas de construcción establecidas, el inmueble como tal es más propenso a presentar problemas de carácter constructivos o se vuelven más vulnerables a escenarios naturales de peligro (deslaves, eventos sísmicos, épocas lluviosas, etc.). (Espín Albán & Tinoco Clavijo, 2020)

Adicional al enfoque de la construcción informal, no pasa desapercibido la situación de un evento sísmico que tuvo lugar el 16 de abril del 2016 con epicentro en la ciudad de Pedernales, Ecuador, evento que tuvo una gran repercusión afectando varias provincias a la redonda, entre ellos tenemos a la ciudad de Babahoyo, la cual tuvo más de 100 construcciones afectadas, en donde el 80% de éstas fueron construidas de manera informal y por ende no respetando el punto de vista técnico. Motivo por el cual se priorizó la evaluación y análisis de edificaciones, esto debido a la gran mayoría de construcciones informales existentes, que fueron las primeras en presentar diversas fallencias, en vista de la carencia de diseño estructural e incorrectos procesos constructivos. (Rojas , Yaguana, & Baculima, 2022)

Cabe indicar que en Ecuador, debido a su ubicación geográfica, en zonas de subducción y a lo largo de las costas del océano Pacífico; son frecuentes los fenómenos sísmicos. Remontando su origen en el cabalgamiento del límite o cerca de este, entre la placa continental sudamericana y la del Pacífico (placa de Nazca).

Entonces, ¿Por qué la importancia de evaluar el proceso constructivo que sostuvo una edificación que actualmente se encuentra deteriorada? Pues, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción, como reglamento vigente; destaca que el procedimiento correspondiente en la regularización de procesos constructivos debe verse enfocado en un adecuado análisis constructivo, revisión de documentación técnica, regularización en los permisos constructivos y una correcta inspección de calidad en todas las etapas constructivas y de adecuación. (Espín Albán & Tinoco Clavijo, 2020)

1.2. Antecedentes

En el Ecuador, con la constante evolución dentro del campo de la construcción, ha ido mejorando notablemente las especificaciones técnicas, criterio y empleo de ciertos materiales. No obstante, esta constante mejoría de las normativas conlleva a analizar y evaluar ciertas estructuras y materiales ya manifestados con su cierto tiempo de vida útil.

Además, dentro del área de la construcción es fundamental el destacar que el Ecuador, debido a su ubicación geográfica, es declarado como territorio de elevada actividad sísmica.

Basado en estas referencias, centramos el presente estudio en una edificación, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Babahoyo, en las calles Malecón y Juan Montalvo (Ref: ubicado al costado del hotel Río Dulce), misma que en primeras instancias se evidencia que solicita una evaluación inmediata, debido a que ésta presenta diversas afectaciones en su estructura, que pueden ser influenciados por el tipo de suelo característico de la zona, daños sísmicos, tiempo de vida de la construcción o inconvenientes con los materiales usados; motivo por el cual se encuentra totalmente “inhabitada”.



Gráfico 1.1: Edificación a evaluar

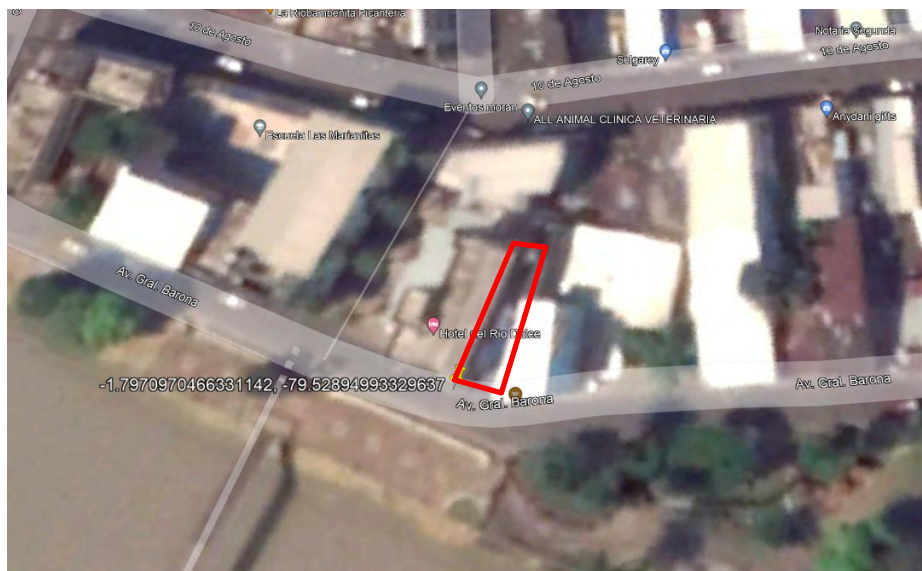


Gráfico 1.2: Ubicación de la Edificación

Según (Argudo, 2017) indica que, no solo el punto de vista de la distribución de materiales es un factor determinante, sino (en Ecuador) solo un 25% de las edificaciones alcanzan un moderado grado de respuesta ante un evento sísmico. Esto se debe mayormente a que las estructuras no presentan un arreglo estructural adecuado o carecen de éste. Básicamente es un trabajo profesional que determina las dimensiones de los elementos de una obra de ingeniería, como columnas, vigas, losas, y el refuerzo que necesita la edificación después de haberse aplicado un efecto de carácter sísmico.

1.3. Definición del Problema

La informalidad en el campo de la construcción es un punto crucial a considerar dentro del comportamiento de un edificio ante un evento sísmico, considerando que a nivel de todo el país es del 70% aproximadamente (INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2011).

Según lo indica el arquitecto Aldo Echeverría ¿Qué pasa cuando a un canasto repleto de huevos se le colocan más encima? “Los de arriba se caen y dañan el resto. Así es la construcción informal”. (INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, 2011)

El entorno actual en que se desenvuelve la construcción informal en Ecuador es un desafío importante para el desarrollo constructivo del país. La falta de regulación y control en algunas zonas ha llevado a la proliferación de construcciones informales que no cumplen con los estándares de seguridad y calidad requeridos. Esto puede resultar en riesgos para la población.

Para poder controlar y anticipar la seguridad de la población ante un evento sísmico, es de crucial importancia reducir las construcciones informales en Ecuador, lo que ocasionaría un impacto positivo en el desarrollo constructivo del país. Al disminuir la informalidad, se promovería la seguridad estructural de las edificaciones, se garantizaría el cumplimiento de normas y regulaciones de construcción.

1.4. Justificación del Proyecto

La necesidad de proporcionar seguridad, preservar la vida humana, y cumplir con normativas y códigos vigentes; se ve reflejada en la búsqueda de metodologías evaluativas, análisis y en caso de requerirlo, propuestas de rehabilitación que logren recuperar el tiempo de vida útil y el desempeño estructural correcto de la edificación objeto de este proyecto de graduación.

El presente estudio busca analizar las causas que han producido los daños que se presentan visiblemente en los elementos estructurales y paredes del inmueble, presentando fisuras, grietas y deterioro del acero, produciendo un aspecto de inestabilidad estructural e inseguridad para cualquier actividad comercial y habitacional, siendo un peligro para la circulación vehicular y peatonal que colinda con la calle **General Barona**.

1.5. Objetivos del Proyecto

1.4.1. Objetivo General

Evaluar una edificación existente, mediante la inspección visual, ejecución de ensayos y laboratorios, para la determinación de soluciones técnicas y económicas que conlleven a la rehabilitación o demolición de la edificación, cumpliendo las ordenanzas municipales y cuidando los impactos ambientales.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar inspecciones visuales in situ, ensayos destructivos y no destructivos de los daños ocurridos en la edificación para el análisis de las posibles causas.
- Realizar ensayos destructivos y no destructivos para el debido análisis de causas, daños y deterioro.
- Analizar los resultados obtenidos en cada área del problema y con el uso de softwares estructurales, para la determinación de soluciones técnicas y económicas.
- Diseñar las soluciones técnicas y económicas, que permita la rehabilitación del edificio, cumpliendo con la seguridad, impacto ambiental y ordenanzas.

CAPÍTULO II.

DESARROLLO DEL PROYECTO DE CASO

2.1. Marco Conceptual

2.1.1 Conceptos Técnicos

- REHABILITACIÓN DE UNA EDIFICACIÓN

La rehabilitación de edificios es una obra constructiva de carácter mayor que busca una brindar una mejora en las condiciones de estética, estructuración, seguridad, accesibilidad, disponibilidad de espacios, funcionalidad y eficiencia energética. Otro de los objetivos que persigue es modernizar y dotar de mayor confort térmico y acústico el espacio en el que se interviene.

Dentro de las características principales de una rehabilitación de una edificación constan:

- ✓ Cambio de la funcionalidad.
- ✓ Dotación de una serie de condiciones de accesibilidad.
- ✓ Instalación de elementos que suponen cambios de calado en la edificación.
- ✓ Renovación de todos los sistemas eléctricos, de ventilación o aislamiento térmico.
- ✓ Mejoras o reforzamientos en la estructura para mejorar la seguridad.
- ✓ Adecuar la red de saneamiento.

Si una edificación se encuentra en un estado de deterioro, de tal manera que pone en riesgo la seguridad de los residentes y/o de los moradores del entorno es momento de rehabilitarla; entre otras particularidades como el mantenimiento, la mejora, la adaptación a criterios de ahorro y eficiencia energética, etc.

Hay muchas razones para realizar una rehabilitación, aunque los puntos de partida son el mal estado de conservación y la antigüedad.

- **CONSTRUCCIÓN INFORMAL**

Todas aquellas edificaciones que fueron construidas sin permiso de construcción (otorgado por las entidades municipales competentes), y por ende no siguen criterios técnicos profesionales, normas constructivas o especificaciones técnicas vigentes. (DAVID, 2016)

Son autoconstruidas por sus propietarios con el interés de solventar de forma rápida y económica su necesidad de vivienda. (DAVID, 2016)

- **VIVIENDA EMPÍRICA.**

Son viviendas autoconstruidas por los propietarios debido a los bajos recursos en su costo, mismo que no permite edificar una vivienda formal y con criterio técnico. (DAVID, 2016)

- **SEPARACIÓN DE DISCONTINUIDADES (GRIETAS Y FISURAS)**

Las grietas y fisuras son discontinuidades que se visualizan en construcciones de carácter ingenieril como: muros, losas, vigas, columnas o taludes; las cuales alertan la presencia de algún acontecimiento anormal en la estabilidad o consistencia de sus elementos.

La generación de grietas y fisuras en elementos estructurales y no estructurales se originan debido a diversos factores, tales como movimientos inesperados a manera de asentamientos, expansiones, o a su vez como movimientos laterales sucedidos durante un evento sísmico; pero también se deben a propiedades intrínsecas de los materiales que se encuentran afectadas por sobrecargas o mal proceso constructivo.

Además, la aparición de grietas y fisuras perturba el desempeño y/o comportamiento de la edificación en general, dado a que hay pérdida de impermeabilidad y desarrolla corrosión, descomposición y deterioro progresivo.

Se denomina fisuras a aquellas discontinuidades en las que su abertura es menor o igual a 5 mm; y grietas a aquellas que sobrepasan esta medida, y exigen un mayor tratamiento para arreglarlas.

Fisuras: $e \leq 5mm$

Grietas: $e > 5mm$

Siendo **e** el espesor de la abertura.

- **ASENTAMIENTOS**

Se denomina asentamiento a un movimiento descendente vertical del terreno (subsistencia) debido a la aplicación de cargas que causan cambios en las tensiones dentro del terreno, estos pueden ser ocasionados por varios factores como:

Errores en los diseños geotécnicos: principalmente al mal cálculo, por suponer capacidades admisibles para el suelo, lo cual se ve reflejado en el diseño de cimentaciones con superficies no adecuadas, aumentando así el esfuerzo aplicado sobre el terreno y excediendo los esfuerzos admisibles del estrato portante, ocasionando asentamientos diferenciales de la estructura.

Consideración del Nivel Freático: entre los factores más importantes a considerar al referirse al suelo, es la intervención del agua en el mismo. Cabe indicar que, si el nivel freático es alto y se localiza muy cerca de la superficie, puede ejecutar una presión hidrostática sobre los cimientos y provocar daños como filtraciones de agua, fisuras en las paredes y desplazamientos estructurales.

Desconfinamiento del suelo portante: es ocasionado en muchas ocasiones por la presencia de excavaciones en construcciones aledañas, o en taludes colindantes a la edificación; que por procesos erosivos o por cortes en la base ocasione un desconfinamiento.

Malos procesos constructivos: debido a los suelos de consistencia baja que no son sometidos a un mejoramiento, provocando un comportamiento no uniforme (desmoronamientos). También este tipo de problemas los encontramos en las formaciones de vacíos en las cimentaciones y/o no adherencia de los elementos que conforman el concreto, provocando grandes segregaciones de los agregados, disminuyendo igualmente el área de contacto.

Sobrecargas: debido al aumento del peso para cual fue diseñada la estructura, por ampliaciones no previstas o cambios en el uso como tal. Los cambios normalmente no están contemplados en el diseño estructural, y como consecuencia se provoca un aumento de los esfuerzos en el suelo reflejados en asentamientos.

TIPO DE ASENTAMIENTOS EN SUELOS

Los cuales podemos identificar mediante la siguiente gráfica:

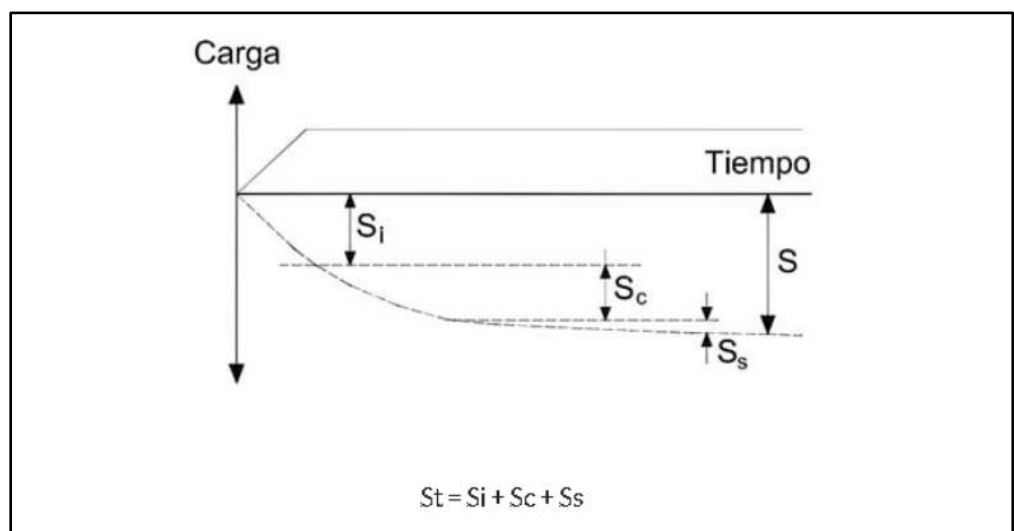


Gráfico 2.3: Asentamiento en suelos

Asentamiento Instantáneo (Si): se produce simultáneamente a la carga por un incremento de las tensiones totales en el suelo, ocasionado por el peso de la estructura, sin que tenga que ver nada con el desplazamiento del agua (sin drenaje). Domina en suelos granulares.

Consolidación primaria (Sc): son aquellos asentamientos diferidos en el tiempo, ocasionado por el drenaje en la humedad del suelo, lo que produce cambios en las tensiones efectivas.

Fluencia o asiento de compresión secundaria (Ss): son aquellos asentamientos elásticos que se activan después de que toda el agua drenable haya sido expulsada del suelo.

Si el suelo está húmedo o seco, servirá para predecir la cantidad de asentamiento que se espera en una cimentación determinada.

Los cimientos en suelos húmedos asentarán más que en áreas secas.

La idea es que, a medida que el agua escurre, la estructura del suelo cambiará de acuerdo con los espacios vacíos que van quedando.

- **DERIVAS**

Se considera como deriva al desplazamiento horizontal relativo que sucede entre dos puntos situados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de una edificación. (COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES , 2010)

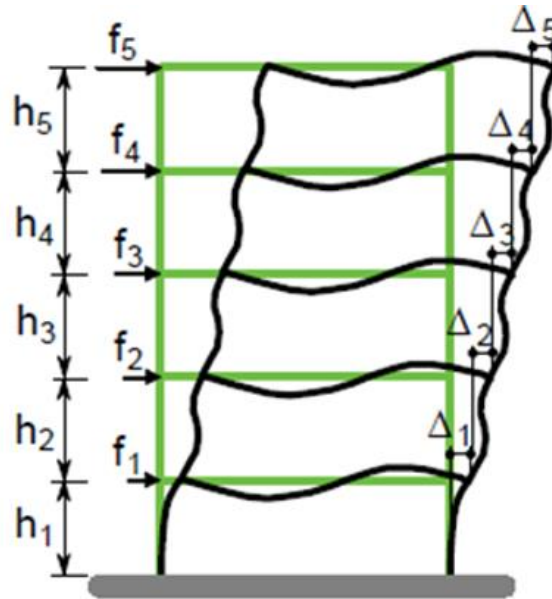


Gráfico 2.4: Desplazamiento y deriva de una edificación (NSR-10)

Los límites de la deriva garantizan que, frente a un sísmico leve, la estructura se desplace tan poco, que los elementos no estructurales (muros divisorios, particiones, fachadas, etc.) no sufran daño. (Awad, 2006)

- ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

El esclerómetro Schmidt mide la dureza superficial del hormigón mediante el rebote de una masa de acero que golpea, accionada por un resorte, sobre un percusor puesto en contacto con la superficie del hormigón. Producido el impacto, la masa rebota hacia el extremo opuesto al percusor, arrastrando en su movimiento a un índice que, al desplazarse sobre una escala graduada, marca una magnitud que se denomina índice esclerométrico y que es la relación entre la altura de rebote y la escala total del aparato.

Según las recomendaciones de la RILEM (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos de Materiales) relativas a este método, la profundidad del hormigón endurecido afectada por el ensayo oscila entre 2 y 3 cm, dependiendo del tipo de esclerómetro y de la resistencia del hormigón.

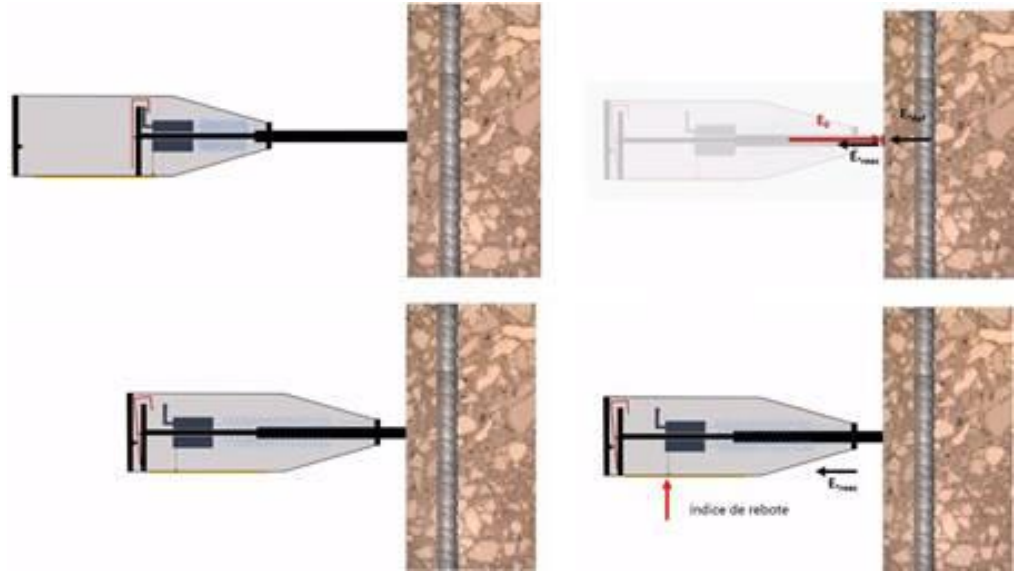


Gráfico 2.5: Procedimiento de ensayo de esclerometría en concreto.

- EXTRACCIÓN DE NÚCLEO

La extracción de testigos de hormigón constituye una herramienta eficaz para la determinación de la resistencia y espesor “real” del hormigón que está siendo analizado.

La cual consiste en insertar una broca cilíndrica hueca que por abrasión va desgastando empleando agua como refrigerante y lubricante.

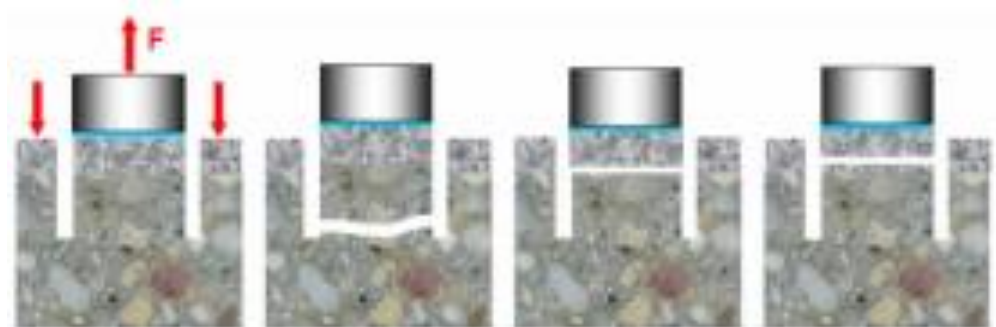


Gráfico 2.6: Procedimiento de extracción de núcleo en concreto

2.2. Marco Metodológico

La metodología a aplicar se basará en un modelo Scrumban, en el cual se proyectará un total de nueve actividades a manera de tareas, las cuales se podrán observar en el cronograma propuesto (Plan de Trabajo), éstas propuestas constarán con un determinado tiempo para su desarrollo y evaluación de manera semanal, por medio de análisis retrospectivos y reuniones de tutorías (a manera de Scrum Máster).

La finalidad del presente proyecto de actividades se desarrollará, enfocándose en lo siguiente:

- 1 Obtención de los respectivos Permisos de Ingreso y Desarrollo del Proyecto.- Para el inicio de esta actividad, se propone un tiempo correspondiente a dos unidades (semanales) en el cronograma, con la finalidad de establecer una correcta estrategia entre propietario y maestrante para el correcto desarrollo del proyecto.
- 2 Recopilación de Información Existente (Incluye Levantamiento de datos técnicos).- Dentro del plan establecido se propone realizar una visita técnica in situ de manera que se identifique la edificación y realizar una recopilación de toda la información existente, misma que se discutió con el Scrum Máster, De manera que se estableció un tiempo permitido de dos unidades (semanales) en el cronograma, dentro de las cuales consta el levantamiento de datos técnicos de la edificación.
- 3 Inspección y Evaluación de la Edificación.- Para continuar con el estudio se propone un total de tres unidades (semanales) en el cronograma, para realizar una primera evaluación de carácter visual, con la finalidad de identificar en primeras instancias de manera visual el estado de la edificación y elaborar una correcta estrategia de estudio.
- 4 Análisis Preliminar (Incluye Identificación de Problemas).- Como siguiente paso del proyecto, se efectuará un total de dos inspecciones técnicas en sitio que constarán de tres unidades (semanales) en el cronograma, con la finalidad de determinar los problemas existentes en la edificación, analizando los diferentes criterios aprendidos en la maestría (suelos, estructura, construcción, ataques químicos, deterioro e impactos ambientales), éste con la finalidad de identificar los problemas y las posibles causas preliminares del mismo.

- Dicha inspección consistirá en un reconocimiento de manera visual para identificar los problemas existentes a la fecha (grietas, fisuras, asentamientos, pandeos, etc.), y en relación a éstos realizar un plan estratégico para el proceso de estudio de la edificación.
- 5 Ensayos In Situ.- Una vez identificado los puntos que han presentado daños en la edificación y analizado su posible origen, realizamos una nueva inspección con la finalidad de someter los elementos de la edificación a ensayos destructivos y no destructivos que nos tomará un total de cuatro unidades (semanales) en el cronograma, con el objetivo de obtener muestras que identifiquen los problemas que han afectado a la estructura y poder plantear soluciones.
 - 6 Análisis de Resultado de Ensayos.- Como siguiente paso en el proceso, una vez que tenemos las características y condiciones de los materiales (según los ensayos destructivos y no destructivos, tomados en sitio), procedemos a analizar los posibles escenarios, teniendo ya un mejor panorama y un criterio técnico distribuido en un total de dos unidades (semanales) en el cronograma, dependiendo de las condiciones en las que se encuentran los materiales, los elementos estructurales y el suelo en donde se encuentra situado la edificación.
 - 7 Planteamiento de Soluciones.- Continuando con el proyecto, planteamos varias soluciones técnicas y económicas en un total de tres unidades (semanales) en el cronograma, con el fin de rehabilitar y mejorar cada una de las diferentes situaciones de daño presentadas en el edificio, que cumplan con las ordenanzas municipales y cuidando los impactos ambientales.
 - 8 Esquematización de Soluciones.- Para culminar el proceso, con el diseño de esquemas que cumplan con las especificaciones técnicas según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, bosquejamos de una manera más realista con la finalidad de dar habitabilidad y seguridad a la edificación, enlistando las posibles soluciones y demostrando la viabilidad de cada una de ellas, distribuidas en un total de tres unidades (semanales) en el cronograma.
 - 9 Presentación de Propuestas.- Para culminar con el proceso, presentamos las propuestas más apta (técnica - económica) para la edificación en un lapso de dos unidades (semanales) en el cronograma, de manera que ésta cumpla con las ordenanza, seguridad y genere un reducido impacto ambiental en la rehabilitación de la edificación.

2.3. Resultados

2.3.1. Recolección de datos

Con la finalidad de reconocer los antecedentes de la edificación en estudio, se programó una recopilación de información existente, para lo cual se nos informó que éste carecía de planos arquitectónicos como estructurales y a su vez no poseía memoria técnica alguna, debido a que fue construido de manera informal y sin los criterios técnicos debidos.



Gráfico 2.7: Imagen de Fachada Frontal tomada en sitio.

Debido a la falta de información existente, se realizó una visita de campo, con dirección a la edificación en estudio, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Babahoyo, en las calles Malecón y Juan Montalvo (Ref: ubicado al costado del hotel Río Dulce), en donde recurrimos a realizar el respectivo levantamiento de datos, considerando las dimensiones y ubicaciones de los elementos estructurales y arquitectónicos del inmueble.

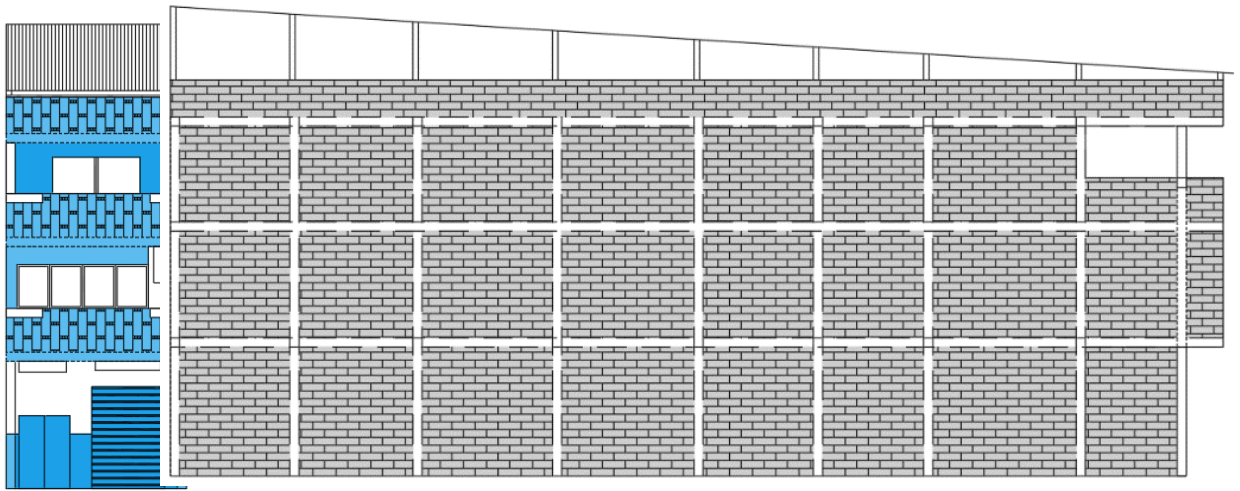


Gráfico 2.8: Fachada Frontal y Fachada Lateral esquematizada a partir de toma de datos.

2.3.2. Ensayos in Situ

2.3.2.1. Esclerometría

PUNTO 1


	Viga Secundaria Tipo 1
	Situación: Tercer Piso
	Resistencia: 142 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Vertical Superior

Tabla 2.1: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del tercer piso

PUNTO 2


	Viga Secundaria Tipo 2
	Situación: Tercer Piso
	Resistencia: 397 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2,2: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del tercer piso

PUNTO 3


	Viga Principal
	Situación: Tercer Piso
	Resistencia: 427 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2.3: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del tercer piso

PUNTO 4


	Columna
	Situación: Tercer Piso
	Resistencia: 318 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2.4: Prueba de Esclerometría en columna del tercer piso

PUNTO 5


	Losa de Cubierta
	Situación: Tercer Piso
	Resistencia: 345 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Vertical Superior

Tabla 2.5: Prueba de Esclerometría en Losa de cubierta del tercer piso

PUNTO 6


	Losa de Piso
	Situación: Tercer Piso
	Resistencia: 188 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Vertical Inferior

Tabla 2.6: Prueba de Esclerometría en Losa de piso del tercer piso

PUNTO 7


	Columna
	Situación: Segundo Piso
	Resistencia: 390 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2.7: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del segundo piso

PUNTO 8


	Viga Principal
	Situación: Segundo Piso
	Resistencia: 320 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2.8: Prueba de Esclerometría en viga cargadora del segundo piso

PUNTO 9


	Losa de Cubierta
	Situación: Segundo Piso
	Resistencia: 404 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Vertical Superior

Tabla 2.9: Prueba de Esclerometría en Losa de cubierta del segundo piso

PUNTO 10


	<p>Viga Secundaria Tipo 2 (Viga de Escalera)</p>
	<p>Situación: Segundo Piso</p>
	<p>Resistencia: 397 Kg/cm²</p>
	<p>Orientación de la Prueba: Horizontal</p>

Tabla 2.10: Prueba de Esclerometría en viga de escalera del segundo piso

PUNTO 11


	<p>Losa de Piso</p>
	<p>Situación: Segundo Piso</p>
	<p>Resistencia: 467 Kg/cm²</p>
	<p>Orientación de la Prueba: Vertical Superior</p>

Tabla 2.11: Prueba de Esclerometría en Losa de piso del segundo piso

PUNTO 12 (Columna – Planta Baja)


	<p>Columna</p>
	<p>Situación: Planta Baja</p>
	<p>Resistencia: 362 Kg/cm²</p>
	<p>Orientación de la Prueba: Horizontal</p>

Tabla 2.12: Prueba de Esclerometría en columna de la planta baja

PUNTO 13


	Columna de Soportal
	Situación: Planta Baja
	Resistencia: 362 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2.13: Prueba de Esclerometría en columna de soportal de planta baja.

PUNTO 14


	Viga
	Situación: Planta Baja
	Resistencia: 440 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Horizontal

Tabla 2.14: Prueba de Esclerometría en viga cargadora de planta baja

PUNTO 15


	Contrapiso
	Situación: Planta Baja
	Resistencia: 172 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Vertical Inferior

Tabla 2.15: Prueba de Esclerometría en contrapiso en planta baja

PUNTO 16


	Cimentación
	Situación: Planta Baja
	Resistencia: 265 Kg/cm ²
	Orientación de la Prueba: Vertical Inferior

Tabla 2.16: Prueba de Esclerometría en cimentación.

2.3.2.2. Extracción de Núcleo

Extracción 1: CONTRAPISO PLANTA BAJA (Espesor 6 cm)



Gráfico 2.9: Extracción de núcleo correspondiente a la Planta Baja

Extracción 2: LOSA SEGUNDO PISO (Espesor 25 cm)



Gráfico 2.10: Extracción de núcleo correspondiente a la Primera Planta Alta

Extracción 3: LOSA TERCER PISO (Espesor 25 cm)



Gráfico 2.11: Extracción de núcleo correspondiente a la Segunda Planta Alta

2.3.3. Modelo analítico de la edificación (ETABS)

El análisis estructural se realizó mediante el software ETABS. Se modeló la estructura en tres dimensiones para el diseño sismo resistente formado por pórticos resistentes a momentos. Los elementos fueron asignados como tipo “frame”.

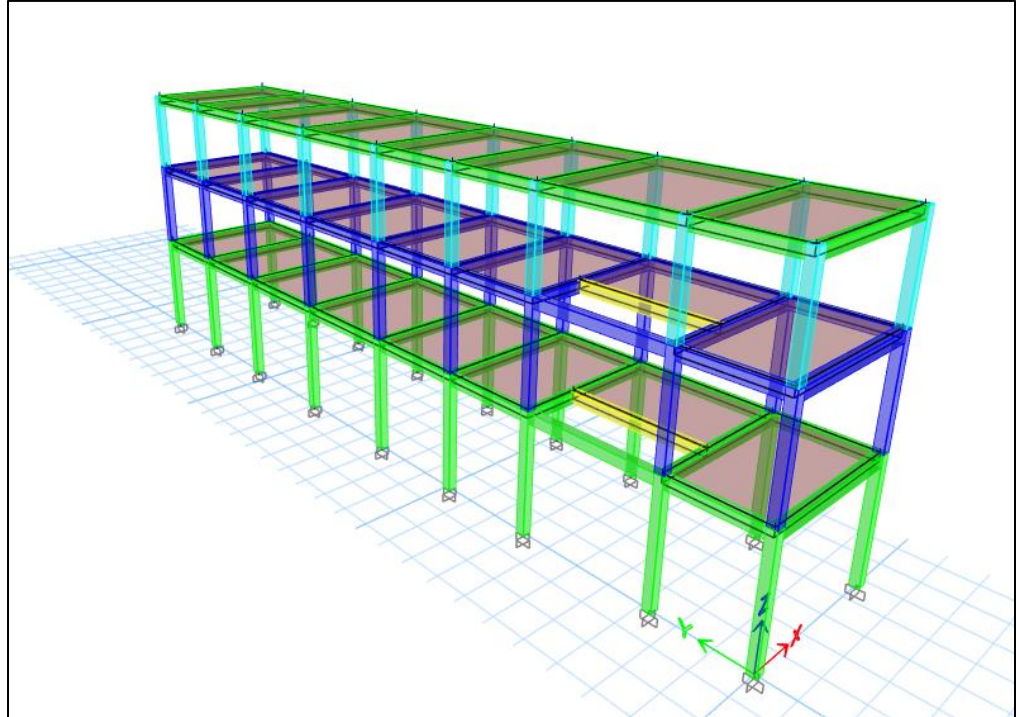


Gráfico 2.12: Modelo tridimensional en ETABS

- **CÓDIGOS DE DISEÑO**

Entre los códigos de diseño principales a considerar en el modelo estructural se encuentran:

Normas ecuatorianas

NEC-15 – Norma Ecuatoriana de la Construcción

- NEC-SE-DG Cargas no sísmicas
- NEC-SE-DS Peligro sísmico

Normas y referencias internacionales

American Concrete Institute (ACI)

- ACI 318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete

- CARGAS DE DISEÑO CONSIDERADAS

Carga permanente

- **Carga muerta por peso propio**

Es considerada como el peso propio de los elementos estructurales tales como vigas, columnas, losas y otros componentes estructurales.

- **Carga muerta sobreimpuesta**

Cargas muertas sobreimpuestas consisten en el peso de elementos no estructurales.

1er- 2do Piso Alto	Kg/m ²
Paredes, Instalaciones técnicas y otros	100
Cubierta	Kg/m ²
Instalaciones técnicas y otros	150

Tabla 2.17: Detalle de cargas sobreimpuestas

Cargas vivas

Son cargas no permanentes, estas dependen de la ocupación que estén destinadas, definidas por la NEC-15.

Ocupación o Uso	Kg/m ²
1er- 2do Piso Alto	
Área de Locales Comerciales	200
Cubierta	
Área de terraza	480

Tabla 2.18: Detalle de cargas vivas

Carga sísmica

Basados en el estudio de suelo que se realizó, se clasificó sísmicamente al suelo en donde se ubica la edificación como suelo tipo D, de acuerdo a los criterios de clasificación de NEC-15.

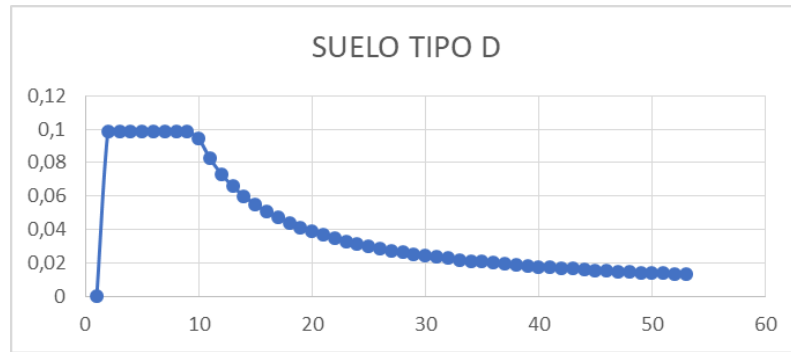


Gráfico 2.13: Espectro Tipo Suelo D

Adicionalmente, se muestran factores y coeficientes para la definición de la curva pseudo-aceleración versus período.

Sistema Estructural	Ra	I	ΦPc	ΦEd
Sistema de hormigón armado de pórticos especiales resistentes a momento	8	1.0	0.9	0.9

Tabla 2.19: Coeficientes y Factores del Diseño Sismo Resistente de las Edificaciones del proyecto

En donde:

Ra = coeficiente de modificación de respuesta.

I = factor de importancia.

ΦPc = coeficiente de irregularidad en planta.

ΦEd = coeficiente de irregularidad en elevación.

Combinaciones de Cargas

Las combinaciones de carga para el diseño por fuerzas se obtuvieron de lo estipulado en la NEC-SE-CG Sección 3.4.3 (2015). Las estructuras, componentes, y cimentaciones se diseñarán de manera que su resistencia de diseño sea igual o superior a los efectos de las cargas factoradas en las siguientes combinaciones:

Combinaciones para carga gravitacional:

- $1.4D$
- $1.2D + 1.6L + 0.5L_R$
- $1.2D + 0.5L + 1.6L_R$

Cuando una estructura esté sujeta a efectos de carga sísmica, se considerarán las siguientes combinaciones de carga además de las combinaciones anteriormente descritas.

Combinaciones para carga sísmica (Tr= 475 años)

- $1.2D + 0.5L + 1.0E$
- $0.9D + 1.0E$

Dónde:

- D = carga muerta
- E = carga sísmica
- L = carga viva

Combinaciones con efectos sísmicos:

Estas combinaciones deben considerar los efectos horizontales y verticales del sismo EH y Ev. EH deberá considerar los efectos de 100% de fuerzas en una dirección más 30% de las fuerzas en dirección perpendicular basados en la sección 12.5, ASCE 7-22. La descripción de EH y Ev se encuentran a continuación:

$$EH = \rho Q_E$$

Donde ρ , factor de redundancia, es igual a 1 (Sección 12.3.4.2, ASCE7-10) y Q_E representa las fuerzas horizontales.

$$E_V = 0.2S_{DS} D$$

Donde S_{DS} es el parámetro de aceleración de respuesta espectral de diseño para periodos cortos. Para el espectro elástico del proyecto, $S_{DS}=0.7g$, entonces $0.2 S_{DS}= 0.14=0.15$, por tanto $0.2S_{DS} = 0.14=0.15$. Al tener el análisis definitivo se revisa el valor de S_{DS} y se efectúan los ajustes necesarios de factores.

De esta manera, las combinaciones recomendadas por NEC-15 y ASCE 7-10, $1.2D + 1.0E$ y $0.9D + 1.0E$, se representan en las siguientes combinaciones finales:

(Ex= Carga Sísmica en dirección X, Ey= Carga Sísmica en dirección Y)

1. $1.35D + 0.5L + 1.0Ex + 0.3Ey$
2. $1.35D + 0.5L + 0.3Ex + 1.0Ey$
3. $0.75D + 1.0Ex + 0.3Ey$
4. $0.75D + 0.3Ex + 1.0Ey$

Nota: La razón de usar 0.5L en lugar de 1.0L ocurre porque la carga viva es menor o igual a 480kg/m2.

Combinaciones con efectos sísmicos:

De acuerdo al cálculo de cargas, en referencia a los elementos estructurales y no estructurales, se emplea el siguiente Sistema de Cargas:

Sistema de Porticos	
Caso de Carga	Carga (tonf)
Dead	299,7324
Sdead	43,6039
L (L+Lbodegas+Lr)	110,3882
D+SD	343,34
D+SD+0.5L	398,53
	1,5941216

Tabla 2.20: Sistema de Cargas empleado en la edificación

- **CORTANTE BASAL ESTÁTICO**

El cortante basal total estático V se determinó mediante la siguiente expresión que se presenta en la sección 6.3.2 de la NEC-SE-DS.

$$V = C_s * W$$

El coeficiente sísmico en fracción del peso sísmico de la edificación se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$C_s = \frac{I * S_a(T_a)}{R * \phi_P * \phi_E}$$

- PERIODO DE VIBRACIÓN POR MÉTODO 1:

Para el cálculo del periodo de vibración aproximado T_a se consideró un valor $C_t=0.055$ y $\alpha=0.9$ para pórticos especiales de hormigón armado (sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras) según la sección 6.3.3. de la NEC-SE-DS.

Tipo de Estructura	C_t	α
Estructuras de Acero		
Sin arriostramiento	0.072	0.80
Con arriostramiento	0.073	0.75
Pórticos Especiales de Hormigón Armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.90
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Tabla 2.21: Coeficientes para Determinar Periodo

- PERIODO DE VIBRACIÓN POR MÉTODO 2:

Con el modelo de elementos finitos en 3D en ETABS, se obtuvo los modos de vibración fundamentales de traslación en dirección x e y para los distintos bloques.

	T_x ETABS	T_y ETABS
PERIODO	1.30 s	1.04 s

Tabla 2.22: Periodo de vibración por ETABS

- LÍMITE DE ACELERACIÓN CON PERIODO DE VIBRACIÓN CUTA

Para cumplir con las recomendaciones de NEC-15 de asegurar que la aceleración (que servirá para revisión de esfuerzos) corresponda a un periodo de Método 2 que no exceda el 30% de T_a del Método 1, se ha escogido como factor $C_u=1.3$.

Ta (s)	T=Cu*Ta
0.098	0.55 s

Tabla 2.23: Límite de aceleración

Los periodos que se usarán para escoger la aceleración S_a por el método estático estarán basados en el mínimo periodo entre el Método 2 (ETABS) y $C_u T_a$.

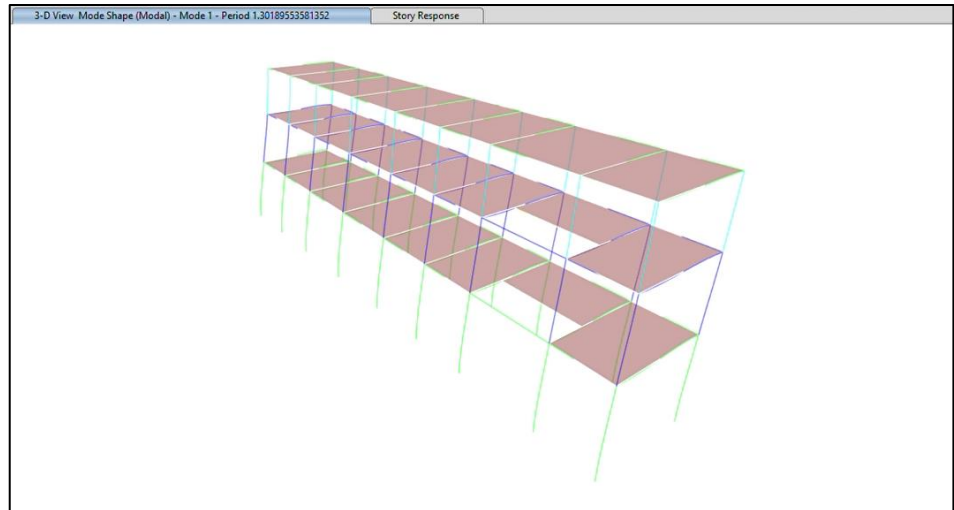


Gráfico 2.14: Mode 1, Periodo en eje X

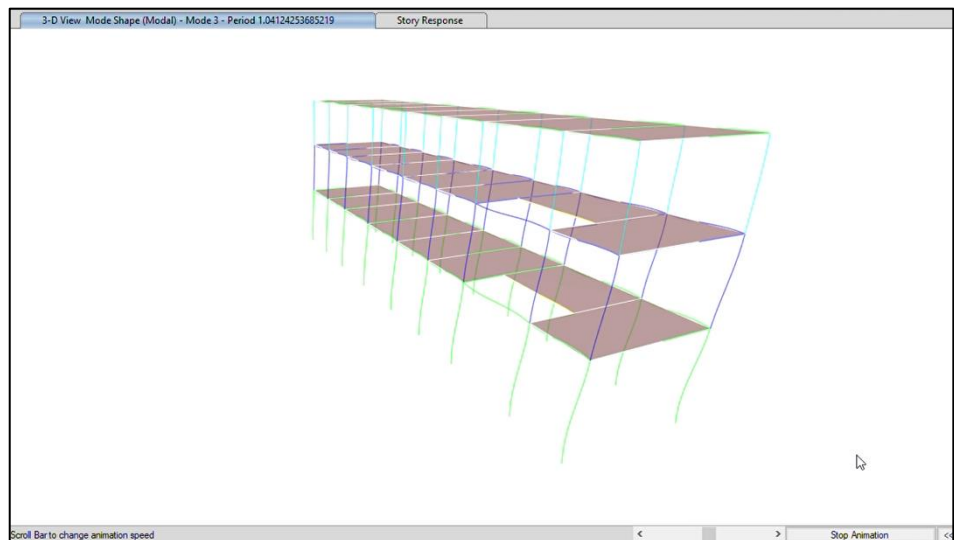


Gráfico 2.15: Mode 3, Periodo en eje Y

- **MASA SÍSMICA**

Se consideró como masa sísmica participativa “W” igual al 100% de la carga muerta recomendada por NEC-15 para estructuras generales (no bodegas de almacenamiento).

- INERCIAS AGRIETADAS

Siguiendo la recomendación del ACI318-19 tomamos una inercia de:

- $0.35I_g$ para vigas y muros
- $0.70I_g$ para columnas

- ANÁLISIS DINÁMICO LINEAL

Períodos principales y modos de vibración

Se realizó un análisis modal donde se emplearon modos para capturar por lo menos el 90% de la masa acumulada participativa en ambas direcciones ortogonales de la edificación, de acuerdo con NEC-15. Los períodos para los modos principales de traslación fueron los siguientes:

Sistema de Porticos			
Modo	Periodo (T)	Dirección	MMP
	s		%
1	1,3	X	87,77
2	1,125	Z	88,94
3	1,041	Y	88,48

Tabla 2.24: Modos fundamentales en el comportamiento de la edificación

Escalamiento del Cortante Sísmico para fuerzas

Para el escalamiento del cortante sísmico se ha evaluado el proceso requerido por NEC-15 y por ASCE 7-22.

El primer paso es calcular la aceleración sísmica por el método estático usando los periodos evaluados, teniendo en consideración que el factor de reducción inelástica $R=8$, el factor de importancia es $I=1.0$ y los factores de irregularidad en planta y elevación son iguales $\Phi_p, \Phi_E=0.9$.

Los valores de aceleración espectral S_a son escogidos a partir de los datos que forman el espectro elaborado por PSHA con percentil 85 según el periodo de análisis.

La NEC-15 considera factores de irregularidad (Φ_P , Φ_E) para el diseño de todos los elementos estructurales, mientras que el ASCE 7-22 no los menciona, sino que amplifica la aceleración espectral por un factor 1.25 pero solo para el diseño de las conexiones diafragma-columna, colectores y sus conexiones, por tanto en esta comparación no se afectará la ecuación de ASCE7-22 por ningún factor adicional ya que se busca el valor de escalamiento para todo el sistema estructural:

- $C_s = \frac{I * S_a(T_a)}{R * \Phi_P * \Phi_E}$ (NEC-SE-DS)

- $C_s = \frac{I * S_a(T_a)}{R}$ (ASCE 7-22)

Una vez definida la aceleración estática C_s , queda revisar los requisitos de escalamiento de fuerzas por NEC-15 y ASCE 7-22. Mientras que la normativa nacional pide que el cortante dinámico sea por lo menos el 85% del cortante estático, el código ASCE 7-22 pide se escale al 100% del cortante estático. Para evaluar el cumplimiento de las dos condiciones, hemos revisado que condición es más crítica usando el C_s respectivo de cada norma. Resultando así el 85% C_s estático de NEC-15 como el valor de revisión final para escalamiento de cortante dinámico.

Su puede el cortante dinámico con el 85% del cortante estático (obtenido de multiplicar $W * 85% C_s$ Estático). Además se calcula el factor de escala en los casos que el cortante dinámico no sea mayor al 85% del cortante estático:

Dirección	V dinámico (Ton)	85% V estático NEC-15 (Ton)	Factor = Vdin/85%Vest
X	11.55	224.98	2.87
Y	33.15	33.15	2.06

Tabla 2.25: Facto de escala por cortante dinámico no mayor a 85%

Derivas Inelásticas

Los límites de derivas de entrepiso según la NEC -15 es del 2%.

Estructuras de:	ΔM máxima
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02

Tabla 2.26: Límites permisibles de las derivas de los pisos NEC-15

Cabe indicar que de acuerdo al Sistema Etabs, se pudo constatar que en el sistema aporticado tanto para sentido X (en donde se comprueba un desplazamiento máximo de 0,0612 m.), mientras que sentido Y (en donde se comprueba un desplazamiento máximo de 0,0612 m.), manteniendo una mayor diferencia de desplazamiento entre pisos (derivada), situada en el Primer y Segundo Piso Alto.

Sistema de Porticos				
Story	Elevation original	Altura	Desplazamiento Ex	Desplazamiento Ey
	m	m	M	m
Cubier+ 2.85	9,7	9,7	0,061184	0,034547
P2+N3.15	6,85	6,85	0,047408	0,02814
P1+N3.7	3,7	3,7	0,023414	0,015361
Base	0	0	0	0

Tabla 2.27: Desplazamientos en sentido X y Y con respecto a un sismo de diseño

La forma de calcular la deriva inelástica por NEC-15 es multiplicar la deriva obtenida por $0.75R = 0.75 \cdot 8 = 6$, mientras que el ASCE 7-22 indica un valor Cd basado en el sistema lateral sismo resistente que en este caso sería 5.5. En este proyecto se ha optado por utilizar el valor más crítico igual a $0.75R = 0.75 \cdot 8 = 6$.

Se evalúa la deriva máxima entre piso para cada torre. Por eso en la siguiente descripción se observa la torre A y D por separado. Todas las derivas resultaron menor al 2% por lo que su revisión es satisfactoria.

- Deriva "X" $(0.007754) * 0.75 * 8 = 0.50\% < 2\%$
- Deriva "Y" $(0.004152) * 0.75 * 8 = 0.20\% < 2\%$

Sistema de Porticos							
Story	Elevation original	Drift Ex	Drift Ey	Drift Ex	Drift Ey	Rigidez Ex	Rigidez Ey
	m			%	%	tonf/m	tonf/m
Cubier+ 2.85	9,7	0,005161	0,002349	0,52	0,23	1357,668	2435,407
P2+N3.15	6,85	0,007754	0,004104	0,78	0,41	1207,94	2065,613
P1+N3.7	3,7	0,006328	0,004152	0,63	0,42	1582,873	2163,717
Base	0	0	0	0,00	0,00	0	0

Tabla 2.28: Drifts Y Rigidez en sentido X y Y con respecto a un sismo de diseño

Espectro con beta 5%	Sistema de Porticos			
	Elevation original	Elevation original	Cortante Ex	Cortante Ey
			tonf	tonf
P9	9,7	9,7	18,1253	16,2426
		9,70	18,1253	16,2426
P8	6,85	6,85	26,6552	26,6346
		6,85	26,6552	26,6346
P7	3,7	3,7	33,2081	33,178
		3,70	33,2081	33,178
P6	0	0	0	0
		0,00	0	0

Tabla 2.29: Cortante en sentido X y Y

Sistema de Porticos		
Elevation original	Momento Ex-y	Momento Ey-x
m	tonf -m	tonf -m
9,7	0	0
6,85	51,657	46,2914
3,7	131,7486	128,7372
0	243,9072	246,9548

Tabla 2.30: Momentos en sentido X y Y

2.4. Análisis de Resultados

2.4.1. Ensayo de Esclerometría

A continuación, se presentan los valores resúmenes de los ensayos de Esclerometría:

RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIDA CON ESCLEROMETRO DIGI-SCHMIDT 2000 MODELO ND									
Proyecto: Vivienda 3 Pisos Localización: Av. Gral Barona - Babahoyo Solicitado: Ing Giordann Mera									
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS									
PRUEBA #	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c	FECHA DE ENSAYO	FECHA DE FUNDICIÓN	EDAD DIAS	LECTURA DE IMPACTO	f'c	DIRECCION DEL IMPACTO	UBICACIÓN	ELEMENTO
	Kg/cm ²					Kg/cm ²			
1	-	26/12/2022	-	-	10	142	↑	Viga Secundaria Parte Baja	3er Piso
2	-	26/12/2022	-	-	10	397	→	Viga Secundaria Frontal	
3	-	26/12/2022	-	-	10	318	→	Columna	
4	-	26/12/2022	-	-	10	427	→	Viga Principal	
5	-	26/12/2022	-	-	10	345	↑	Losa Cubierta	
6	-	26/12/2022	-	-	10	188	↓	Losa Piso	
7	-	26/12/2022	-	-	10	390	→	Columna	2do Piso
8	-	26/12/2022	-	-	10	320	→	Viga Principal	
9	-	26/12/2022	-	-	10	404	↑	Losa 3er Piso	
10	-	26/12/2022	-	-	10	397	→	Viga Escalera	
11	-	26/12/2022	-	-	10	467	↑	Losa 2do Piso	
12	-	26/12/2022	-	-	10	362	→	Columna	Parte Baja - 1er Piso
13	-	26/12/2022	-	-	10	362	→	Columna	
14	-	26/12/2022	-	-	10	440	→	Viga	
15	-	26/12/2022	-	-	10	172	↓	Contrapiso	
16	-	26/12/2022	-	-	10	265	→	Cimentacion Zapata	

Tabla 2.31: Resultados en las pruebas de esclerometría

NOTA: LA RESISTENCIA TOMADA CON ESCLERÓMETRO NO REFLEJAN LA RESISTENCIA REAL QUE TIENE EL EDIFICIO, MÁS SE CONFÍA EN LA RESISTENCIA DE EXTRACCIONES DE NUCLEO.

2.4.2. Capacidad De Soporte

El ensayo de DCP ha sido realizado conforme la especificación ASTM D 6951-03, el ensayo mide la razón de penetración del penetrómetro Dinámico de cono con un mazo de 8 kg, a través de suelos inalterados o compactados. La razón de penetración se relaciona con la capacidad de soporte in situ y la capacidad de carga del suelo.

2.4.3. Calicata

Se realizó una calicata a un costado de la vivienda donde se evidencia el asentamiento, al momento de realizar el ensayo de DCP al golpear el martillo bajo muy rápido, por lo que indica que ese material no es apto para ese tipo de construcción.

El tipo de material tiene clasificación SUCS (SM) Arena limosa grano fino, no plástica y una humedad del 13%.

CAPÍTULO III.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

3.1.1. Comentarios y Análisis de los Resultados de Laboratorio

Conforme a los resultados de los ensayos, cálculos realizados y del análisis de los mismos podemos concluir:

- La resistencia de los elementos estructurales analizados, como viga y columna presentan una resistencia mayor a 350 Kg/cm².
- La resistencia resultante en la prueba de extracción de núcleo en las losas de los pisos 2 y 3, la primera capa de 10cm presentan una resistencia de 200kg/cm². y con el esclerómetro en el punto 6 dio un valor de 188 kg/cm²
- El resultado obtenido del ensayo DCP fue un CBR del 2% y una capacidad de carga del orden de las 5T/m².
- Los resultados de laboratorio del material de relleno existente corresponden a una arena limosa (mezcla de arena y limo) grano fino con clasificación SUCS (SM).
- Al momento de realizar la calicata y el ensayo de DCP (ensayo de cono dinámico de penetración, el cual permite detectar las diferentes capas existentes y asignar un valor del índice CBR in situ) el material de relleno bajo la cimentación está cediendo, por lo que se evidencia asentamientos a ese costado de la vivienda, a causa de posibles filtraciones en el suelo.
- La edificación presenta varias inconsistencias encontradas dentro del margen estructural, como la presencia de piso blando en la fachada de la edificación, teniendo así un punto frágil en los ejes A8 y B8.
- Además que de acuerdo al análisis de las resistencias existentes tanto en vigas como en columnas, encontramos que la edificación se encuentra con un criterio de columna débil y viga fuerte, manteniendo como punto frágil las columnas.

Cabe indicar que, para un buen comportamiento de la edificación, es necesario que el elemento que presente el mayor índice de rótulas plásticas en el Sistema de Pórticos, deberán ser las vigas; manteniendo el criterio de Columna Fuerte-Viga Débil.

3.1.2. Comentario y Análisis del Modelado

- Los elementos estructurales no cumplen los requerimientos de diseño para pórticos de hormigón armado resistentes a momento especiales, que incluye revisiones de los estados límites de servicio y resistencia según las normativas nacionales e internacionales.
- Debido a la Geometría de la edificación y al análisis en cuanto a un sismo de diseño, tenemos que la edificación presenta efectos de esbeltez, lo que ocasionará que al momento de un evento sísmico las plantas altas presenten un desplazamiento bastante fuerte, considerando que la edificación se encuentra situada como medianera entre dos edificaciones existentes; ocasionará impactos entre estas, presentando una mayor vulnerabilidad al colapso.
- La edificación presenta un mayor traslacional en sentido X y a su vez comportamiento torsional (característico por su geometría).

3.2. Recomendaciones

Dentro del punto de vista Ingenieril, la edificación se encuentra en un riesgo de colapso, por lo que dentro de las soluciones más recomendadas se encuentran:

1. Proponer una rehabilitación de los elementos estructurales y no estructurales, entre los que podemos implementar un reforzamiento en las columnas A2, B2, A3, B3, A4, B4, A5, B5, A7 y B7, el cual consiste en un encamisado engrosando la sección de hormigón y aumentando la cantidad de acero de refuerzo, haciendo un mayor enfoque en las columnas situadas en la Planta Baja ya que estos serán los que comprendan el mayor peso transmitido por la edificación, hacia la cimentación.

2. Debido a la geometría de la edificación es recomendable implementar elementos estructurales adicionales, como un muro portante o a su vez se podría implementar rigidizadores (analizando la geometría de la edificación, podría implementarse en las secciones A3-A4, B3-B4, A5-A6 y B5-B6) que ayude a proporcionar una mayor estabilidad ante el comportamiento torsional que presenta la edificación; no obstante, la implementación de elementos estructurales sismorresistentes, como los muros y rigidizadores se encuentran condicionados bajo la situación económica del propietario.

Cabe indicar que para implementar elementos sismorresistentes adicionales, deberá ser previamente consultado con un Ingeniero Estructural especialista en Sismorresistencia.

3. Reemplazar elementos no estructurales que ya se encuentran afectados, como aquellas paredes de mampostería, ya que varios elementos de estos mantienen fisuras y grietas que no brindan un aspecto de seguridad en la edificación.
4. En el caso de emplear un reforzamiento en la estructura, incitamos al profesional técnico encargado a controlar la calidad y el proceso constructivo de los trabajos a realizarse y que éstos dispongan de una participación a tiempo completo, y que el personal que participe en las labores sea calificado, haciendo énfasis en que un trabajo de rehabilitación deberá recuperar la funcionalidad de elementos, y evitar generar más trabajos de rehabilitación.
5. Sugerimos también el implementar un estudio enfocado en el comportamiento del suelo, ya que al establecer netamente la rehabilitación de los elementos que se encuentran sobre el nivel de éste, queda condicionado el comportamiento de la edificación bajo la influencia del comportamiento del suelo-estructura, ya que al haber problemas de asentamiento las cuales son originadas por la falta de compactación en el terreno y a su vez a carencia de un mejoramiento del mismo, quedará la probabilidad que éste siga sufriendo asentamientos y posterior a ello el colapso del mismo.

6. Como medida más económica y alternativa para el propietario del bien, está la demolición de la estructura, siempre y cuando esta acción también sea prevista por un profesional apto para el procedimiento, y el proceso cumpla con los debidos requisitos y normativas municipales en cuanto a desalojo y reducir impactos ambientales generados por el mismo.

3.3. Propuesta presentada

Como propuesta de rehabilitación, planteamos el reforzamiento de columnas y vigas (encamisado, aumentando la sección de hormigón y la sección de acero).

3.3.1. Encamisado en vigas y columnas

Este proceso de rehabilitación consiste en añadir una capa de acero (a manera de reforzamiento longitudinal y transversal) alrededor de la columna y viga existentes, el cual estará debidamente armado y anclado al elemento ya existente; y rellenar el espacio con concreto, el cual por medio de un ligante, podrá adherirse al concreto antiguo. Esto proporciona una capa protectora que aumentará significativamente la capacidad de carga de la columna, proporcionando una mejoría en la resistencia a cargas de compresión en las columnas y resistencia a la deflexión en las vigas cargadoras.



Gráfico 3.16: Encamisado en viga y columna

Proceso de encamisado:

1. Como primer paso a tomar, se tendrá que aislar el elemento a través de apuntalamiento, con la finalidad de minimizar las cargas a las que esté sometidas el elemento a rehabilitar.



Gráfico 3.17: Ejemplo de apuntalamiento con estructura metálica de cualquier elemento a rehabilitar.

2. Se procede a retirar la capa de recubrimiento en el elemento a rehabilitar, con la finalidad de que la nueva capa de concreto pueda adherirse al núcleo del elemento afectado.



Gráfico 3.18: Retiramiento de la capa de recubrimiento.

3. Se procede a armar la estructura de acero que se empleará como reforzamiento del elemento estructural, las cuales serán sujetas al elemento ya existente por medio de sistema de anclajes.



Gráfico 3.19: Armado del refuerzo alrededor de la columna.

4. Posterior a ello se realizará la preparación de un mortero (ligante) especial que permitirá la adherencia del concreto nuevo al concreto antiguo.
5. Como siguiente paso se colocará un encoframiento que cumpla con las características (dimensiones) solicitadas para el nuevo elemento resultante.
6. Como último paso se procederá a verter el hormigón nuevo de una mayor resistencia a la requerida, el cual rellenará los espacios vacíos y una vez fraguado, dará como resultado una columna nueva que cumpla con los requerimientos solicitados.

Esquemas propuestos

Dentro de los esquemas propuestos en el presente proyecto, realizamos un aumento en la cantidad de acero con la finalidad de poder aumentar la resistencia a la flexión en los elementos y aumentamos la sección de la columna aumentando también la cantidad de hormigón en el elemento, proporcionando así una mayor resistencia a la compresión.

Para ello presentamos un reforzamiento en columnas que se basan en una distribución de acero longitudinal con varillas de $\text{Ø}18$ mm., repartidos en las cuatro caras alrededor de la columna, estribos con varillas de $\text{Ø}12$ mm., cada 10 cm en los nudos y en el centro del elemento con estribos de $\text{Ø}15$ mm a lo largo de la columna.

Cabe indicar que todo el reforzamiento de acero se encontrará sujeto por medio de anclajes en cada estribo que consisten en elementos de acero de 10 cm. con $\varnothing 12$ mm.

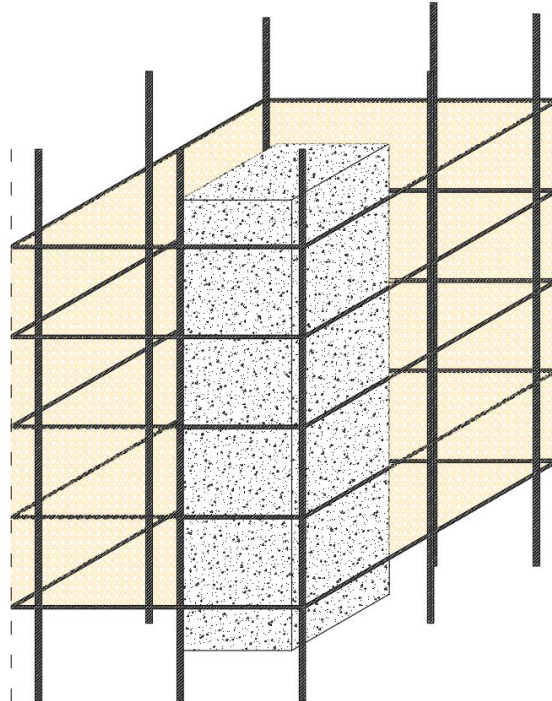


Gráfico 3.20: Columna reforzada, propuesta en 3D

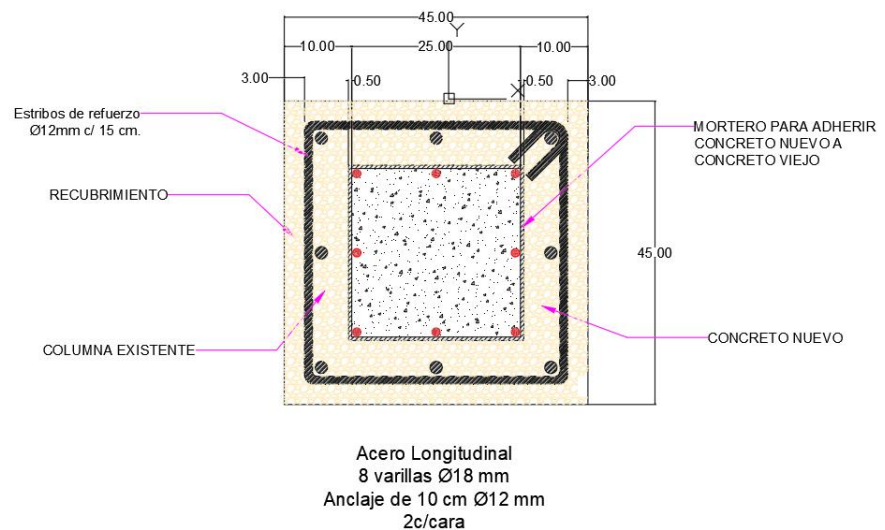


Gráfico 3.21: Sección de reforzamiento de columna con detalles de acero.

Por su parte, para el reforzamiento en vigas, realizamos una propuesta que consiste en una distribución de acero longitudinal con varillas de $\varnothing 12$ mm., repartidos en tres caras del elemento, cabe indicar que para el reforzamiento en las vigas se enfocará en la porción de viga que se encuentra fuera de la ocupación de la losa (teniendo en cuenta que para nuestro caso, sucederá en los 15 cm. inferior de la viga, el cual es la porción de viga que se encuentra visible sin ser oculto por la losa); estribos con varillas de $\varnothing 8$ mm., colocados cada 15 cm a lo largo de la viga. Cabe indicar que todo el reforzamiento de acero se encontrará sujeto por medio de anclajes que consisten en elementos de acero de 10 cm. con $\varnothing 12$ mm., en donde para los elementos de viga consistirán en dos anclajes por estribo en la cara inferior de la viga y un anclaje por estribo para cada cara lateral de la viga.

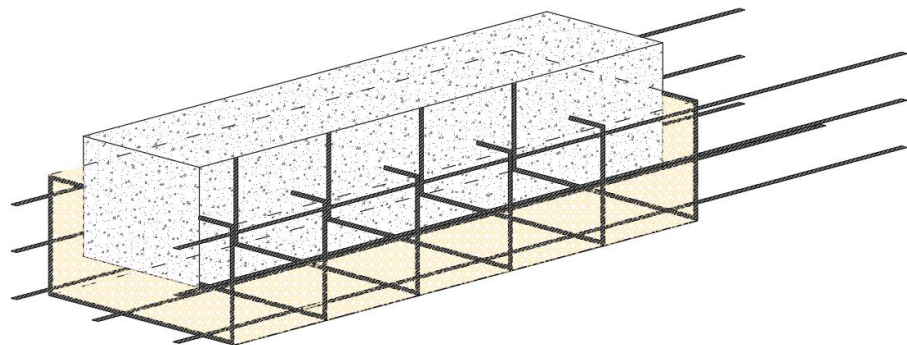


Gráfico 3.22: Viga reforzada, propuesta en 3D

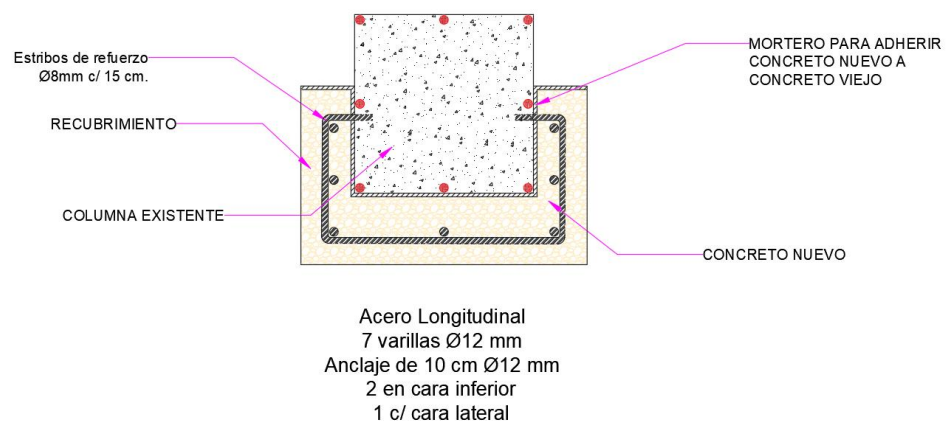


Gráfico 3.23: Sección de reforzamiento de vigas con detalles de acero.

Cabe indicar que para el proceso de instalación de los estribos en la viga, se empleara un acero en forma “U” con ganchos internos, de manera que a través de los ganchos pueda incrustarse en las caras laterales de la viga existente.

El proceso de la instalación de los estribos empieza por perforar las caras laterales de la viga (en donde ya tuvo que haberse retirado la capa de recubrimiento) con un taladro manual, realizando las perforaciones cada 15 cm., como siguiente paso se procederá a colocar ligante en las perforaciones resultantes, en donde posterior a ello se insertara los estribos (en forma de U) de manera que los ganchos internos del estribo quede sumergido dentro de la perforación y pueda adherirse junto con el ligante.

Como paso final, previo a la colocación del encofrado, se colocará elementos separadores (denominados como galletas) con la finalidad de mantener el espacio de recubrimiento que resultará en la viga rehabilitada.

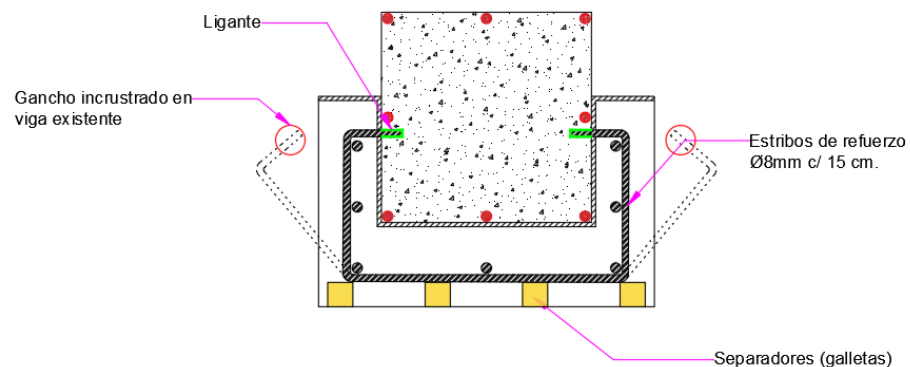


Gráfico 3.24: Proceso de Instalación de los estribos en la viga existente

Presupuesto Referencial de la Propuesta de Rehabilitación de Columnas y Vigas.

Para la elaboración del presupuesto referencial por elemento, se realizó el análisis en una columna tipo de 3 m., tomando en cuenta el proceso de rehabilitación ya indicado con anterioridad.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Ciente:	Lcdo. Miguel Vera				
Obra:	EDIFICIO RESIDENCIAL DE TRES PISOS				
Oferente:	Ing. Giordann Mera				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
REHABILITACIÓN DE COLUMNAS					
DERROCAMIENTOS DE ESTRUCTURAS					
1	Derrocamiento de recubrimiento	m ²	3,00	\$ 10,00	\$ 30,00
ACERO DE REFUERZO					
2	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm ² (Acero Longitudinal para encamisado)	kg	55,38	\$ 2,30	\$ 127,38
3	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm ² (Acero de Estribos)	kg	37,30	\$ 2,30	\$ 85,78
ANCLAJES PARA ENCAMISADO					
4	Anclaje con varilla de Ø12mm con inyeccion de resina	ml	32,00	\$ 27,12	\$ 867,84
ENCOFRADO DE ESTRUCTURAS					
5	Encofrado de Columnas	m ²	5,40	\$ 14,31	\$ 77,27
5	Apuntalamiento	m ²	4,00	\$ 27,63	\$ 110,52
ESTRUCTURAS DE HORMIGON					
6	Hormigon Columna f'c=420 kg/cm ² (Inc. Encofrado)	m ³	0,42	\$ 460,43	\$ 193,38
ADHERENTES					
7	Ligante de hormigones (Adibond -1, Betocryl - 14)	m ²	5,40	\$ 19,07	\$ 103,00
				COSTO DIRECTO	\$ 1.595,18
				COSTO INDIRECTO 20%	\$ 319,04
				COSTO TOTAL	\$ 1.914,22
Nota:	El costo unitario de \$1914,22 equivale a una columna de 3 m.				

Tabla 3.32 Presupuesto referencial de una columna tipo de 3m de longitud.

Cabe indicar que el valor resultante de \$1.914,22 dólares americanos, es correspondiente a una sola columna, por lo que para realizar un análisis total, se consideraría los elementos sometidos a un mayor esfuerzo (en base al paño o área de trabajo de esfuerzo al que se somete la columna) dando como resultado a las columnas A2, B2, A3, B3, A4, B4, A5, B5, A7 y B7 (véase anexo: Levantamiento de Datos), tomando en cuenta a los 3 pisos como rehabilitación, arrojará un total de **\$57.426,46** dólares americanos.

Por su parte, para la elaboración del presupuesto referencial de la viga, se realizó el análisis en una viga tipo de 3.30 m., tomando en cuenta el proceso de rehabilitación ya indicado con anterioridad.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Cliente:	Lcdo. Miguel Vera				
Obra:	EDIFICIO RESIDENCIAL DE TRES PISOS				
Oferente:	Ing. Giordann Mera				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
REHABILITACIÓN DE VIGAS					
DERROCAMIENTOS DE ESTRUCTURAS					
1	Derrocamiento de recubrimiento	m ²	2,18	\$ 10,00	\$ 21,78
ACERO DE REFUERZO					
2	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm ² (Acero Longitudinal para encamisado)	kg	21,54	\$ 2,30	\$ 49,54
3	Acero de refuerzo f'y=4200kg/cm ² (Acero de Estribos)	kg	19,91	\$ 2,30	\$ 45,79
ANCLAJES PARA ENCAMISADO					
4	Anclaje con varilla de Ø12mm con inyeccion de resina	ml	9,60	\$ 27,12	\$ 260,35
ENCOFRADO DE ESTRUCTURAS					
5	Encofrado de Vigas	m ²	2,97	\$ 14,31	\$ 42,50
6	Apuntalamiento	m ²	6,60	\$ 27,63	\$ 182,36
ESTRUCTURAS DE HORMIGON					
7	Hormigon Columna f'c=420 kg/cm ² (Inc. Encofrado)	m ³	0,45	\$ 460,43	\$ 207,19
ADHERENTES					
8	Ligante de hormigones (Adibond -1, Betocryl - 14)	m ²	1,82	\$ 19,07	\$ 34,62
COSTO DIRECTO					\$ 844,13
COSTO INDIRECTO 20%					\$ 168,83
COSTO TOTAL					\$ 1.012,96
Nota:	El costo unitario de \$1012,96 equivale a una viga de 3.30 m.				

Tabla 3.33: Presupuesto referencial de una viga tipo de 3.3m de longitud.

Cabe indicar que el valor resultante de \$1.012,96 dólares americanos, es correspondiente a una sola viga, por lo que para realizar un análisis total, se consideraría los elementos sometidos a un mayor esfuerzo (en base al área de trabajo de mayor esfuerzo al que se somete la viga) dando como resultado a las vigas A2-B2, A3-B3, A4-B4, A5-B5 y A7-B7 (véase anexo: Levantamiento de Datos), tomando en cuenta a los 3 pisos como rehabilitación, arrojará un total de **\$15.194,35** dólares americanos.

Ahora, como alternativa en relación a costos/seguridad, se realizó un presupuesto referencial correspondiente a la demolición total de la edificación.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Ciente:	Lcdo. Miguel Vera				
Obra:	EDIFICIO RESIDENCIAL DE TRES PISOS				
Oferente:	Ing. Giordann Mera				
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
DEMOLICIÓN					
DERROCAMIENTO EN LOSAS ARMADAS					
1	Derrocamiento de Contrapiso	m ³	14,96	\$ 254,34	\$ 3.803,81
2	Derrocamiento de Losa de Planta Baja	m ³	33,35	\$ 254,34	\$ 8.480,97
3	Derrocamiento de Losa de Planta Baja	m ³	33,57	\$ 254,34	\$ 8.538,83
4	Derrocamiento de Losa de Planta Baja	m ³	33,57	\$ 254,34	\$ 8.538,83
DERROCAMIENTO EN PAREDES DE MAMPOSTERÍA					
5	Paredes Externas en Planta Baja	m ³	27,16	\$ 21,21	\$ 576,06
6	Paredes Internas en Planta Baja	m ³	8,53	\$ 21,21	\$ 180,85
7	Paredes Externas en Primera Planta Alta	m ³	26,82	\$ 21,21	\$ 568,85
8	Paredes Internas en Primera Planta Alta	m ³	12,46	\$ 21,21	\$ 264,28
9	Paredes Externas en Segunda Planta Alta	m ³	18,77	\$ 21,21	\$ 398,11
10	Paredes Internas en Segunda Planta Alta	m ³	12,25	\$ 21,21	\$ 259,82
11	Paredes Externas en Terraza	m ³	8,61	\$ 21,21	\$ 182,62
12	Paredes Internas en Terraza	m ³	1,05	\$ 21,21	\$ 22,27
DERROCAMIENTO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES					
13	Columnas	m ³	5,48	\$ 73,80	\$ 404,75
14	Vigas	m ³	18,25	\$ 73,80	\$ 1.346,85
15	Zapatas Corridas	m ³	22,56	\$ 88,27	\$ 1.991,37
DESMONTAJE DE CUBIERTA					
15	Desmontaje de cubierta (incl. estructura)	m ²	34,75	\$ 9,23	\$ 320,74
DESALOJO					
16	ESCOMBRO DE LOSAS	m ³	115,45	\$ 13,31	\$ 1.536,58
17	ESCOMBRO DE MAMPOSTERÍA	m ³	115,65	\$ 13,31	\$ 1.539,26
18	ESCOMBRO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	m ³	46,29	\$ 13,31	\$ 616,18
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
19	EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	m ³	1,00	\$ 1.140,00	\$ 1.140,00
				COSTO DIRECTO	\$ 40.711,03
				COSTO INDIRECTO	20% \$ 8.142,21
				COSTO TOTAL	\$ 48.853,23

Tabla 3.34: Presupuesto referencial correspondiente a la demolición total de la edificación.

Como valor total en la demolición de la edificación se analizó un presupuesto referencial de **\$48.853,23** dólares americanos.

CAPÍTULO IV.

REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias

- Argudo, J. (30 de Noviembre de 2017). *Ingeniería Geotécnica, Sísmica y Estructural*.
Obtenido de Jaime Argudo: <https://www.jaimeargudo.com/>
- Awad, R. R. (2006). Análisis y diseño sísmico de edificios. En R. R. Awad, *Análisis y diseño sísmico de edificios*. Bogotá.
- COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES . (2010). *El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica
- DAVID, A. U. (2016). *ANÁLISIS DE VIVIENDAS INFORMALES, CONSIDERANDO EL PERÍODO DE VIDA ÚTIL PARA SU FUNCIONABILIDAD. CASO BARRIO NUEVO PILO, CANTÓN MACHALA*. Machala: UTMACH.
- Espín Albán, B. L., & Tinoco Clavijo, R. A. (2020). Análisis por desempeño en la ampliación de edificaciones construidas de manera informal en el barrio San Juan de la ciudad de Quito. En B. L. Espín Albán, & R. A. Tinoco Clavijo, *Análisis por desempeño en la ampliación de edificaciones construidas de manera informal en el barrio San Juan de la ciudad de Quito*. Quito: Quito: UCE.
- INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL. (21 de MARZO de 2011). *IGEPN*. Obtenido de INSTITUTO GEOFÍSICO DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/381-la-informalidad-en-la-construcci%C3%B3n-es-el-mayor-riesgo-en-un-terremoto>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2019). *Manual para la Regulación de Procesos Constructivos: Enfoque en Construcciones Sismorresistentes*. Quito: Primera Edición.
- Rojas , H., Yaguana, A., & Baculima, F. (2022). *HERRAMIENTA PARA REVISIÓN DIGITAL Y CAPTACIÓN DE DATOS DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador.

4.2. Anexos

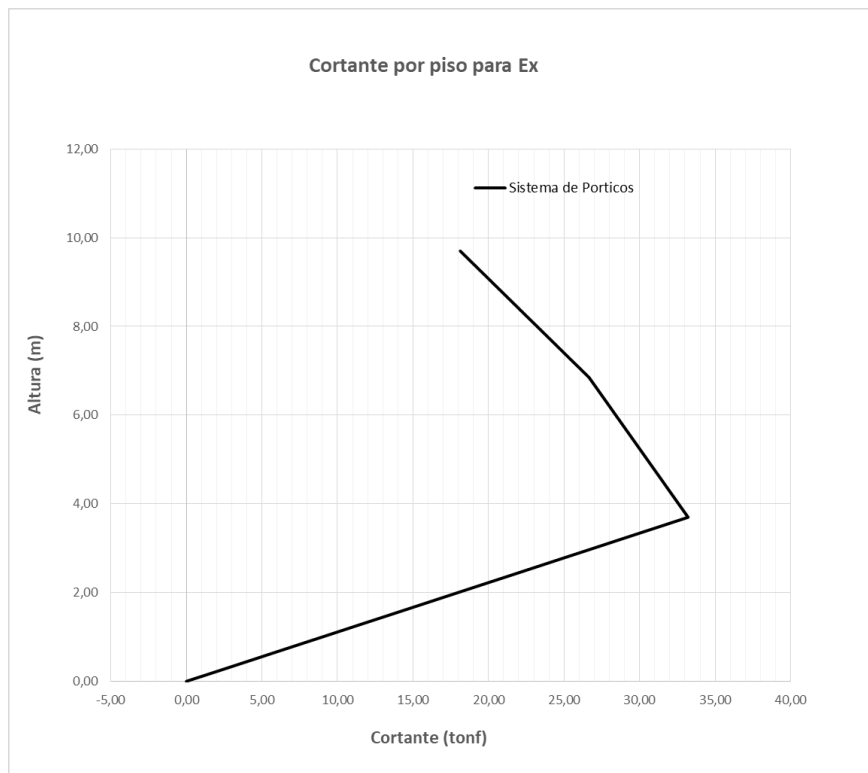


Gráfico 4.25: Cortante por piso para sentido Ex

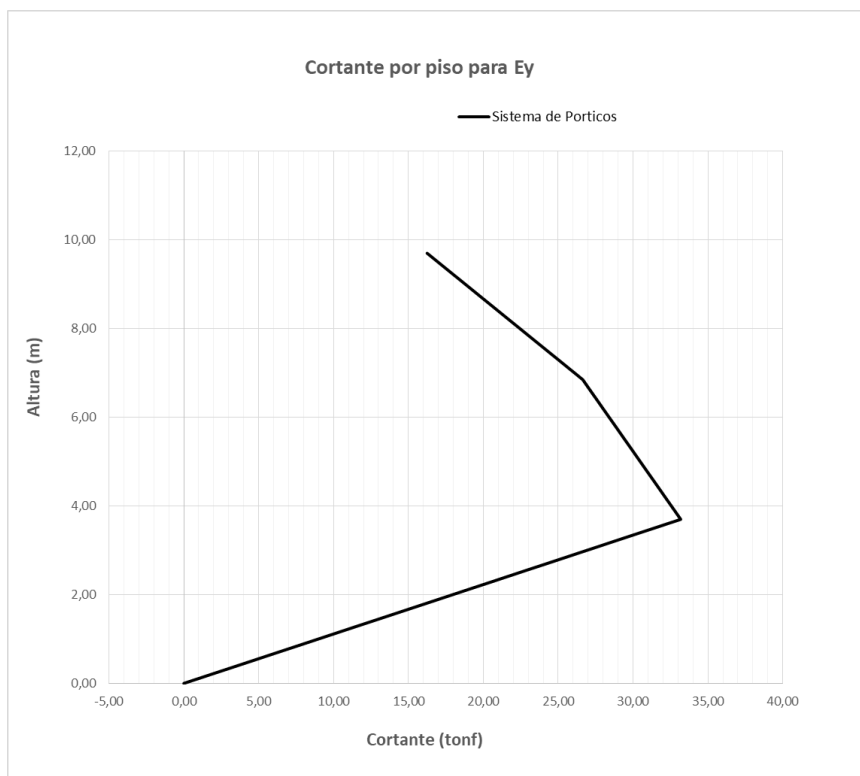


Gráfico 4.26: Cortante por piso para sentido Ey

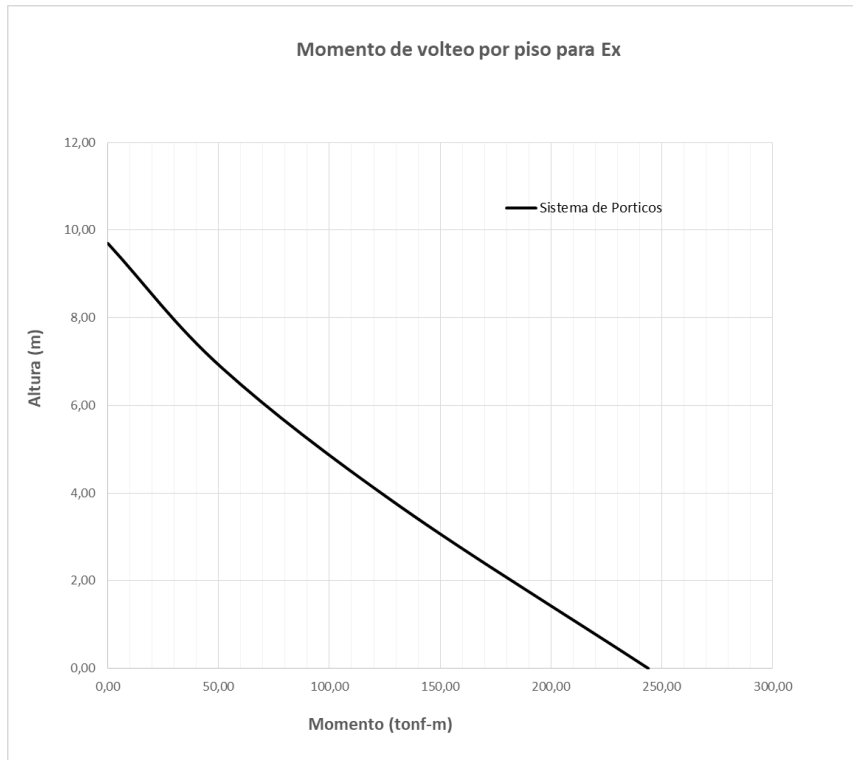


Gráfico 4.27: Momento de volteo por piso para sentido Ex

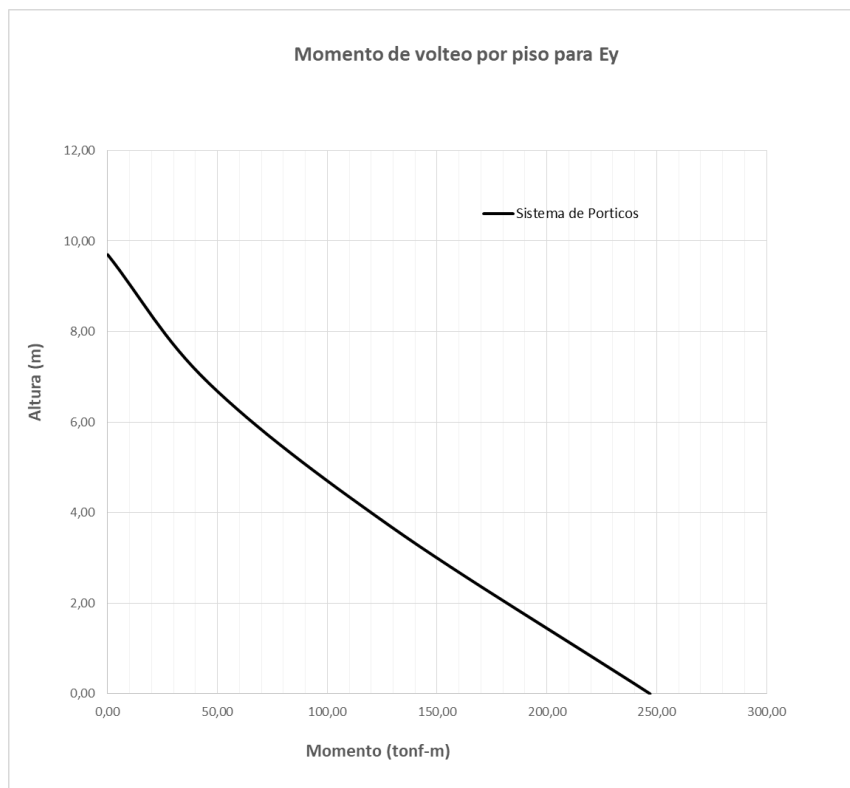


Gráfico 4.28: Momento de volteo por piso para sentido Ey

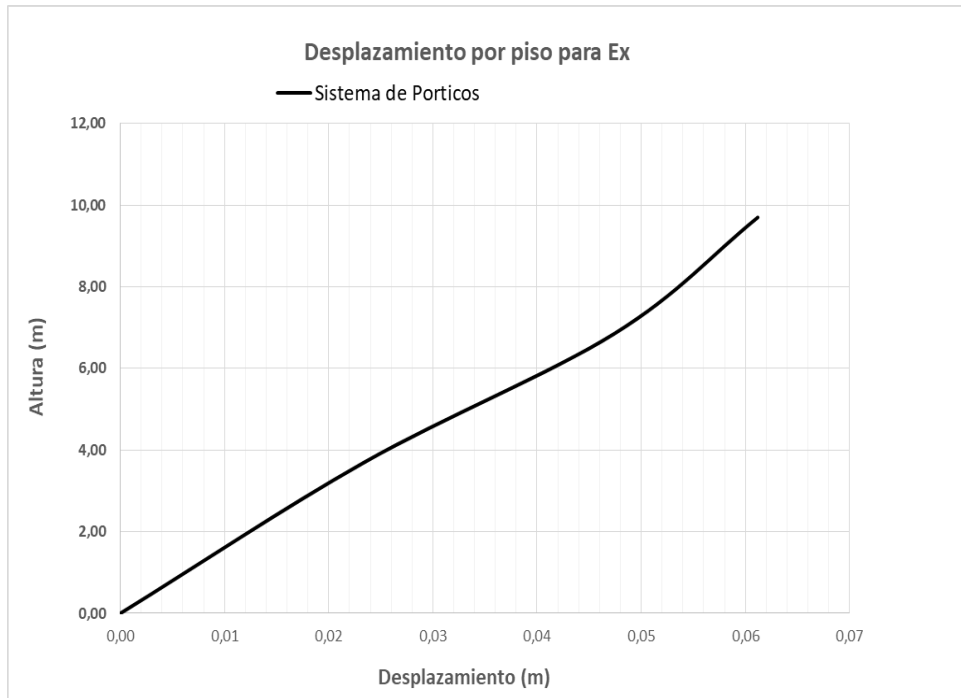


Gráfico 4.29: Desplazamientos por Piso para sentido Ex

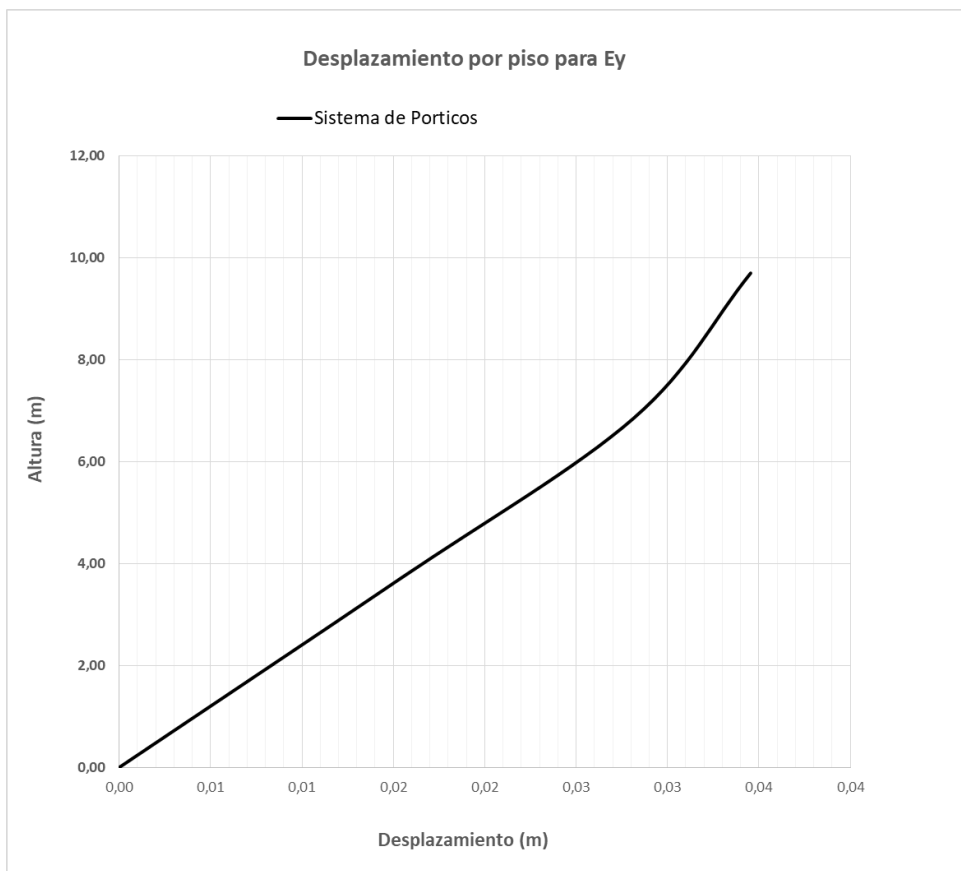


Gráfico 4.30: Desplazamientos por Piso para sentido Ey

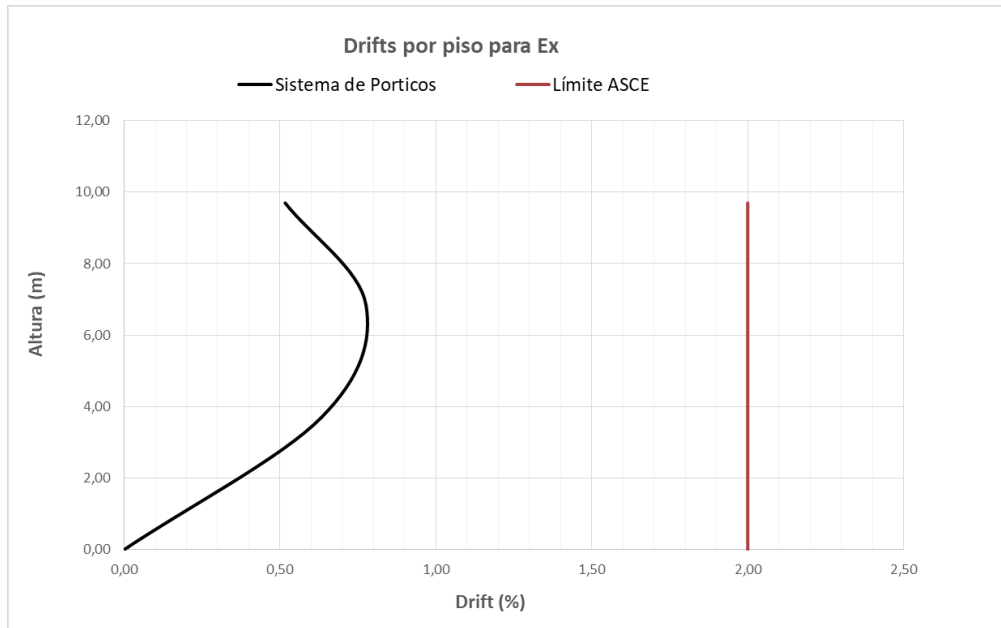


Gráfico 4.31: Drifts por piso para Ex

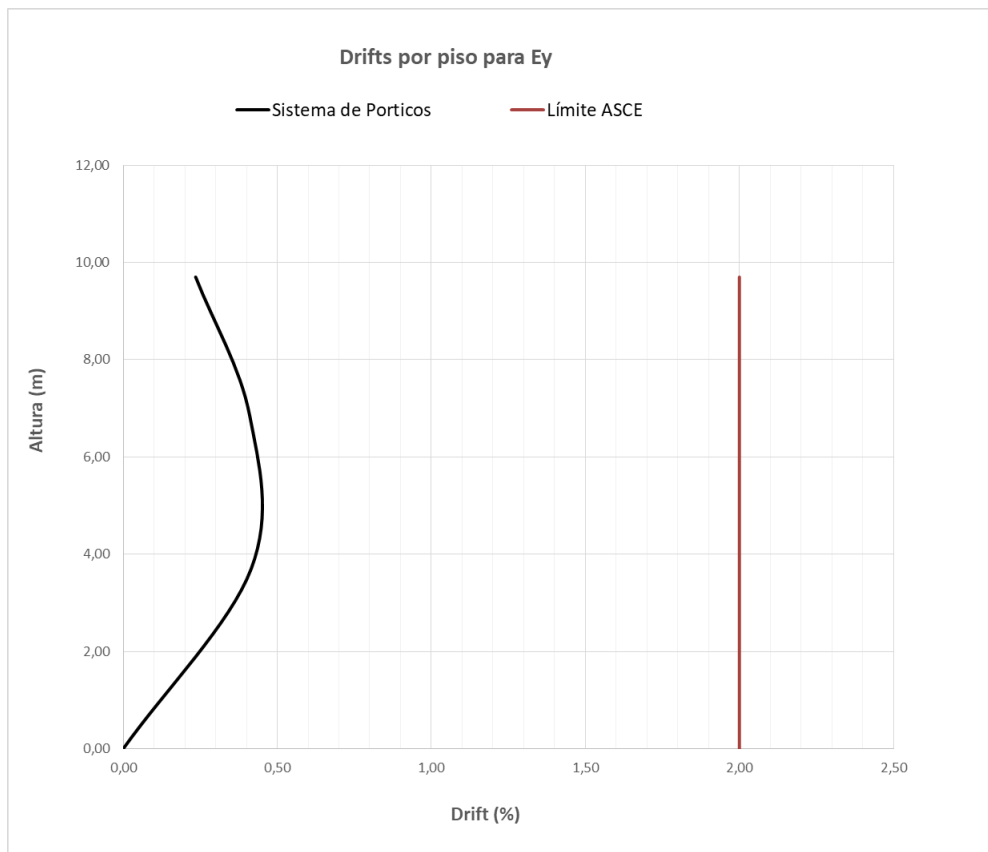


Gráfico 4.32: Drifts por piso para Ey

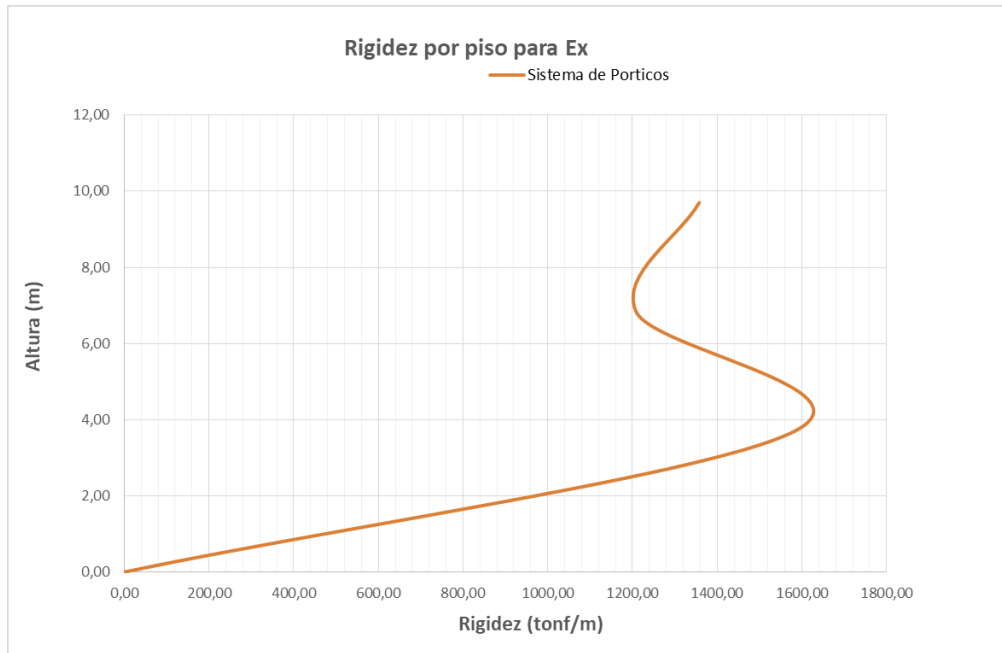


Gráfico 4.33: Rigidez por piso para sentido Ex

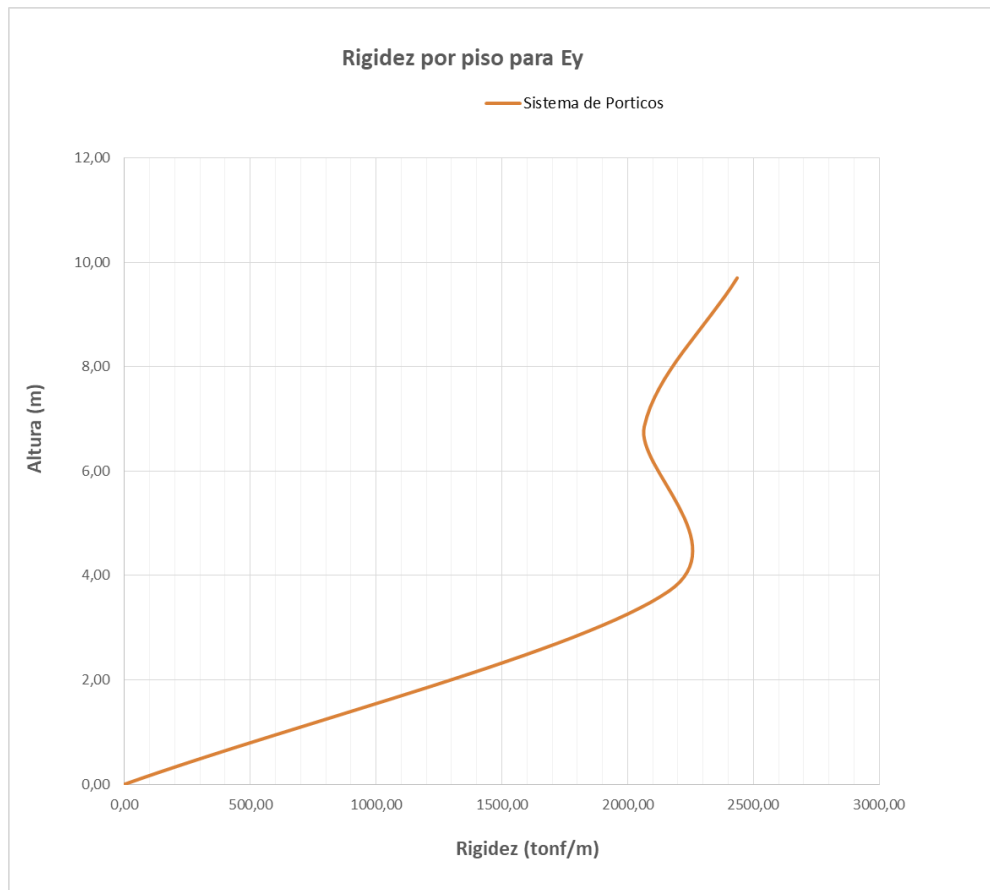
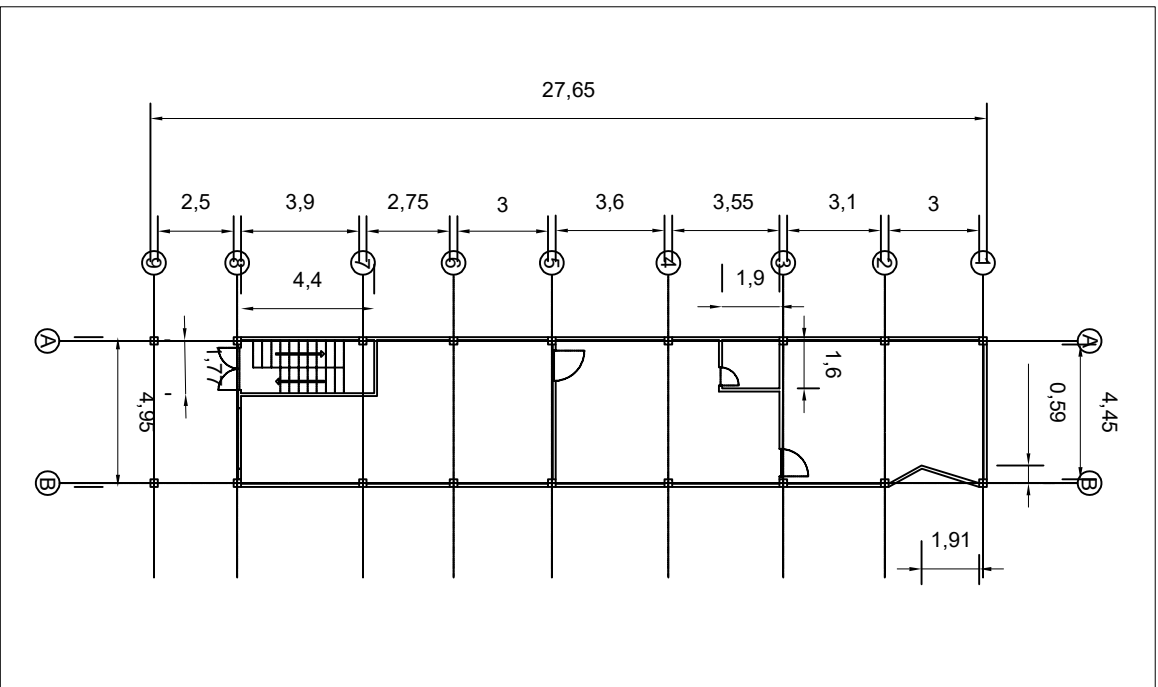
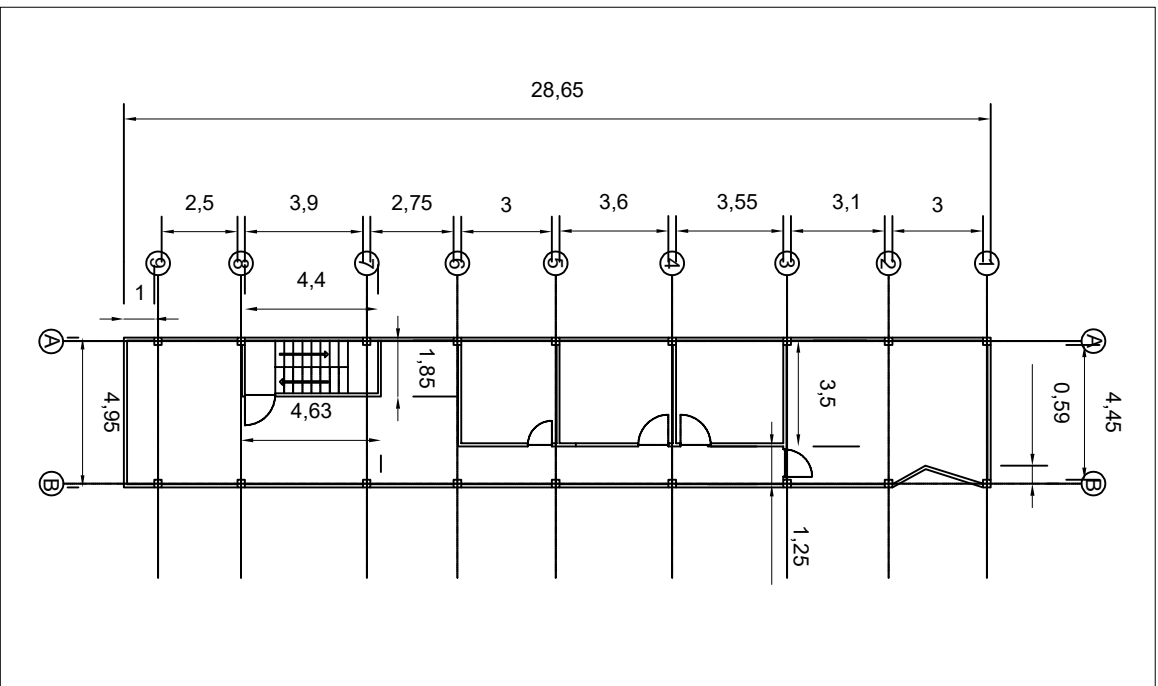


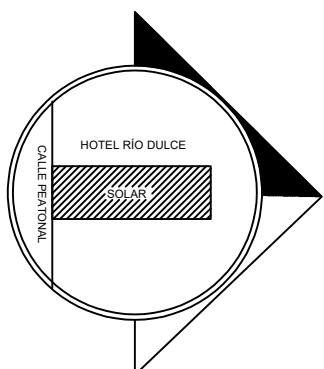
Gráfico 4.34: Rigidez por piso para sentido Ey



PLANTA BAJA



1ª PLANTA ALTA



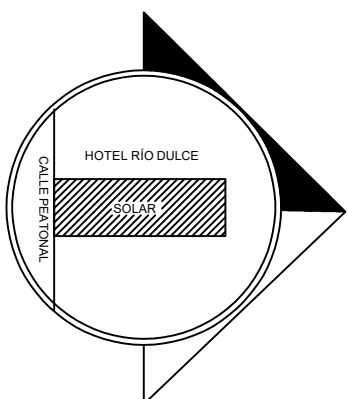
UBICACION	
PROVINCIA:	LOS RIOS
CANTON:	BABAHOYO
PARRROQUIA:	CAMILO PONCE ENRIQUENZ
CALLES:	MALECON Y JUAN MONTALVO

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ESTRUCTURA =	HORMIGON ARMADO
PISO =	HORMIGON SIMPLE
SOBRE PISO =	CERAMICA
PAREDES =	BLOQUE
CUBIERTA =	LOSA DE HORMIGON
VENTANAS =	ALUMINIO Y VIDRIO
PUERTAS =	MADERAMETALICA
ACABADOS =	PINTURA CAUCHO

RESIDENCIAL	
OBRA:	

DIBUJANTE	LEVANTAMIENTO
ESCALA	DE DATOS
4:1	
FECHA	LAMINA
Marzo 2024	A1/1



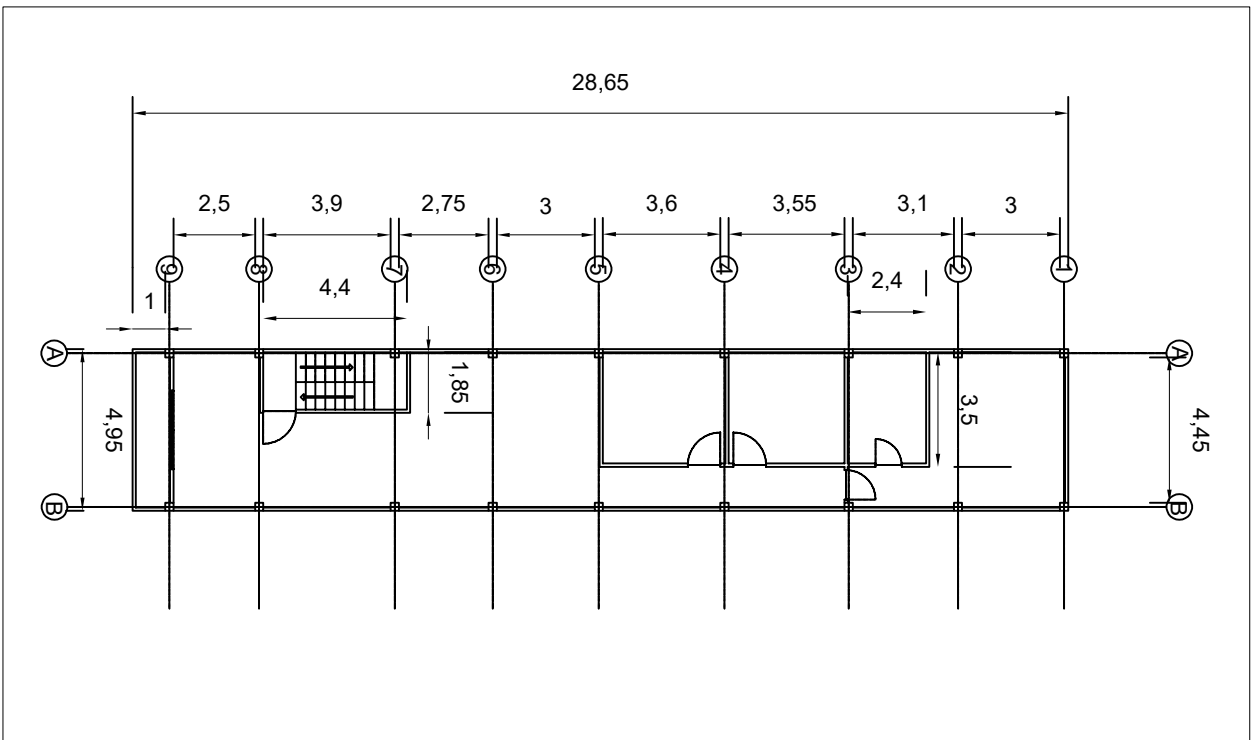
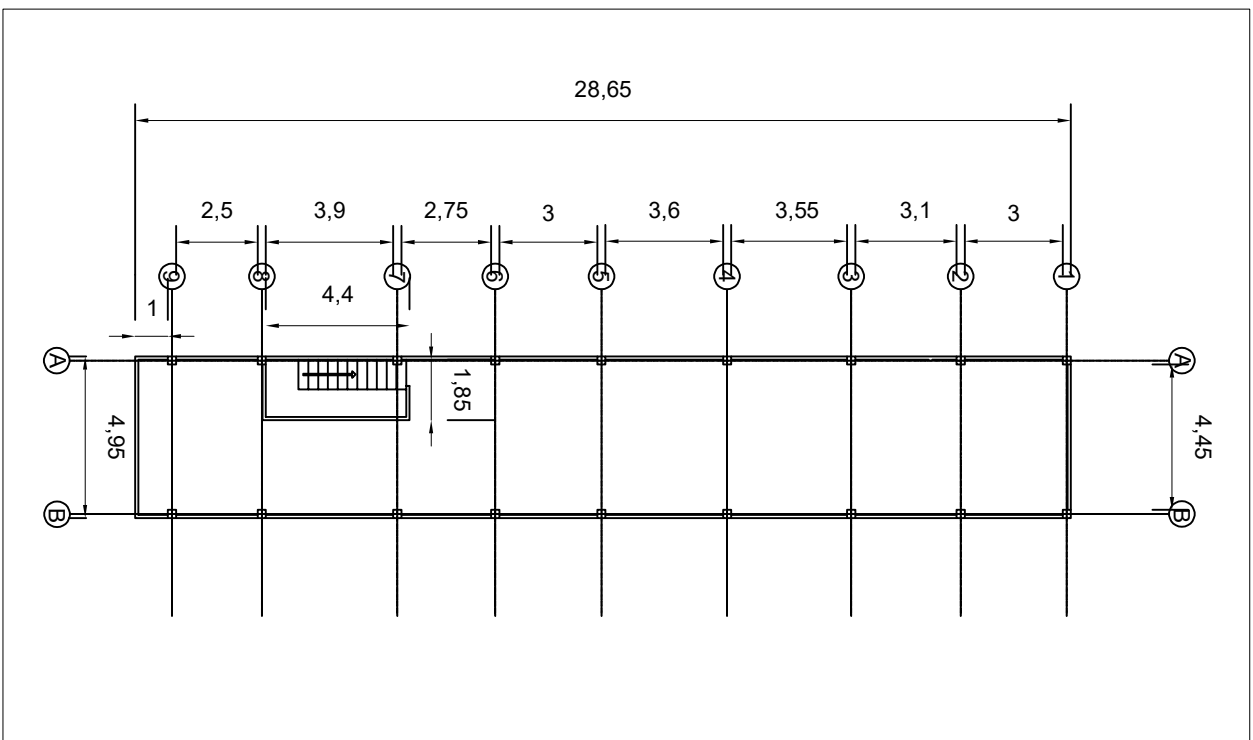


UBICACION	
PROVINCIA:	LOS RÍOS
CANTON:	BABAHoyo
PARRROQUIA:	CAMILLO PONCE ENRIQUEZ
CALLES:	MALECON Y JUAN MONTALVO

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ESTRUCTURA =	HORMIGON ARMADO
PISO =	HORMIGON SIMPLE
SOBRE PISO =	CERAMICA
PAREDES =	BLOQUE
CUBIERTA =	LOSA DE HORMIGON
VENTANAS =	ALUMINIO Y VIDRIO
PUERTAS =	MADERAMETALICA
ACABADOS =	PINTURA CAUCHO

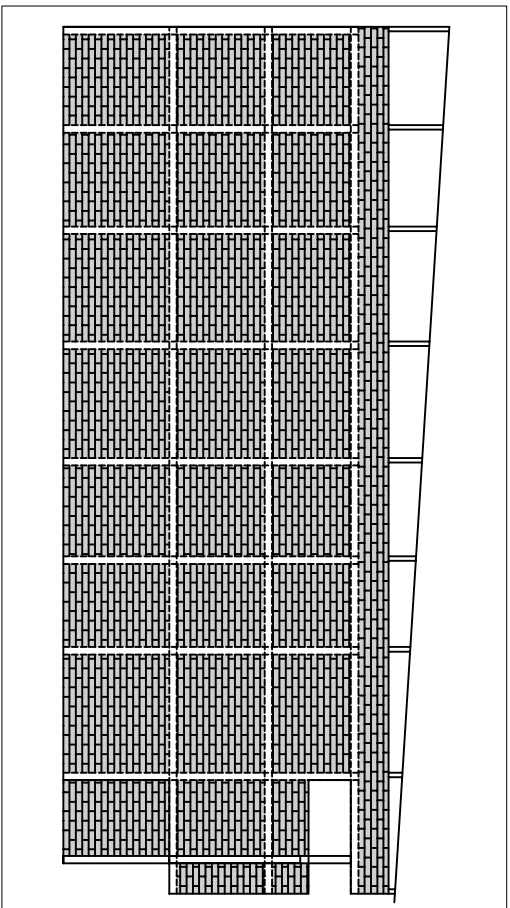
RESIDENCIAL	
OBRA:	
DIBUJANTE	LEVANTAMIENTO DE DATOS

ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
4:1	Marzo 2024	A1/2
Ing. Gordon Mesa Vaziri		



2° PLANTA ALTA

TERRAZA CUBIERTA

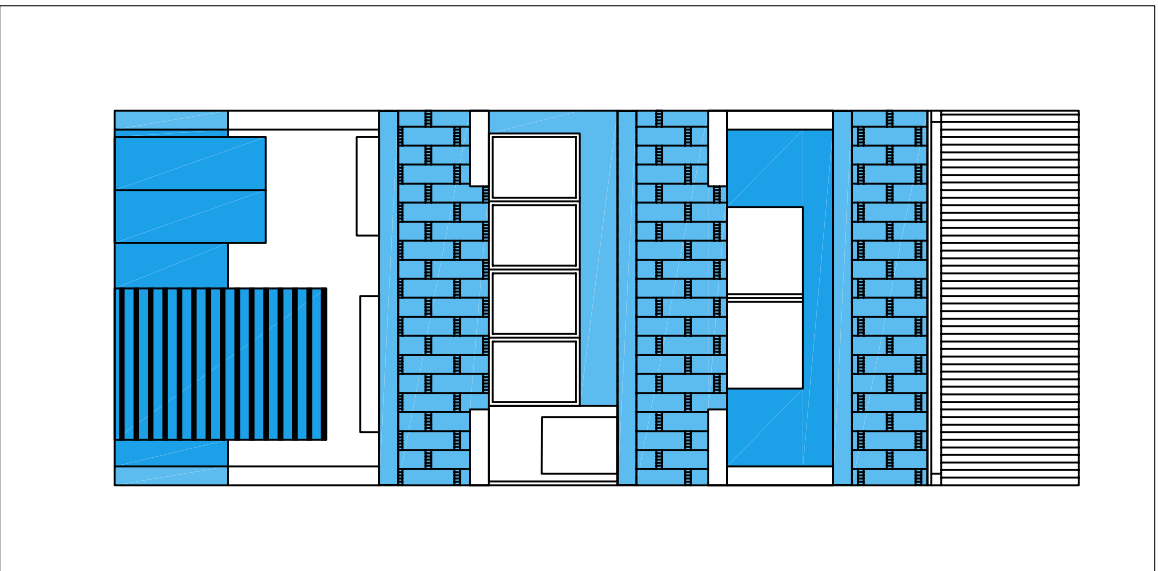


VISTA LATERAL



ESCALA

4:1

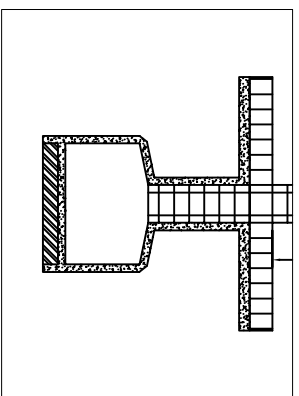
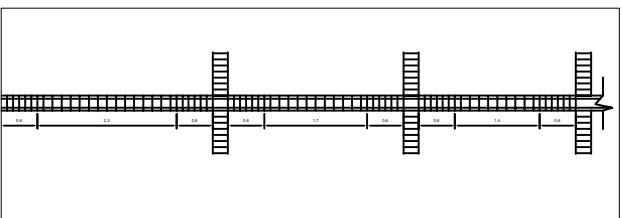


FACHADA

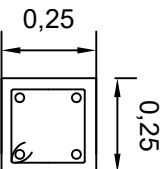


ESCALA

10:1

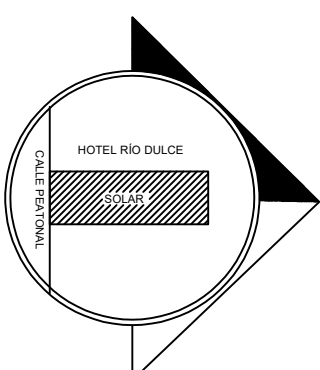


4Ø 12 mm.
1 E Ø 10 mm. @ 10 y 15 cm.



UBICACION

PROVINCIA: LOS RIOS
CANTON: BAHUHO
PARROQUIA: CAMILO PONCE ENRIQUETZ
CALLES: MALECÓN Y JUAN MONTALVO



ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESTRUCTURA = HORMIGON ARMADO
PISO = HORMIGON SIMPLE
SOBRE PISO = CERAMICA
PAREDES = BLOQUE
CUBIERTA = LOSA DE HORMIGON
VENTANAS = ALUMINIO Y VIDRIO
PUERTAS = MADERA/METALICA
ACABADOS = PINTURA CAUCHO

RESIDENCIAL

OBRA:

DIBUJANTE

Fig. Gerardo Rivera Vidri

LEVANTAMIENTO

DE DATOS

INDICADAS

FECHA:
Marzo 2024

LAMINA
A1/2