



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar  
de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit -  
Chachapoyas – 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Horna Culqui, Nerly Ronel (orcid.org/0000-0001-8521-2480)

**ASESOR:**

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (orcid.org/0000-0001-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CHICLAYO - PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

A mi querida madre, Nita Jesús Culqui Valle, por su paciencia, por amor infinito hacia mi persona, por confiar ciegamente en mi e impulsarme siempre en el cumplimiento de mis metas

A mis hermanos: Jhonny Amado y Juan Adolfo, quienes me estimulan siempre a no rendirme y seguir buscando objetivos claros para un mejor futuro.

Agradezco profundamente a mi amada esposa Heidy Novoa, quien ha sido mi fiel compañera en todo momento. Su constante apoyo y motivación han sido fundamentales en este proceso, ella ha sido la luz que ha guiado mi camino y el soporte que me ha mantenido firme en momentos difíciles. Gracias a ella, he encontrado la fuerza y la confianza necesarias para seguir adelante, incluso en los momentos más complicados. Su amor incondicional, su amistad, su confianza y su compromiso han sido esenciales para culminar esta tesis. Pero sobre todo, agradezco por haberme dado a Jimena Samikay y Adriel Jesús, quienes han sido mi mayor inspiración y la razón por la que he enfrentado este reto con determinación.

A todos mis amigos que me alentaron a cumplir esta nueva meta.

NERLY RONEL

## **Agradecimiento**

Primordialmente, quiero agradecer a Dios por su constante presencia y apoyo incondicional en todo momento. Él ha sido mi luz en momentos de oscuridad, mi esperanza en tiempos de incertidumbre, mi perseverancia cuando parecía que todo estaba perdido y mi fe cuando la duda se presentaba.

A mi amada esposa, Heidy Novoa, porque con sus palabras me ha animado a seguir adelante incluso cuando las cosas se ponían difíciles. En los momentos de desvelo y cansancio, su aliento me ha dado las fuerzas necesarias para continuar y en los momentos en que perdía el rumbo, ella me ha guiado hacia el camino correcto

Al Ing. Gustavo Adolfo, Aybar Arriola, mi asesor de Tesis, por sus sabios consejos, por su guía, su paciencia, sus comentarios y apoyo para poder realizar y culminar este trabajo.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron con el desarrollo y culminación del presente trabajo.

NERLY RONEL

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Indice de Figuras.....	viii
Indice de imágenes .....	ix
Resumen.....	xi
Abstract .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	3
1.4. Justificación de la investigación .....	4
1.5. Objetivos .....	4
1.6. Hipótesis .....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.1.1. A nivel Internacional.....	6
2.1.2. A nivel Nacional .....	8
2.1.3. A nivel Local.....	11
2.2. Bases teóricas.....	11
2.1.1. Software para practicar análisis y diseño estructural .....	11
2.1.2. Autodesk Revit.....	12
2.1.3. Robot Structural Analysis Professional .....	13
2.3. Enfoques conceptuales .....	14
2.3.1. Topografía.....	14
2.3.2. Estudio de suelos.....	14
2.3.3. Arquitectura.....	14
2.3.4. Albañilería confinada .....	15
2.3.5. Estructuración y predimensionamiento .....	20

2.3.6. Medrado de Cargas .....	20
2.3.7. Diseño Estructural.....	20
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.4.1. Técnicas.....	23
3.4.2. Instrumentos .....	23
3.5. Procedimientos .....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos .....	25
IV. RESULTADOS .....	26
V. DISCUSIÓN.....	90
VI. CONCLUSIONES.....	91
VII. RECOMENDACIONES .....	96
REFERENCIAS.....	98

## Índice de tablas

Tabla N° 1: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	18
Tabla N° 2 : Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales .....	19
Tabla N° 3: Resistencias características de la albañilería Mpa (kg / cm <sup>2</sup> ) .....	19
Tabla N° 4: Lista de instrumentos de recolección de datos. ....	23
Tabla N° 5: Coordenadas del terreno del proyecto.....	30
Tabla N° 6: Datos para Calcular el cumplimiento de densidad de muro.....	35
Tabla N° 7: Densidad de muros en dirección X.....	35
Tabla N° 8: Densidad de muros en dirección Y.....	36
Tabla N° 9: Listado de estructuras del primer piso .....	47
Tabla N° 10: Listado de estructuras del segundo al cuarto piso.....	52
Tabla N° 11: Clasificación de suelos .....	53
Tabla N° 12: Capacidad de carga admisible.....	53
Tabla N° 13: Resultados del estudio .....	54
Tabla N° 14: Espectro de sismo de la ciudad de Chachapoyas.....	66
Tabla N° 15: Cálculo de masa participante .....	68
Tabla N° 16: Control de derivas de entre piso en dirección en X.....	71
Tabla N° 17: Control de derivas de entre piso en dirección en Y.....	72
Tabla N° 18: Datos de muros de albañilería .....	73
Tabla N° 19: Verificación por aplastamiento 100% carga muerta más 100% carga viva.....	74
Tabla N° 20: Verificación por fisuración de muros en eje x.....	76
Tabla N° 21: Verificación por fisuración de muros en eje y.....	77
Tabla N° 22: corte del edificio en eje x.....	79
Tabla N° 23: corte del edificio en eje y.....	80
Tabla N° 24: Estimación de fuerzas para diseño de muros en eje x .....	82
Tabla N° 25: Estimación de fuerzas para diseño de muros en eje y .....	83
Tabla N° 26: Necesidad de colocar refuerzo horizontal en eje x.....	84

Tabla N° 27: Necesidad de colocar refuerzo horizontal en eje y.....	85
Tabla N° 28:Calculo de reforzamiento .....	85
Tabla N° 29: Diseño de elementos de confinamiento de muros.....	87

## Índice de Figuras

Figura N° 1:Plano paramétrico – ubicación – localización.....	27
Figura N° 2: Esquema de ladrillo King Kong .....	30
Figura N° 3: topografía del terreno .....	31
Figura N° 4: Plano de Arquitectura realizado en el programa de Autocad .....	40



## Índice de imágenes

Imagen N° 1: Vista panorámica de la ciudad de Chachapoyas.....	2
Imagen N° 2: Desplomo de vivienda en la ciudad de Chachapoyas causado por sismo ocurrido en Noviembre del 2021 .....	2
Imagen N° 3: Vivienda construida sin un previo diseño estructural en la localidad de Chachapoyas .....	2
Imagen N° 4: Figura extraída de REVIT, representa al diseño arquitectónico que corresponde al primer piso.....	41
Imagen N° 5: Figura extraída de REVIT, representa al diseño arquitectónico que corresponde al segundo, tercer y cuarto piso.....	42
Imagen N° 6: Plano de Arquitectura en vista lateral del primero piso realizado en el programa de Revit.....	43
Imagen N° 7: Plano de Arquitectura en vista lateral del segundo, tercer y cuarto piso realizado en el programa de Revit.....	44
Imagen N° 8: Plano de Arquitectura en vista lateral de todo el edificio realizado en el programa de Revit.....	45
Imagen N° 9: Barra de herramientas de revit .....	46
Imagen N° 10: Fotografía de calicata para estudio de mecánica de suelo.....	56
Imagen N° 11: Vista de capas de suelo del terreno para proyecto.....	56
Imagen N° 12: Fotografía de muestreo de suelo.....	57
Imagen N° 13: Fotografía de muestreo de suelo.....	57
Imagen N° 14: Datos a usar en cimiento corrido.....	58
Imagen N° 15: Armadura de sobrecimiento armado de 15x40cm .....	59
Imagen N° 16: Armadura de sobrecimiento armado de 24x40cm .....	59
Imagen N° 17: Configurar materiales .....	61
Imagen N° 18: Configura material de concreto a utilizar en el diseño .....	62
Imagen N° 19: Configura material de albañilería a utilizar en el diseño .....	62
Imagen N° 20: Plano de arquitectura extraído de autocad.....	63
Imagen N° 21: Parametrización de columnas y vigas .....	64
Imagen N° 22: Parametrización de muros, losas y escalera .....	64
Imagen N° 23: Carga muerta .....	64

Imagen N° 24: Carga Viva.....	65
Imagen N° 25: parámetros de análisis espectral .....	69
Imagen N° 26: Definición de espectro .....	70
Imagen N° 27: Definición de la excentricidad de las masas.....	70
Imagen N° 28: Control de derivas de entre piso en dirección en X .....	71
Imagen N° 29: Control de derivas de entre piso en dirección en Y .....	72
Imagen N° 30: Vista de cortantes de entrepiso en toda la edificación en dirección X	79
Imagen N° 31: Vista de cortantes de entrepiso en toda la edificación en eje y .....	80
Imagen N° 32: Vista en planta de reforzamiento primer piso .....	86
Imagen N° 33: Fuerzas internas en columnas de confinamiento .....	86

## Resumen

El proyecto tiene como objetivo general desarrollar la propuesta de diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit. La investigación es de tipo descriptiva, diseño no experimental. De acuerdo a los resultados el tipo de suelo que presenta es arenas arcillosas, con una capacidad portante de  $0.68 \text{ kg/cm}^2$  y un peso específico del suelo de  $1.653 \text{ gr/cm}^3$ ; en cuanto al predimensionamiento de los elementos estructurales del edificio se tiene una losa aligerada de dos direcciones de 25 cm, con vigas principales de  $25 \times 30 \text{ cm}$  y vigas secundarias de  $40 \times 25 \text{ cm}$ , se consideran 3 tipos de columnas de  $13 \times 25 \text{ cm}$ ,  $24 \times 24 \text{ cm}$  y  $13 \times 13 \text{ cm}$ . El sistema estructural es a base de muros de albañilería confinada. Como resultados del análisis sísmico se tiene un factor Z (0.25) un tipo de suelo (S2) con factor de suelo ( $S=1.2$ ), la categoría de la edificación ( $U=1.00$ ) y el factor de reducción en ambas direcciones es ( $R=3.00$ ); al hacer verificación por aplastamiento en todos los muros; por fisuración de muros; por corte del edificio y por fuerzas de diseño de la albañilería se cumple con los parámetros de diseño de albañilería confinada; por otro lado al evaluar la necesidad de colocar refuerzo horizontal, se evidencio que los muros no requieren refuerzo horizontal, salvo los muros del primer piso que por norma, es necesario colocarlos; los elementos de confinamiento de muros como las columnas, requerirán 4 fierros de 8 mm en el eje vertical al igual que las vigas, el estribo será mínimo @6, 1@5, 4@10 y r@25cm tanto en columnas como en vigas. El uso de los softwares Autodesk Robot Structural y Revit puede mejorar significativamente la eficiencia y la productividad en el diseño y análisis de estructuras. Revit es útil para proyectos preliminares y permite una medición rápida, mientras que Robot Structural proporciona resultados precisos y permite a los ingenieros determinar rápidamente la mejor solución estructural.

**Palabras clave:** Robot structural, Revit, análisis estructural, edificio.

## Abstract

The general objective of the project is to develop the structural design proposal for a 4-story multi-family housing building using Robot Structural and Revit Software. The research is descriptive, a non-experimental design. According to the results, the type of soil that it presents is clayey sands, with a bearing capacity of 0.68 kg/cm<sup>2</sup> and a specific weight of the soil of 1.653 gr/cm<sup>3</sup>; Regarding the pre-dimensioning of the structural elements of the building, there is a lightened slab of two directions of 25 cm, with main beams of 25 x 30 cm and secondary beams of 40 x 25 cm, are considered 3 types of columns of 13 x 25 cm , 24 x 24 cm and 13 x 13 cm . The structural system is based on confined masonry walls. As results of the seismic analysis, there is a Z factor (0.25), a type of soil (S2) with a soil factor (S=1.2), the category of the building (U=1.00) and the reduction factor in both directions is ( R=3.00); when checking for crushing on all walls; by cracking of walls; due to building cut and masonry design forces, confined masonry design parameters are met; On the other hand, when evaluating the need to place horizontal reinforcement, it was evidenced that the walls do not require horizontal reinforcement, except for the walls of the first floor that, as a rule, it is necessary to place them; Wall confinement elements, such as columns, will require 4 8-mm bars on the vertical axis, as well as the beams. The abutment will be at least @6, 1@5, 4@10 and r@25cm in both columns and beams. Using Autodesk Robot Structural and Revit software can significantly improve efficiency and productivity in structural design and analysis. Revit is useful for preliminary projects and allows for quick measurement, while Robot Structural provides accurate results and allows engineers to quickly determine the best structural solution.

**Keywords:** Structural robot, Revit, structural analysis, building.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Las viviendas construidas en la región Amazonas, en su gran mayoría no están diseñadas estructuralmente para resistir fuertes sismos, lo cual se evidenció en el reporte del último sismo de 7.5 de magnitud, ocurrido en Noviembre del 2021, con epicentro en el Distrito de Nieva, región Amazonas, información emitida por Instituto Nacional de Defensa Civil, donde se detalla la destrucción de 223 casas, 772 inhabitables y otras 1597 afectadas.

En el ámbito de nuestro país, tanto en ámbitos locales, regionales e incluso nacionales, no se viene teniendo en cuenta con diseño estructural de profesionales capacitados, puesto que ello acarrea un costo que pocas personas están dispuestas asumir y que acarrea que las construcciones se realicen empíricamente por albañiles metódicos que no tienen la mínima idea de un diseño técnico en el levantamiento de casas y/o viviendas, lo que conlleva a corto y mediano plazo posibles resquebrajamiento de estructuras y hasta caídas de las viviendas producto de la presencia de posibles temblores.

Las urbes del planeta, país, región y ciudad de Chachapoyas, están ya viviendo en un mundo globalizado, en donde la población tiene expectativas de cambio, por ende es necesario contar con viviendas seguras, producto de una mejor infraestructura civil, es por ello se propone el **diseño estructural de una edificación que tenga uso vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando softwares robot structural y revit**, todo esto es producto las nuevas exigencias de la construcción a fin de garantizar seguridad en el planteamiento técnico de edificaciones sismorresistente, que cumplan los estándares del Reglamento Nacional de Edificaciones.



*Imagen N° 1: Vista panorámica de la ciudad de Chachapoyas*



*Imagen N° 2: Desplomo de vivienda en la ciudad de Chachapoyas causado por sismo ocurrido en Noviembre del 2021*



*Imagen N° 3: Vivienda construida sin un previo diseño estructural en la localidad de Chachapoyas*

## 1.2.Planteamiento del problema

Según el censo de INEI-2017, el distrito de Chachapoyas cuenta 97.05 % de la población en la zona urbana y el 2.95% de la población en la zona Rural, por su parte Chachapoyas, capital política de la Región Amazonas posee un total poblacional de 32026 ciudadanos que habitan en 9379 viviendas; con un promedio de 3.41 habitantes por vivienda; así mismo se tiene que el 43.72% de las casas están construidas con pares de ladrillo o bloques de cemento, en tanto se tiene que el 51.59% son de adobe, contando con el resto de material de madera, tripay, quincha, etc.

Se puede notar que el crecimiento poblacional en los últimos años ha sido significativo, debido a la alta migración de los pobladores de la zona rural hacia la ciudad; en busca de nuevas oportunidades, pero que se asientan en su mayoría viviendas rústicas con un inadecuado diseño de estructuras; por ende, el propósito de este proyecto es proponer un diseño de una vivienda multifamiliar que pueda servir como modelo para profesionales en la creación de proyectos similares en el futuro.

## 1.3.Formulación del problema

### Problema General

¿Cómo se realizará un **diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022?**

### Problemas Específicos

1. ¿De qué manera se realizará el diseño de arquitectura de una edificación sismorresistente de cuatro niveles en **revit**?
2. ¿Cómo Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio sismorresistente de cuatro pisos en **softwares robot structural y revit**?

3. ¿Cómo Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos en **softwares robot structural y revit?**
4. ¿Cómo Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con **robot structural?**

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La justificación teórica de este estudio se basa en la síntesis de una propuesta de diseño estructural de un edificio de cuatro pisos destinado a uso de vivienda multifamiliar. La propuesta considerará diversas variables de diseño en su desarrollo.

El presente estudio tiene como Justificación práctica, el planteamiento de una propuesta un **diseño d estructuras de una edificación que tiene uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos** que garantice seguridad de sus habitantes frente a temblores de magnitud alta, puesto que la mayoría de las actuales construcciones de viviendas en la ciudad de Chachapoyas, carecen de diseño estructural.

El estudio está metodológicamente justificado ya que ofrece una serie de herramientas para el diseño de la estructura de un edificio de 4 pisos destinado a vivienda multifamiliar.

#### **1.5. Objetivos**

##### **Objetivo General**

- Desarrollar la propuesta de **diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022.**



### **Objetivos Específicos**

1. Realizar el diseño de arquitectura de un edificio sismorresistente de cuatro niveles en **revit**
2. Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio sismorresistente de cuatro pisos en **softwares robot structural y revit**.
3. Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos **softwares robot structural y revit**.
4. Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con **robot structural**.

### **1.6.Hipótesis**

El presente proyecto de tesis no presenta hipótesis, interpreta distintas realidades subjetivas, Además, los datos no se recolectaron de manera estandarizada.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. A nivel Internacional**

Respecto a la metodología BIM (Blanco-Diazgranados, 2018) dijo que el mundo actual ha sido testigo de un desarrollo rápido y continuo desde el comienzo del nuevo milenio, especialmente en los temas de diseño y construcción, donde las industrias enfrentan el desafío de simplificar la creación de proyectos, es por ello que las herramientas de dibujo tradicionales deben desarrollarse para satisfacer las necesidades actuales del flujo de trabajo, pero el desarrollo no fue lo suficientemente eficiente, lo que llevó a la introducción de nuevas herramientas tecnológicas como los métodos BIM.

En la conferencia (International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, 2015), se documentan cómo las herramientas y técnicas de modelado de información de construcción (BIM) han revolucionado el funcionamiento de los equipos de construcción modernos, el diseño y el desarrollo del diseño de procesos, detalle, construcción y ciclo de vida.

En el estudio “An Evaluation of Architects' Readiness for Conducting Energy Modelling Using BIM Tools to Achieve High Energy Performance Buildings in the UK and Canada” , .(Chaijani, 2020), dice que la implementación de BIM así como la capacidad de BIM para el uso en diferentes tareas, necesitan mucho más estudios, recomendando realizar investigaciones en los métodos para incrementar la motivación y alentar a profesionales en el análisis y utilización del BIM en tareas donde sus decisiones influyan.

En la revista académica, “Workflow Management Using Building Information Modeling (BIM) for Prefabrication in a Construction Retrofit Environment”, (Cribbs, 2016), manifiesta que BIM ofrece oportunidades sustanciales para el

incremento de la productividad cuando se planifica y gestiona adecuadamente.

En el libro “Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura un proyecto en Revit”, los autores (Aguado & Vidal, 2016), manifiesta que el Building Information Modelling, es una nueva tecnología que viene propagándose a nivel educativo y profesional, mucho mas rápido de lo que fue el CAD en su momento, ello porque sus herramientas están al alcance de todos, y se proyecto que corto o medianamente se instale completamente, debido a las ventajas que tiene.

En el libro Building Information Modeling escrito por (Kjartansdóttir et al., 2017), se expresa que el BIM, es uno de los tantos inventos que más expectativas tiene en la industria de la construcción. Aunque vale decir que los diferentes conceptos varios enfoques así como las y metodologías que actualmente podemos ver BIM, tiene aproximadamente treinta años, y en los últimos años es cuando BIM ha iniciado a modificar la forma en que desarrollamos nuestros proyectos en cuanto a la planificación, diseño y la misma construcción de edificios y otras infraestructuras.

En el estudio titulado “Diseño y modelación de un edificio con una configuración en planta irregular, mediante la utilización del software de diseño “Revit Structure” y su análisis mediante un software especializado “Robot Structural Analysis”, los autores (Villena Zúñiga, 2017), concluyen que los programas de ingeniería como 'Revit y 'Robot Structural Analysis' vienen permitiendo mejores relaciones con su plataformas, optimizando el tiempo dedicado a la planificación y visualización gráfica del proyecto objeto de estudio. El programa "Robot Structural Analysis" ofrece una gran ventaja a la hora de diseñar, debido a que en su plataforma puede capturar gráficamente los refuerzos utilizados en el diseño estructural. También proporciona una visión general cuantificada de los materiales de acero así

como de concreto, que son utilizados en elementos estructurales. También se menciona que el software de diseño de ingeniería "Robot Structural Analysis" de igual manera como el software "Revit" están permitiendo a los usuarios experimentar la cuantificación de los materiales necesarios para construir varios elementos estructurales.

Del trabajo de investigación "Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua" el autor (Nieto Salas, 2016) afirma que el uso de métodos BIM utilizando la herramienta REVIT optimiza significativamente la información y la planificación de las construcciones, puesto que no solo ahorra trabajo, dinero y tiempo, sino que entre otras cosas mejora la presentación a los clientes.

En el estudio titulado "Análisis estructural de un edificio de hormigón armado mediante software de robot estructural" (Quinchiguango Córdova & Taco Loachamín, 2016), dicen que el software de análisis de robot estructural está diseñado para estructuras que solo se pueden gestionar dentro de la metodología BIM, porque se conecta con diversas software que simulan otros aspectos del interior del edificio, como la arquitectura (Revit Structural), la gestión del tiempo (Naviswork), instalaciones eléctricas (Revit Electrical) y los sistemas de fontanería (Revit MEP).

### **2.1.2. A nivel Nacional**

En el proyecto de investigación "Uso de la Metodología "BIM" en la constructibilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016", (Hernández Reátegui, 2018), dice que con pasar del tiempo, debido a las exigencias del mercado, existirán proyectos mas complicados, que demandaran su desarrollo en un tiempo mas rápido, es por ello que la metodología BIM, viene siendo una alternativa

de gran potencial para cumplir con las expectativas de los clientes, sin embargo hay que indicar que en el Perú, las empresas dedicadas a la constructoras recién están en un proceso de entendimiento.

Entre los estudios nacionales tenemos a (Alfonte Chucuya, 2022), quien dice en su estudio de investigación “Aplicación de la Metodología BIM en el Análisis y Diseño Estructural de una Edificación de Concreto Armado Tacna, 2022” que en el desarrollo continuo de la ingeniería de proyectos de construcción, existe una necesidad de nuevos métodos además de flujos de trabajo estructurales más eficientes, así como más precisos y más competitivos para la ingeniería; uno de los métodos innovadores que viene cumpliendo en cumplir con estos requisitos es el método BIM (Building Information Modeling). Este enfoque utiliza modelos inteligentes que permiten intercambiar y coordinar información entre diferentes disciplinas que están involucradas con el proyecto.

En la investigación “Implementación de la metodología Bim con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca – 2018”, realizada por (Julcamoro Vásquez, 2019), donde se hizo un modelamiento apoyado con el programa Revit, para simular el construir y hacer la operación del proyecto: “Mejoramiento de los servicios de atención integral de niñas, niños y adolescentes de la aldea infantil San Antonio, Cajamarca, Cajamarca”, donde al utilizar estos modelos virtuales en la simulación del diseño y construcción, se pudo evidenciar visualmente muchos errores humanos además de varias inadvertencias, las que originaron un incremento del 10.56% del presupuesto en el periodo de ejecución, lo cual pudiese haberse eludido con el uso de la metodología BIM.

En el Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao 2017, (Tapia Nieto, 2017), dice que los

profesionales de la ciudad de Lima, han adoptado mejor la metodología BIM en comparación a otras ciudades o urbes del Perú.

En el proyecto “Análisis y diseño estructural aplicando el software Robot Structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 Niveles, Juliaca, Puno, 2021”

cuyo autor es (Mamani Laura, 2021), se concluyó que el programa robot structural análisis, ahorra tiempo en la creación de modelos, también mejora la construcción de vigas, columnas, cimientos de acuerdo con el diseño automático de refuerzo de acero (Mamani Laura, 2021)

En el estudio titulado “Aplicación del software Autodesk Robot en el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 6 pisos, Lurín, 2021” cuyo objetivo es plantear el diseño estructural de una vivienda, el autor (Cuaila Rea, 2022), dice que el uso del programa Autodesk Robot mejora de manera significativa los tiempos en los diseños de elementos, creando múltiples tablas, informes de cálculos varios, que luego se pueden exportar a otros programas como los casos de Revit y Autocad, facilitando así el flujo en el modelado de los proyectos.

En la tesis “Interacción de los software Robot Structural y Revit para el análisis y diseño de una vivienda de 06 niveles, Chiclayo- 2020” el (Calderón Valdivia, 2021), manifiesta que el programa “Robot Structural Analysis” y el programa “Revit” permite a los que los usan conocer la cantidad de insumos necesarios para utilizarlos en los diferentes elementos estructurales.

En la tesis “Diseño estructural de una vivienda multifamiliar sismorresistente mediante flujos de trabajo utilizando Revit - Norma E 060, Puerto Maldonado 2022” realizado por (Ramirez Moreno & Revollar Ramirez, 2022), se

concluye que con el uso de REVIT, se evita errores múltiples de diseño si embargo se necesita un orden apropiado en el uso mismo del programa.

### **2.1.3. A nivel Local**

En el estudio “Diseño estructural sismorresistente del edificio nivel primaria, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas, 2017”, se ha desarrollado el diseño de estructuras resistente a sismo para una edificio de uso educativo, el autor (Cumpa Chicoma, 2019), dice que debido a que el suelo de fundación presenta características arcillosas, contando con capacidad portante de 0.98 kg/cm<sup>2</sup>, el tipo de estructura que propone son muros confinados de albañilería, columnas y vigas que deben ser confinados en cada uno de los niveles.

En el proyecto “Calidad estructural de las viviendas de albañilería confinada en el barrio Higos Urco, Chachapoyas, 2018”, el tesista (Arteaga Ynfante & Santa Cruz Sanchez, 2018), concluye que el diagnostico a las viviendas evaluadas se obtuvo que; el 84.1% fueron construidas sin asesoramiento técnico, el 13.6% por buena mano de obra y el 31.8% por mala mano de obra, el 77.3 % sin planos de construcción, el 93.2% con mampostería inadecuada, el 45.5% presentan cangrejeras en columnas, el 15.9% espesor de juntas mayor a 3 cm, el 52.3% presentan una mala configuración estructural, el 11. % presentan fallas en columnas y 38.6% en muros de albañilería. Es así que manifiesta además que los mayores factores que inciden en la calidad de la estructura en las edificaciones son el mal asesoramiento técnico en la construcción de viviendas así como la mano de obra.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.1.1. Software para practicar análisis y diseño estructural**

Respecto a los programas de ingeniería (Taboada García & Izcue Uceda, 2011) menciona en su tesis “Análisis y diseño de edificios asistido por

computadoras” que el uso de programas informáticos agilizan la creación del modelo y permiten hacer cambios de manera rápida, pero la precisión de los resultados depende de lo bien que el modelo represente el comportamiento de la estructura real. Además, los programas de análisis y diseño estructural eficientes con propiedades estructurales y herramientas de edición intuitivas para diseñar dibujos con rapidez.

### **2.1.2. Autodesk Revit**

En el libro “ Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: Un proyecto con REVIT” (Oya Sala, 2015), dice que después de analizar la expansión y crecimiento de BIM, queda claro que acabaría conquistando la industria de la construcción a pesar que el proceso es lento en este momento. Se conceptualiza que Revit está diseñado como herramienta de dibujo la cual es asistida por computadora permitiendo diseñar elementos de modelado paramétrico en 3D, por lo tanto, este software proporciona un mapeo de trabajo bidireccional completo. El motor de cambios paramétricos presentes en el software permite que cualquier modificación en el proyecto se actualice de forma simultánea en todas las partes, de manera transparente. Aunque el software ha estado disponible para los usuarios desde 1997, no fue hasta 2002 cuando se hizo popular después de que su desarrollador, Revit Technology Corporation, fue adquirido por Autodesk.

En el trabajo de grado “Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT”, (Chacón & Cuervo, 2017), dicen que Revit es un programa de modelado de información para profesionales de la ingeniería que posibilita el diseño en 3D de edificios y el acceso a información a través de una base de datos. Además, cuenta con herramientas que permiten planificar y monitorear las distintas fases del ciclo de vida de la construcción. En cuanto a su entorno de trabajo, Revit es capaz de manejar edificios completos, ensamblajes y formas 3D individuales,



utilizando herramientas de modelado que pueden ser utilizadas con objetos sólidos prefabricados o modelos de geometría importados.

Revit es un software de modelado de edificios que puede utilizarse para crear modelos tridimensionales de estructuras, incluyendo elementos estructurales como vigas, columnas y paredes. Estos modelos pueden exportarse a programas de análisis estructural, como SAP2000, ETABS y STADD Pro, para realizar análisis estructurales detallados y determinar la capacidad de carga de la estructura y los puntos de falla potenciales.

### **2.1.3. Robot Structural Analysis Professional**

Robot Structural Analysis (RSA) es un software que integra funciones utilizadas en el modelado, análisis y diseño de estructuras. Este programa brinda a sus usuarios crear estructuras, realizar análisis estructurales, revisar los resultados obtenidos, revisar cálculos de códigos de elementos estructurales y crear documentación de estructuras calculadas y diseñadas. Por ser un método de construcción BIM, se mueve dinámicamente. Autodesk (2021) dice que es una herramienta de diseño estructural y análisis de carga para verificar el cumplimiento de las regulaciones internacionales y los flujos de trabajo integrados y el intercambio de datos a través de la interoperabilidad con Revit. Ayuda a crear diseños más eficientes, precisos y coordinados y, finalmente, a conectarlos a BIM.

El software de análisis estructural Robot Structural Analysis proporciona a los ingenieros una herramienta para llevar a cabo cálculos detallados de la capacidad de carga de una estructura y simular su comportamiento ante cargas específicas. Los modelos de Revit se pueden importar a Robot Structural Analysis para realizar análisis detallados y evaluar la resistencia y estabilidad de la estructura. Asimismo, Robot Structural Analysis dispone de herramientas avanzadas de modelado y simulación para ayudar a los

ingenieros a tomar decisiones informadas sobre el diseño estructural y la selección de materiales.

## **2.3. Enfoques conceptuales**

### **2.3.1. Topografía**

El levantamiento topográfico refiere a un tipo de estudio, que examina las superficies terrestres, evaluando características físicas referenciando variaciones y alteraciones, luego del cual se acopia datos para luego reflejarlos en un plano con detalles que sirven de instrumento de planificación para el diseño de múltiples infraestructuras.

### **2.3.2. Estudio de suelos**

Según la norma técnica (*Norma E.050 Suelos y cimentaciones, 2020*), el EMS es el conjunto de exploraciones en campo, así como diferentes pruebas que se hacen en laboratorio, además de análisis que se realiza en gabinete, cuyo objetivo es estudiar cómo se comporta el suelo ante esfuerzos estáticos y dinámicos de una edificación. Los estudios de mecánica de suelos deben ser realizados obligatoriamente para realizar el diseño estructural.

Las obras de ingeniería en general actúan activamente sobre el suelo, a través de cargas las mismas que varían en su intensidad y forma de aplicación, es por ello que el estudio de suelo brinda la información para que el diseñador pueda analizar apropiadamente la estructura la misma que debe estar soportado por un suelo que soporten las cargas, de tal manera no exista asentamientos que perjudiquen dicha estructura.

### **2.3.3. Arquitectura**

Es el arte de idear, diseñar y construir edificaciones u otros tipos de estructuras, donde se puede desarrollar actividades humanas, suma a que estas sean lo suficientemente funcionales y perduren en el tiempo

#### **2.3.4. Albañilería confinada**

El Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E070, define a la albañilería confinada como una técnica constructiva que consiste en reforzar los muros de una edificación mediante elementos estructurales de concreto armado que se colocan en todo su perímetro. Estos elementos son vaciados posteriormente de levantar los muros. Para el primer nivel, la cimentación de hormigón se utiliza como un confinamiento horizontal que se extiende a todos los muros de ese nivel.

En el libro de (Gallegos & Casabonne, 2005), se menciona que los muros de albañilería confinada son ampliamente utilizados en la construcción de edificios de hasta cuatro niveles. Las principales características de este tipo de muros son: 1) los muros se asientan dejando los extremos verticales sin llenar para que se puedan llenar posteriormente con concreto; 2) los muros de albañilería se extienden a lo largo de todo el perímetro de la estructura; 3) los muros de albañilería tienen formas cuadradas o similares, y 4) la albañilería debe ser resistente a las fallas frágiles en compresión.

En la tesis “Análisis y Diseño Estructural Comparativo entre Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada de una Vivienda Multifamiliar en la ciudad de Abancay”, realizada por (Ramos Huaccharaqui, 2015), se dice que en el Perú, el desarrollo de la albañilería confinada ha avanzado en gran medida a tal punto de ser el sistema de construcción con gran o mas uso, el motivo de su popularidad, es porque los ambientes que se construyen en su mayoría la distancia varía de 3.00m a 4.50m, por lo tanto es ventajoso que los elementos verticales que se utilizan para separar los espacios de los ambientes tienen una función estructural.

#### **Clases de Albañilería**

Por la función estructural

*Muro portante:* Se viene empleando como elemento estructural de un edificio; los muros portantes pueden cargar en sentido paralelo y vertical, esto puede ser eventual o permanente; los muros portantes tienen continuidad vertical pues van unidos al techo

*Muro no portante:* estos sólo transmiten carga; así mismo pueden recibir carga ocasionada por su propio peso: también pueden recibir carga perpendicular a su plano como es el caso las cargas de viento o sismo; estos muros no portantes no tienen continuidad vertical porque no están unidos al techo

## **Componentes de la albañilería**

Unidades de Albañilería

### **Clasificación**

#### **a. Tamaño**

- **Ladrillos**

En el proceso constructivo, tanto las dimensiones como el peso son manipulables con una sola mano.

- Peso = de 3 - 6 kg
- t = de 11 - 14 cm
- l = de 23 - 29 cm
- h = de 6 - 9 cm

- **Bloques**

Para su manipulación se utilizan las dos manos para su movilización, así como se su asentado.

- Peso = de 12 a 20 kg
- t = de 14 - 19 cm
- l = de 19 - 39 cm
- h = 19 cm

## **b. Material**

- **Arcilla**

En su fabricación de los ladrillos se usa la siguiente materia prima:

- **Calcáreas:** Los ladrillos de color amarillento contienen aproximadamente un 15% de carbonato de calcio en su composición.
- **No calcáreas:** El componente principal es el silicato de alúmina y contiene alrededor del 5% de óxido de hierro, lo que le da un color rojizo predominante.

- **Sílico-calcáreas**

Este tipo de ladrillo se fabrica a partir de una mezcla de cal hidratada (10%) y arena con un alto contenido de sílice (75%), lo que le confiere un tono grisáceo blanquecino característico.

- **Concreto**

Se producen utilizando una mezcla de cemento, arena, confitillo y agua. La principal ventaja de este tipo de ladrillo es que, si se utilizan las proporciones adecuadas, se pueden obtener unidades con una resistencia significativamente mayor en comparación con otros materiales.

## **c. Área que ocupan los orificios**

- **Sólida o maciza**

Estos ladrillos pueden ser perforados o macizos. En el caso de los perforados, los agujeros se disponen perpendicularmente a la cara del ladrillo y su área no debe superar el 30% del área total de la cara de asiento.

- **Hueca**

Los orificios de este tipo de ladrillo están dispuestos en ángulo recto con respecto a la cara de asiento, y la proporción de área ocupada por los orificios es mayor al 30% del área bruta de la cara de asiento

- **Alveolar**

Son ladrillos huecos donde se aloja el acero.

- **Tubular**

Estos ladrillos tienen agujeros que están en línea con la cara del asiento, como los ladrillos tipo pandereta.

#### d. Por la fabricación

- **Artesanal:** Proceso empírico.
- **Industrial:** Proceso normalizado.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E070, las unidades de albañilería tendrán siguientes características

*Tabla N° 1: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales*

CLASE	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	<b>10</b>	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	<b>8</b>	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	<b>6</b>	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	<b>4</b>	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	<b>2</b>	17,6 (180)
Bloque P (1)	± 4	± 3	± 2	<b>4</b>	4,9 (50)
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	<b>8</b>	2,0 (20)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E070

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

## Limitaciones en su aplicación

La elección de los materiales de construcción para la albañilería se verá afectada por la ubicación sísmica del área de construcción.

Tabla N° 2 : Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	Zona Sísmica 2 Y 3		Zona Sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí,	Sí
Sólido Industrial	Sí	hasta dos pisos Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E070

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

## Resistencia de prismas de albañilería.

De acuerdo con las especificaciones de RNE, en caso de no efectuar pruebas de prismas, se pueden utilizar los valores presentes en la tabla siguiente, la cual se refiere a pilares.

Tabla N° 3: Resistencias características de la albañilería Mpa (kg / cm<sup>2</sup>)

Materia Prima	Denominación	Unidad $f' b$	Pilas $f' m$	Muretes $V' m$
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E070

(\*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(\*\*) El valor  $f' b$  se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de 13,72 (140) MPa kg/ cm<sup>2</sup>. El valor  $f' m$  ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla

### 2.3.5. Estructuración y predimensionamiento

#### ***Estructuración***

La estructuración busca una adecuada disposición de los elementos, con ello se requiere que una estructura tenga la suficiente capacidad de poder soportar las solicitudes de cargas a las que está sujeta a lo largo de su vida útil y así mismo debe ser funcional, económica y estética.

#### ***Predimensionamiento***

Consiste en asignar una sección preliminar a cada elemento estructural es decir predimensionar es realizar una dimensión tentativa o definitiva tomando en cuenta conocimientos empíricos sumado a lo establecido en la (*Norma E.060 Concreto armado, 2020*) y la (*Norma E.070 Albañilería, 2020*).

### 2.3.6. Metrado de Cargas

Conforme la norma técnica (*Norma E.020 Cargas, 2020*), Carga se define como la fuerza que se emite por el peso de materiales en la construcción, de quienes ocupan los ambientes y de sus pertenencias, así mismo efectos ambientales, diversos movimientos y cambios; dentro de los tipos de carga se tiene:

**Carga Muerta:** Es la fuerza provocada por el peso de los materiales, tabiques y otras partes que soportan el edificio, incluido su peso propio.

**Carga Viva:** Este es la fuerzas Bprovocada por peso de todas las persona así como de materiales, equipos, muebles y otras partes movibles del edificio.

### 2.3.7. Diseño Estructural

El diseño se esfuerza por lograr un diseño que nunca falle durante su vida útil. Una estructura se considera "fallida" cuando ya no funciona correctamente.

Los elementos del diseño estructural son:



- Estructuración. La estructuración preliminar se realiza cuando es necesario proponer ubicaciones además de dimensiones específicas de los elementos de la estructura para luego poderse afinar un proyecto de construcción específico.
- Análisis. Es de importancia que para esto se utilice softwares donde se emplea el método de rigideces.
- Diseño. Se toman en cuenta elementos mecánicos que son extraídos de uno o varios análisis y en base a ello se brindan las dimensiones así como el montaje de elementos de la estructura.
- Dibujo. Los datos obtenidos del diseño estructural, será de apoyo para realizar los dibujos de los planos estructurales.
- Memoria de cálculo. Implica realizar una memoria que descriptiva la estructura, en donde se debe mencionar todo lo relacionado a las cargas vivas y muertas utilizadas.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

En el libro “Metodología de la Investigación” lo Autores (Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, P. 2014), dicen que uno de los propósitos de la investigación descriptiva es definir las características de procesos, objetos u otros fenómenos analizados. En otras palabras, están destinados a coger datos únicos o en conjunto con los conceptos o variables con los que se relacionan. Este proyecto de investigación describirá las características que se pueden ver y que se aplican en el análisis basado en un método de desarrollo, porque refiere al diseño de un edificio utilizando “Robot Structural Analysis” y “Revit”, es por ello que el tipo de investigación es descriptiva

##### **3.1.2. Diseño de la Investigación**

En el libro “Metodología de la Investigación” lo Autores (Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, P. 2014), los autores mencionan que la investigación no experimental no crea una situación, sino que observa situaciones existentes que el investigador no provoca deliberadamente; las variables independientes existen y no pueden ser manipuladas, esas variables no pueden ser directamente controladas o influenciadas porque ya han ocurrido, al igual que sus efectos. Examinando y analizando datos existentes basados en reglamentos técnicos, este estudio utiliza un diseño no experimental.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **3.2.1. Variables**

Al ser de tipo de investigación descriptivo el proyecto no tiene variables

##### **3.2.2. Operacionalización de las variables**

*La Matriz se encuentra en anexos*

### 3.3. Población, muestra y muestreo

La población está dada por un edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos,

La muestra es el edificio objeto de estudio en esta investigación se encuentra situado en la ciudad de Chachapoyas y se trata de una construcción de vivienda multifamiliar de cuatro pisos.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas

**Observación directa** de viviendas construidas, cuya evaluación nos dará alcances de la realidad de la construcción de edificaciones para uso de vivienda en la ciudad de Chachapoyas

**Recopilación de documentos** normativos y datos brindados por el estudio de mecánica de suelos

**Análisis de datos**, con la ayuda de software del software Robot Structural y Revit, considerando los fundamentos básicos del análisis de estructuras, así como el reglamento nacional de edificaciones.

#### 3.4.2. Instrumentos

Se utilizarán varios instrumentos dependiendo de la técnica, en el siguiente cuadro los detallo:

*Tabla N° 4: Lista de instrumentos de recolección de datos.*

Técnica	Instrumento
Observación directa	Cuaderno de campo Cámara fotográfica; Equipos de Topografía
Recopilación de documentos	Laboratorio de mecánica de suelos; Recolección de datos brindados por estudio topografico
Análisis de datos	Equipo de computación; Software's de modelación de ingeniería (AutoCAD, Robot Structural y Revit); Microsof office

Fuente: Elaboración propia

### **3.5.Procedimientos**

- Se llevarán a cabo observaciones in situ en el lugar donde se planea construir el edificio de cuatro niveles.
- Con el apoyo de equipo topográfico, se realizará estudio topográfico del área en cuyo lugar se realizará el levantamiento de un edificio de edificación de 4 pisos y que es materia de investigación del presente estudio.
- Se llevará a cabo un análisis de la mecánica de suelos con el objetivo de determinar la capacidad de carga que puede soportar el terreno.
- Después de obtener los resultados del estudio de mecánica de suelos, se llevará a cabo la estimación preliminar de las dimensiones de las estructuras.
- Luego de realizar el pre dimensionamiento se realizara el análisis de la estructura a diseñar
- Se empleará el software Revit para llevar a cabo la modelación de la vivienda multifamiliar

#### **Procedimientos de análisis de diseño estructural de la vivienda en Robot Structural Analysis:**

- Crear un modelo de la vivienda: Usa herramientas de modelado en Revit o en otro software de BIM para crear un modelo detallado de la vivienda, incluyendo todos los elementos estructurales relevantes, como vigas, columnas, paredes, pisos y techos.
- Para llevar a cabo el análisis, se importará el modelo en planta de la vivienda multifamiliar desde Autocad a Robot Structural Analysis.
- Asignar materiales y propiedades físicas: Asigna materiales y propiedades físicas a los elementos estructurales, como el acero o el concreto, para que Robot Structural Analysis pueda realizar cálculos precisos de la capacidad de carga.
- Definir cargas: con el fin de establecer las cargas que empeoran a la estructura, se deben considerar tanto las cargas permanentes como el peso de los materiales.

- Realizar el análisis: Ejecuta el análisis en Robot Structural Analysis para determinar la capacidad de carga de la estructura y simular su comportamiento ante las cargas definidas.
- Evaluar resultados: Se revisarán los resultados del análisis para evaluar la estabilidad y resistencia de la estructura, y detectar posibles puntos de falla.
- Realizar ajustes y optimizaciones: En caso de ser necesario, modifique el modelo y realice nuevamente el análisis hasta asegurar que la estructura cumpla con los requisitos de diseño y seguridad.

### **3.6.Método de análisis de datos**

Teniendo en cuenta la información obtenida del estudio de mecánica de suelos, el procesamiento de datos se realizará principalmente mediante el uso de herramientas informáticas como Microsoft Office (Excel, Word, etc.), Autodesk Revit y Autodesk Robot Structural. Estas herramientas serán fundamentales para lograr los resultados deseados en el diseño de la estructura.

### **3.7.Aspectos éticos**

El presente proyecto de tesis se desarrollará cumpliendo los parámetros estandarizados del Reglamento Nacional de Edificaciones, ((*Norma E.020 Cargas, 2020*), (*Norma E.030 Diseño sismorresistente, 2020*), (*Norma E.050 Suelos y cimentaciones, 2020*), (*Norma E.060 Concreto armado, 2020*), (*Norma E.070 Albañilería, 2020*)); de forma independiente y transparente, incorporando la información que corresponda de los autores que han realizado investigaciones semejantes y así brindarles el crédito que corresponde durante la presente investigación.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. DESARROLLO DE OBJETIVO ESPECÍFICO OE1. Realizar el diseño de arquitectura de un edificio sismorresistente de cuatro niveles en REVIT.**

#### **4.1.1. GENERALIDADES**

##### **4.1.1.1. Resumen del proyecto**

La edificación diseñada tiene como uso de vivienda multifamiliar, contara con 4 pisos que se conectaran por una escalera al interior, en cada piso se tendrá un departamento.

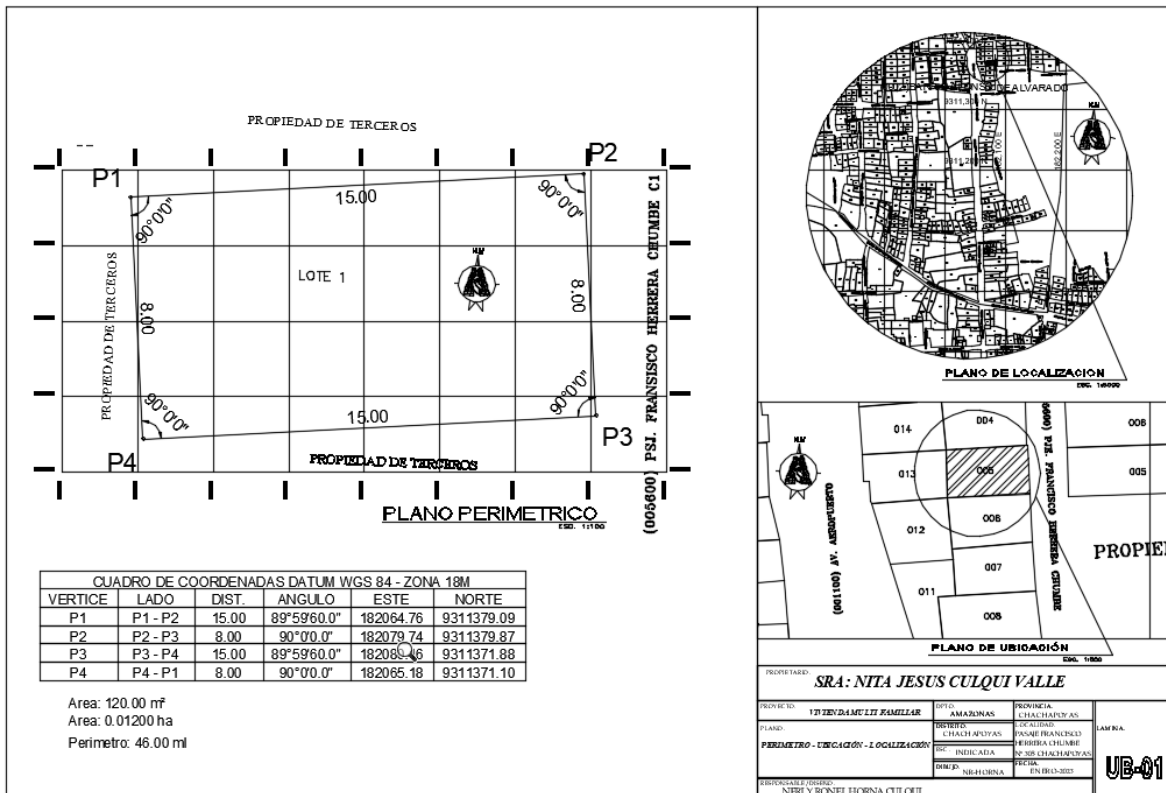
El área total del predio donde se construirá cuenta con 120 m<sup>2</sup>, el mismo que tiene la forma rectangular cuyas medidas son 8 m de ancho por 15 me de largo.

El primer piso contara con: un garaje, tres dormitorios, una sala comedor, dos baños completos, una cocina, lavandería, un jardín; del segundo al cuarto piso, los departamentos tendrán: cuatro dormitorios, una sala comedora, una cocina, lavandería, dos baños completos.

##### **4.1.1.2. Ubicación**

La edificación se ubica en el Pasaje Francisco Herrera Chumbe, de la ciudad, distrito y provincia de Chachapoyas en la Región Amazonas

Figura N° 1: Plano paramétrico – ubicación – localización



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.3. Criterios de Diseño de Arquitectura

El diseño de arquitectura se ha realizado conforme lo establece la NTP A.010 Condiciones generales de diseño y la A.020 Vivienda.

#### 4.1.1.4. Propiedades de materiales

##### Concreto:

Los cálculos se ha realizado siguiendo la (*Norma E.060 Concreto armado, 2020*):.

Módulo de Elasticidad:

$$E_c = 15,000\sqrt{f'_c}$$

Módulo de Corte o llamado también Coeficiente de Kirchoff:

$$G = E_c/2.3$$

Entonces

$$E_c = 15,000 \sqrt{210} = 217,370.65 \text{ Kg/cm}^2 \approx 217,000.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = 217,370.65 / 2.3 = 94,508.98 \text{ Kg/cm}^2 \approx 94,500.00 \text{ Kg/cm}^2$$

En la tesis “Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado”, el autor (Ottazzi Pasino, 2004), manifiesta que para concreto que en la práctica se suele adoptar  $\nu = 0.15$ .

Por lo tanto la resistencia a la Compresión:  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; Deformación Unitaria Máxima:  $\epsilon_{cu} = 0.003$ ; Módulo de Elasticidad:  $E_c = 217,000 \text{ kg/cm}^2$ ; Módulo de Poisson:  $\nu = 0.15$  ; Módulo de Corte:  $G = 94,500$ .

**Acero de refuerzo:**

Esfuerzo de Fluencia:  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ ; Deformación Unitaria Máxima:  $\epsilon_s = 0.0021$ ; Módulo de Elasticidad:  $E_s = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$

**Albañilería: King Kong Industrial :**

Según Norma E070 el módulo de elasticidad y el módulo de corte para la albañilería se consigue con las siguientes formulas:

$$\text{Unidades de arcilla: } E_m = 500f'_m$$

Para todos los tipos de unidades de albañilería:

$$G_m = 0.4E_m$$

Dónde:

$E_m =$  módulo de elasticidad



$G_m$  = módulo de corte

$f'_m$  = resistencia de albañilería a compresión axial en pilas

Coeficiente Poisson

$$G_m = \frac{E_m}{2(v + 1)}$$

$$v = \frac{E_m}{2xG_m} - 1$$

En la (Norma E.070 Albañilería, 2020), tabla de Resistencias características de la albañilería Mpa (kg / cm<sup>2</sup>) se tiene que para el ladrillo King Kong Industrial distribuidas en pilas la resistencia a compresión axial en pilas( $f'_m$ )es 65 Kg/cm<sup>2</sup>

Entonces

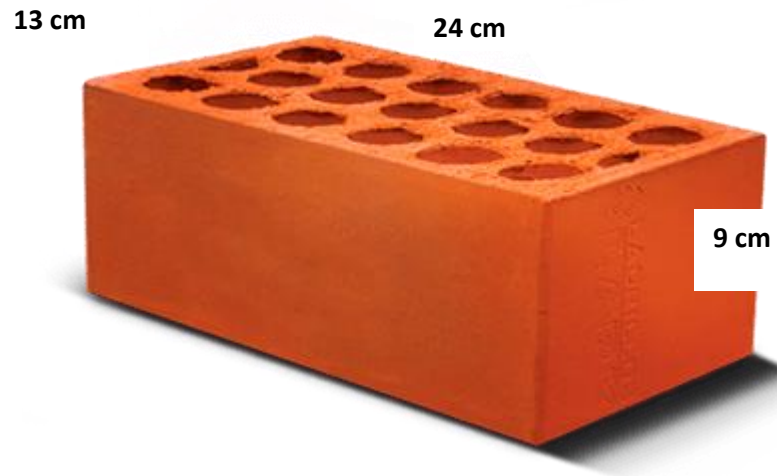
$$E_m = 500x65 = 32,500 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_m = 0.4x32500=13,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$v = \frac{32,500}{2x13,000.00} - 1 = 0.25$$

Por lo tanto tenemos: Dimensiones de ladrillo largo= 0.24 m ancho de ladrillo= 0.13 m; altura del ladrillo= 0.09 m; peso 3.8 Kg por unidad; Resistencia a Compresión Axial de las Unidades:  $f'_b$  = 145 kg/cm<sup>2</sup> ; Resistencia a Compresión Axial en Pilas:  $f'_m$  = 65 kg/cm<sup>2</sup> ; Resistencia al Corte en Muretes:  $v'_m$ = 8.1 kg/cm<sup>2</sup>; Módulo de Elasticidad:  $E_m$  = 32,500 kg/cm<sup>2</sup>; Módulo de Corte:  $G_m$  = 13,000 kg/cm<sup>2</sup>; Módulo de Poisson :  $v$ = 0.25

Figura N° 2: Esquema de ladrillo King Kong



#### 4.1.2. TOPOGRAFÍA

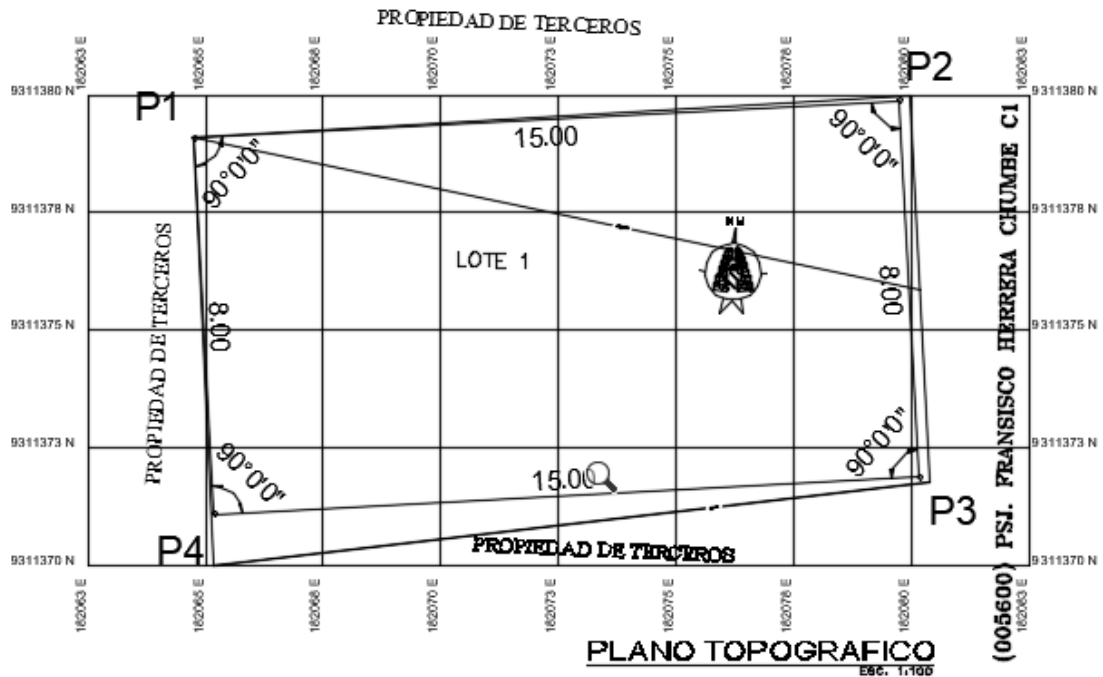
Como parte del diseño del edificio de uso multifamiliar se realizó los trabajos de topografía apoyados con un equipo de estación total, donde se pudo observar que el predio es un terreno relativamente plano.

Tabla N° 5: Coordenadas del terreno del proyecto

Cuadro de coordenadas datum wgs 84 - zona 18m					
Vertice	Lado	Distancia	Angulo	Este	Norte
P1	P1-P2	15.00	90°	182064.76	9311379.09
P2	P2-P3	8.00	90°	182079.74	9311379.87
P3	P3-P4	15.00	90°	182080.16	9311371.88
P4	P4-P1	8.00	90°	182065.18	9311371.10

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3: topografía del terreno



Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3. ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO

#### 4.1.3.1. Losas aligeradas

Se utilizará una losa aligerada en 2 direcciones la misma que está compuesta por nervios de concreto, en forma de viguetas, armadas por acero de refuerzo, para cumplir con demanda arquitectónica y de cargas, el material de relleno serán casetones que harán menos pesada a la estructura, por ende, la hacen más económica. El motivo por el cual se ha dispuesto el uso de este tipo de losa en el presente proyecto, es porque: la deformación es mucho menor al estar afectando ambas direcciones; nuestras vigas serán menos volumétricas lo que a la larga serán más económicas

El espesor de las losas aligerados contempla el espesor del casetón de tecnopor más el concreto que se utiliza sobre este, en ese sentido considerando los cálculos prácticos se considera dividir la longitud de los ambientes más largos entre 25.

$$h \geq \frac{ln}{25}$$

Donde:

h = altura de la losa aligerada

ln=longitud de ambientes mas largos

Cabe indicar que el uso de casetones de tecnopor tendrá los siguientes beneficios

- ✓ Optimo rendimiento en costos directos e indirectos.
- ✓ Gran facilidad de descarga, acarreo y sin riesgos personales en su manipuleo.
- ✓ Sin rotura en el transporte ni en la colocación (contra 10 % de merma del ladrillo de arcilla).
- ✓ Se logra una colocación rápida y se ahorra significativamente en mano de obra.
- ✓ 01 tira de TECHOPOR reemplaza a 04 ladrillos de arcilla.
- ✓ Reduce de 80 Kg a 100 Kg por m<sup>2</sup> de peso propio de la losa.
- ✓ Se puede lograr un ahorro significativo de mano de obra al instalar más rápidamente. Además, se puede lograr un importante ahorro en la cantidad de hierro y concreto necesarios para la estructura debido a la mayor separación entre las viguetas.
- ✓ evita pérdidas de concreto debido a filtraciones, mejora el curado del concreto y aumenta la resistencia del concreto.

- ✓ Genera mayor confort térmico y disminuye de ruidos molestos entre pisos.
- ✓ Ventajas ecológicas al usar menos energía y recursos en su fabricación, transporte y uso final.

En referencia a los criterios que se mencionaron líneas arriba, el espesor de la losa aligerada tendría que ser 17 cm, sin embargo considerando que la edificación es de 4 pisos donde cada piso servirá de base para la colocación de tuberías para el agua y desagüe es que se ha escogido utilizar un peralte de 25 cm En concordancia con los criterios mencionados tendríamos que usar

#### **4.1.3.2. Vigas soleras**

Considerando la (Norma E.070 Albañilería, 2020), el peralte mínimo de este tipo de elemento (viga solera), para cumplir con las especificaciones mínimas, la altura mínima de la viga solera debe ser igual al espesor de la losa de techo, mientras que el espesor mínimo de la viga debe ser igual al espesor del muro. Los valores a considerar son los siguientes:

$$b = 13 \text{ cm y } h = 30 \text{ cm}$$

Donde;

$$b = \text{ancho de la viga y } h = \text{peralte}$$

#### **4.1.3.3. Muros de albañilería**

##### **Espesor de muros**

Considerando la (Norma E.070 Albañilería, 2020), los ladrillos escogidos para los muros de mampostería de este diseño son ladrillos industriales King Kong, colocados en aglomerante de 0,13 m de espesor. De acuerdo con la norma, el espesor de la pared depende de la zona sísmica en la que se encuentra el sitio de

construcción. Por lo tanto, dado que el sitio está ubicado en la Zona 2, el cálculo de "t" sería el siguiente:

$$t = \frac{h}{20} \geq \frac{2.4}{20} \geq 0.12 \text{ m}$$

Donde:

$t =$  Espesor de muro

$h =$  altura entre pisos

Después de evaluar la fórmula, hemos decidido que el espesor de la unión para la unión continua será de 0,13 m..

### Densidad de muros

Según la (Norma E.070 Albañilería, 2020), la densidad mínima de los muros de carga colocados en cada dirección se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Area de Corte de los Muros Reforzados}}{\text{AreadelaPlantaTípica}} = \frac{\sum LT}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

En donde:

L : Longitud total del muro incluyendo columnas (mayor a 1.20m)

t : Espesor efectivo del muro (m) = 0.13m

Ap : Área de la planta típica (m<sup>2</sup>) = 120 m<sup>2</sup>

N : Número de pisos del edificio = 4

En referencia a la (Norma E.030 Diseño sismorresistente, 2020), se tiene los siguientes

Z : Factor de zona sísmico, para el caso de la ciudad de Chachapoyas al estar en Zona 2 corresponde Z = 0.25

U: Factor de uso. Edificio de vivienda (categoría C), U = 1.00

S : Factor de suelo (S2 = suelo intermedio), le corresponde S = 1.20

Entonces:

*Tabla N° 6: Datos para Calcular el cumplimiento de densidad de muro*

Parámetro	Valor	Especificación
Z	0.25	Zona 2
U	1	Edificio común
N	4	Número de niveles de vivienda
Ap	120 m2	Área del terreno donde se diseñará el edificio

Fuente: Norma E 030

$$\frac{\sum LT}{Ap} \geq \frac{0.25 * 1 * 1.2 * 4}{56}$$

$$\frac{\sum LT}{Ap} \geq 0.0214$$

A continuación, se detalla los muros X,

*Tabla N° 7: Densidad de muros en dirección X*

MURO en X	L(m)	t (m)	L.t (m2)	Σ L.t
X1	2.86	0.24	0.686	4.201
X2	1.90	0.24	0.455	
X3	1.97	0.24	0.472	
X4	1.77	0.24	0.424	
X5	1.20	0.24	0.288	
X6	2.03	0.24	0.486	
X7	2.80	0.24	0.671	
X8	3.00	0.24	0.720	
			Σ L.t	4.201
			Area	120 m2
			Σ L.t/Ap	0.0350

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{\sum LT}{Ap} = 0.0350 \geq 0.0214 \text{ por lo tanto, cumple en X}$$

A continuación, se detalla los muros Y,

Tabla N° 8: Densidad de muros en dirección Y

MURO en Y	L(m)	t (m)	L.t (m2)	Σ L.t
Y1	2.63	0.24	0.630	6.018
Y2	2.57	0.24	0.616	
Y3	3.86	0.13	0.502	
Y4	4.27	0.13	0.555	
Y5	2.69	0.24	0.646	
Y6	1.47	0.24	0.353	
Y7	2.38	0.13	0.309	
Y8	2.99	0.13	0.389	
Y9	1.14	0.13	0.148	
Y10	1.93	0.13	0.251	
Y11	2.08	0.13	0.270	
Y12	2.63	0.13	0.341	
Y13	2.57	0.13	0.333	
Y14	2.02	0.13	0.263	
Y15	3.18	0.13	0.413	
			Σ L.t	6.018
			Area	120 m2
			Σ L.t/Ap	0.0501

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{\sum LT}{Ap} = 0.0501 \geq 0.0214 \text{ por lo tanto, cumple en Y}$$

#### 4.1.3.4. Columnas

Considerando la (Norma E.070 Albañilería, 2020), el peralte mínimo de este tipo de elemento (columna) será de 25 cm, y el espesor mínimo será igual al espesor del muro. Para este proyecto, utilizaremos diferentes dimensiones para la profundidad de las columnas, pero el espesor mínimo será de 13 cm. No obstante, las columnetas para soportar los huecos en los muros tendrán un espesor y profundidad igual al ancho del muro.



#### 4.1.3.5. Escalera

Del libro de (Morales Morales, 2020), se tiene que el espesor de la escalera se calcula así:

$$t = \frac{L_n}{25} \approx \frac{L_n}{20}$$

Dónde:

$t$ : espesor de la garganta de la escalera (m)

$L_n$ : luz libre entre apoyos que al ser una escalera en ángulo de 45 ° también es la altura entre pisos

Entonces:

$$t = \frac{2.6}{25} = 0.104m$$

Considerando que la escalera la necesidad de colocar acero para el refuerzo, el espesor de la garganta será de 0.13 para una mejor distribución del acero.

Para el cálculo de los pasos y contrapasos, según el (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021), en sus Condiciones generales de Diseño de viviendas, dice que la longitud mínima para los pasos es de 0.25 m y para los contrapasos es de 0.18 m, es ese sentido el número de contrapasos se realiza en función de la siguiente formula:

$$\text{Contrapasos} = \frac{h \text{ entrepiso}}{\text{Longitud de contrapasos}} = \frac{2.6 \text{ m}}{0.18 \text{ m}} = 14.44 \cong$$

15 *contrapasos*

Entonces se tendrá 15 contrapasos con 18 cm cada uno

Para el caso de los pasos la fórmula es la siguiente:

$$\text{Pasos} = \frac{L}{\text{Longitud de pasos}} = \frac{3.79 \text{ m}}{0.25 \text{ m}} = 15.16 \cong 16 \text{ pasos}$$

Entonces se tendrá 13 pasos con 25 cm cada uno

Tomando como referencia (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021), tenemos que cumplir algunos parámetros como :

$$60\text{cm} \leq 2c + p \leq 64 \text{ cm}$$

Dónde:

c = longitud del contrapaso

p = longitud del paso

Entonces para el caso del presente proyecto se tiene  $2(18) + 25 = 61$  cm, lo que quiere decir que el valor se encuentra en el rango

#### **4.1.4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO**

La propuesta de diseño para un edificio de uso residencial multifamiliar contempla cuatro pisos conectados por una escalera interna, cada uno de los cuales albergará un departamento. En el primer piso se ubicará un garaje, tres dormitorios, una sala comedor, dos baños completos, una cocina, una lavandería y un jardín. Del segundo al cuarto piso, los departamentos tendrán cuatro dormitorios, una sala comedor, una cocina, una lavandería y dos baños completos.

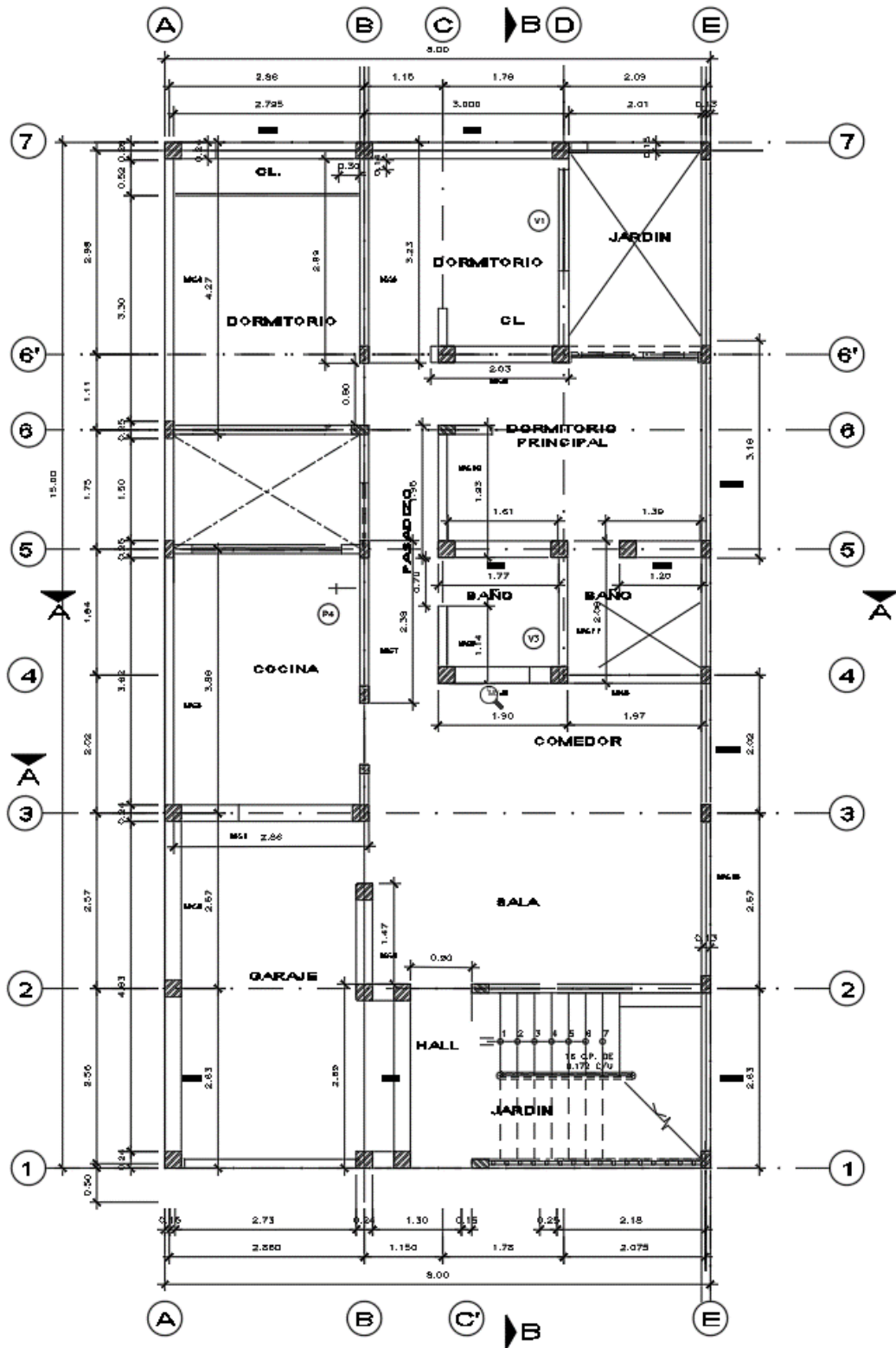
Esto describe la distribución del edificio propuesto, que consiste en varios departamentos en pisos superiores, con diferentes características y tamaño en cada piso, y un espacio adicional en el primer piso que incluye un garaje y otras comodidades

El terreno donde se llevará a cabo la construcción tiene una superficie total de 120 m<sup>2</sup>, y tiene una forma rectangular con dimensiones de 8 metros de ancho y 15 metros de largo. Esto indica que el área disponible para la construcción es de 120 metros cuadrados y tiene una forma rectangular con dimensiones específicas.

La ubicación de la edificación es en el Pasaje Francisco Herrera Chumbe N° 305, en la ciudad, distrito y provincia de Chachapoyas, que se encuentra en la Región Amazonas.

El diseño arquitectónico se inició con un modelado en 2 dimensiones realizado en el programa Autocad, la misma que nos sirvió de base para modelar la estructura en tres dimensiones en el programa REVIT.

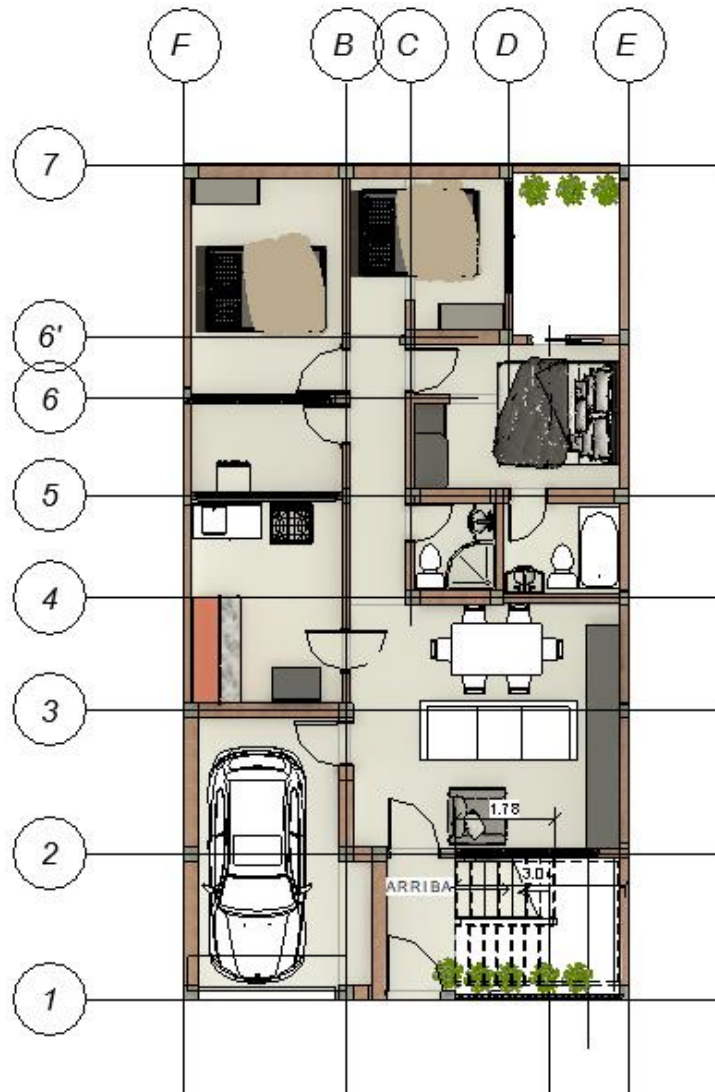
Figura N° 4: Plano de Arquitectura realizado en el programa de Autocad



Fuente: Elaboración propia

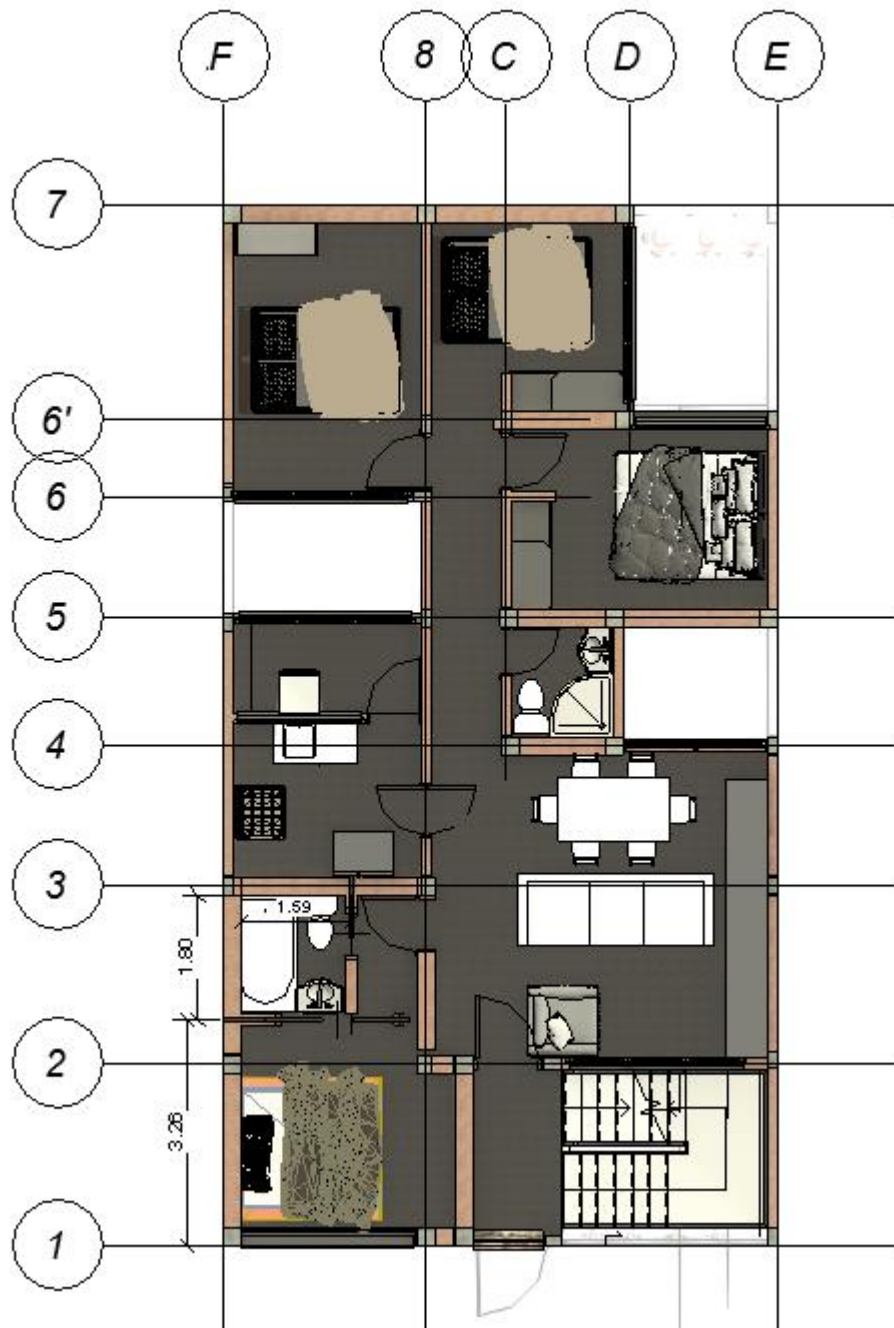
Una vez importado el plano arquitectónico desde Autocad a REVIT, se pudo mejorar este último programa para elaborar el diseño arquitectónico. La creación del modelo en REVIT comenzó con la colocación de columnas, seguida de muros, y luego se procedió con la inclusión de vigas y losas. Esto significa que se usó REVIT para desarrollar el diseño arquitectónico, comenzando por la creación de columnas y avanzando en la construcción del modelo hacia otros elementos estructurales como muros, vigas y losas.

*Imagen N° 4: Figura extraída de REVIT, representa al diseño arquitectónico que corresponde al primer piso*



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 5: Figura extraída de REVIT, representa al diseño arquitectónico que corresponde al segundo, tercer y cuarto piso



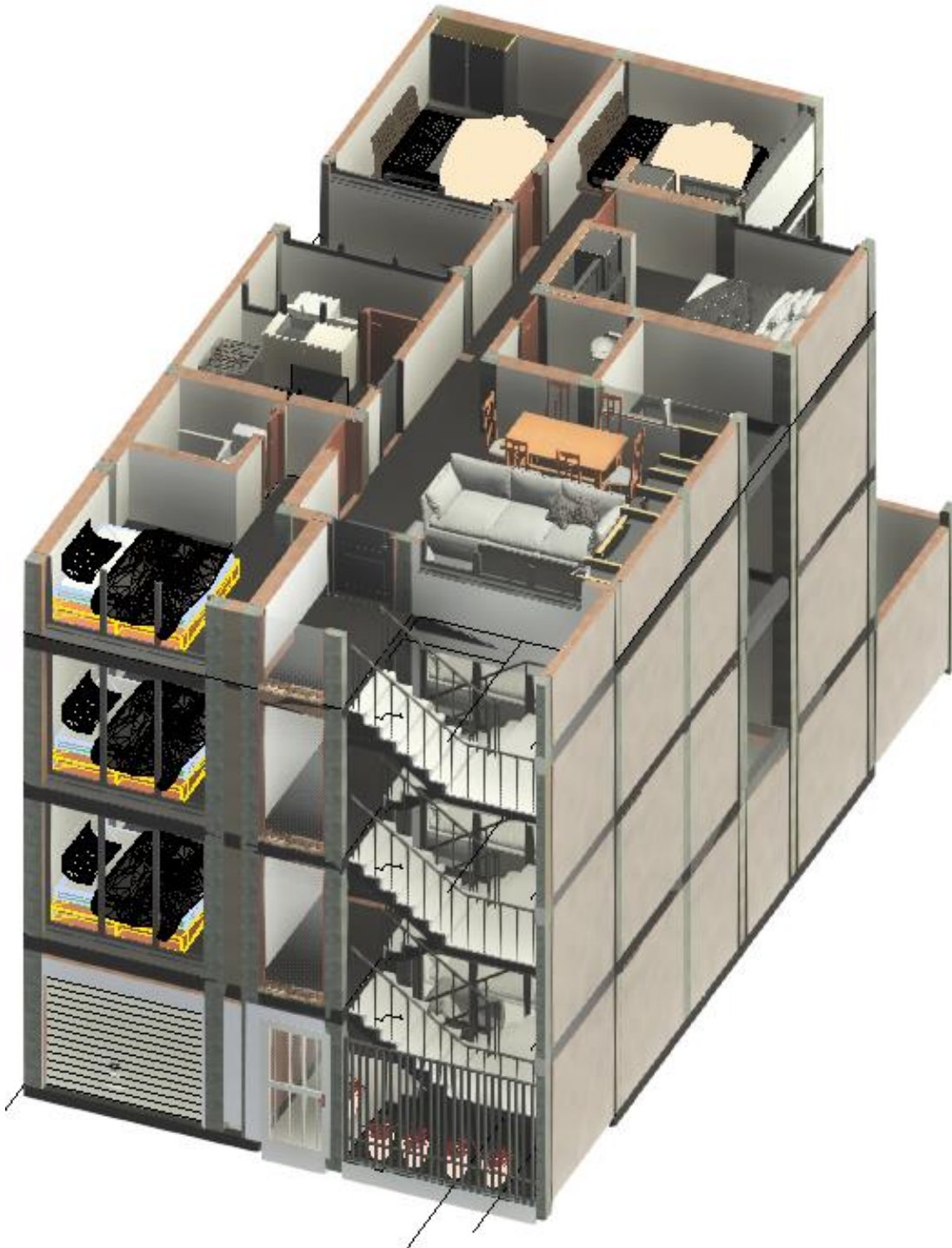
Fuente: Elaboración propia

*Imagen N° 6: Plano de Arquitectura en vista lateral del primero piso realizado en el programa de Revit*



Fuente: Elaboración propia

*Imagen N° 7: Plano de Arquitectura en vista lateral del segundo, tercer y cuarto piso realizado en el programa de Revit*



Fuente: Elaboración propia



Se modeló la distribución de las áreas y el espaciamiento en conformidad con las regulaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones del 2021." Esto significa que la disposición de las áreas y la distancia entre ellas se ajustaron de acuerdo a las normas y especificadas en el mencionado reglamento.

*Imagen N° 8: Plano de Arquitectura en vista lateral de todo el edificio realizado en el programa de Revit*



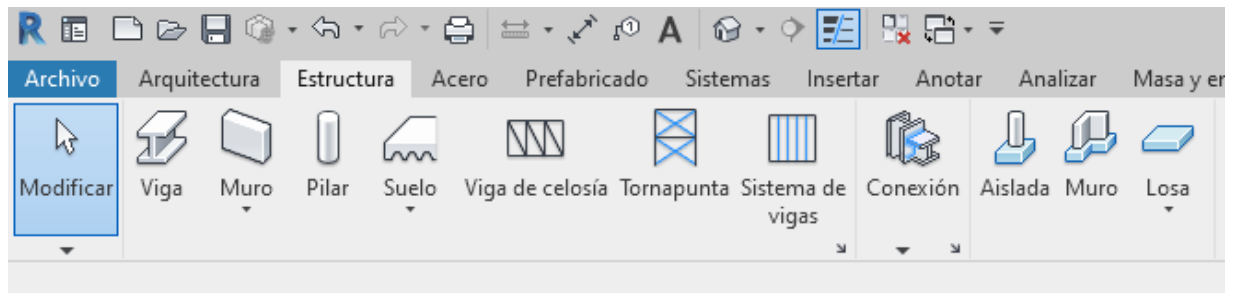
Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. DESARROLLO DE OBJETIVO ESPECÍFICO OE2. Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio sismorresistente de cuatro pisos en softwares Robot Structural y Revit.

La planificación inicial de las columnas, vigas y losas se basa principalmente en el predimensionamiento, esto significa que al diseñar estructuras, la dimensión de estos componentes es determinada primero y luego se ajustan y refinan los detalles del diseño en función de esas dimensiones iniciales.

Las columnas, vigas y muros se diseñaron en Revit incluyendo el tarrajeo es por eso que se tiene columnas de 26x26 cm, 15 x25 cm y 15 x 15 cm, de igual manera para las vigas se tiene 26x30 cm y 15 x30 cm en tanto la viga chata que se escotera en la losa es igual de 40 x 25 cm; para el caso de los muros se ha considerado dimensiones de ancho de 15 cm y 26 cm, es de mencionar que este dimensionamiento se realizo luego de comprobar su soportabilidad en programa de robot structural.

*Imagen N° 9: Barra de herramientas de revit*

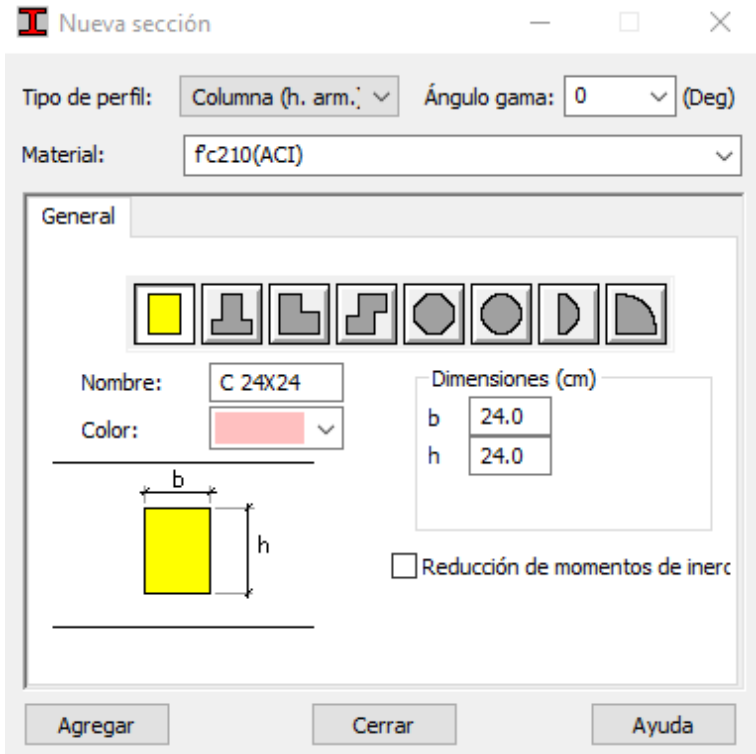
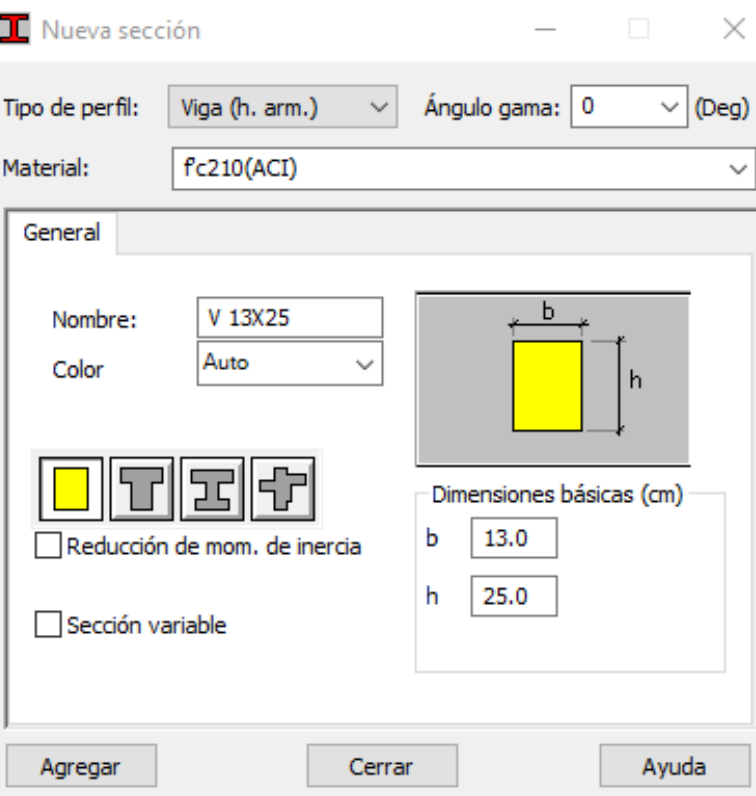


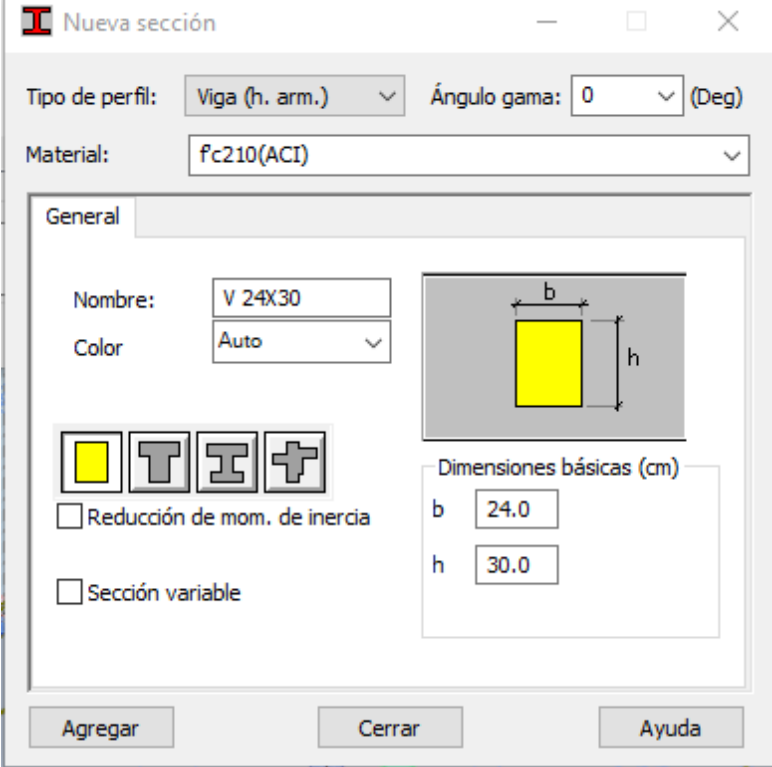
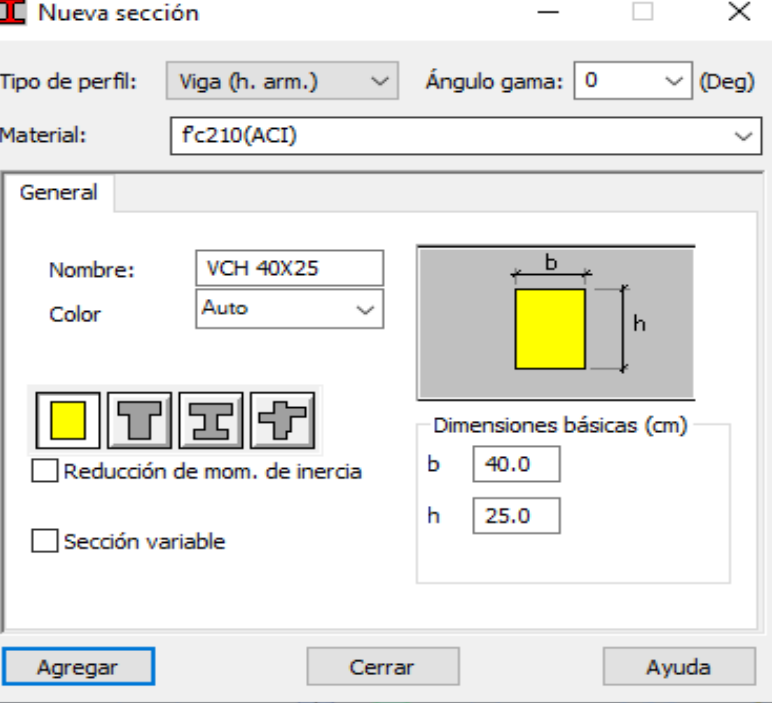
Fuente: Programa revit

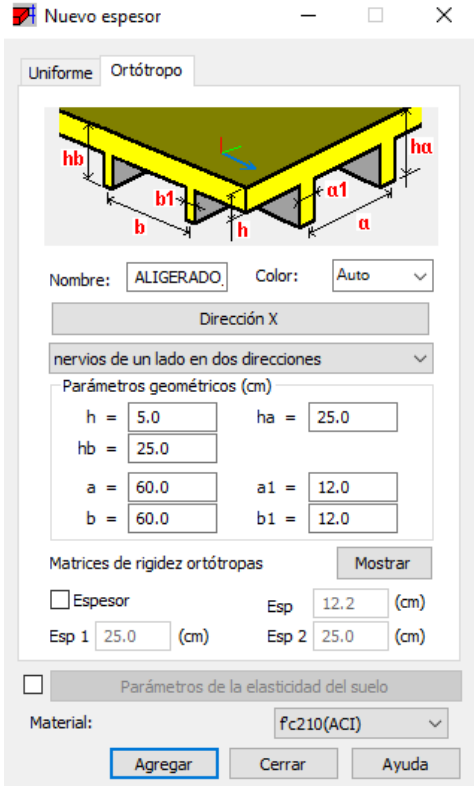
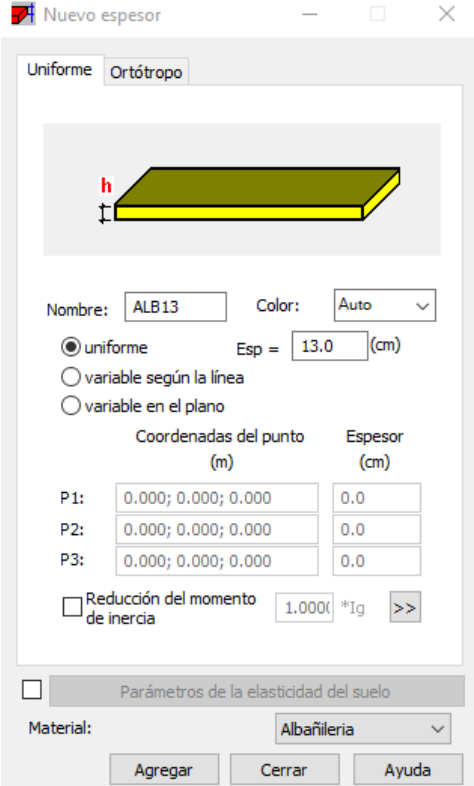
Para el diseño de las estructuras como muros, columnas, vigas y losas en Robot estructural se presenta lo siguiente:

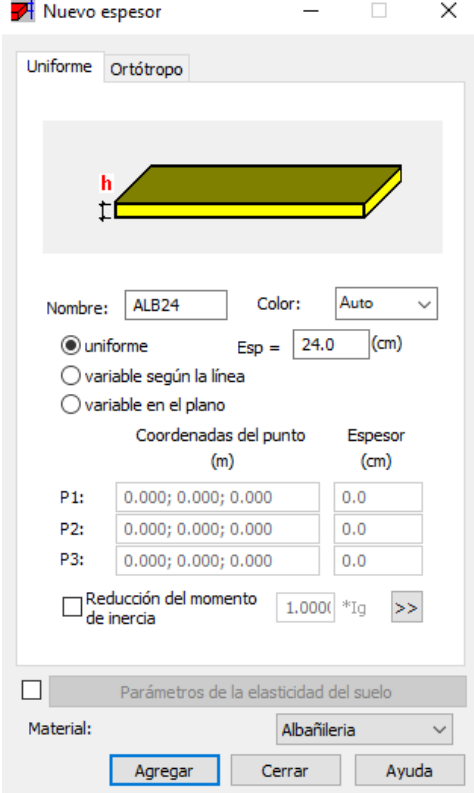
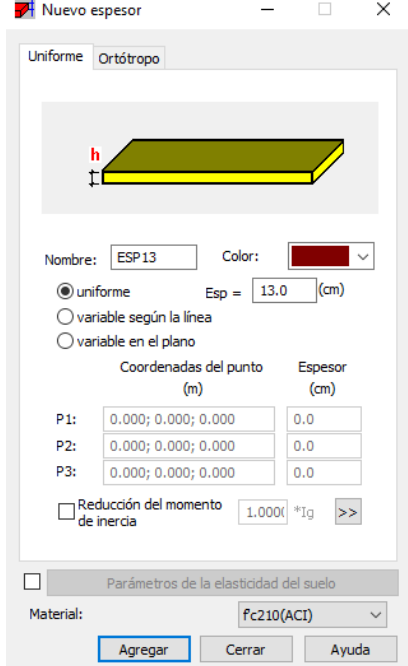
Tabla N° 9: Listado de estructuras del primer piso

Nivel	Tipo Estruct	Descrip	Cantida d	Medida
Primer piso	Columnas	C 13X13	3	
		C 13X25	16	

	C 24X24	19	 <p><b>Nueva sección</b></p> <p>Tipo de perfil: Columna (h. arm.) Ángulo gama: 0 (Deg)</p> <p>Material: fc210(ACI)</p> <p>General</p> <p>Nombre: C 24X24</p> <p>Color: [red]</p> <p>Dimensiones (cm)</p> <p>b: 24.0</p> <p>h: 24.0</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de momentos de inercia</p> <p>Agregar Cerrar Ayuda</p>
Vigas	V 13X30	25	 <p><b>Nueva sección</b></p> <p>Tipo de perfil: Viga (h. arm.) Ángulo gama: 0 (Deg)</p> <p>Material: fc210(ACI)</p> <p>General</p> <p>Nombre: V 13X25</p> <p>Color: Auto</p> <p>Dimensiones básicas (cm)</p> <p>b: 13.0</p> <p>h: 25.0</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de mom. de inercia</p> <p><input type="checkbox"/> Sección variable</p> <p>Agregar Cerrar Ayuda</p>

		V 24X30	13	 <p><b>Nueva sección</b></p> <p>Tipo de perfil: Viga (h. arm.)    Ángulo gama: 0 (Deg)</p> <p>Material: fc210(ACI)</p> <p>General</p> <p>Nombre: V 24X30</p> <p>Color: Auto</p> <p>Dimensiones básicas (cm)</p> <p>b: 24.0</p> <p>h: 30.0</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de mom. de inercia</p> <p><input type="checkbox"/> Sección variable</p> <p>Agregar    Cerrar    Ayuda</p>
		VCH 40X25	6	 <p><b>Nueva sección</b></p> <p>Tipo de perfil: Viga (h. arm.)    Ángulo gama: 0 (Deg)</p> <p>Material: fc210(ACI)</p> <p>General</p> <p>Nombre: VCH 40X25</p> <p>Color: Auto</p> <p>Dimensiones básicas (cm)</p> <p>b: 40.0</p> <p>h: 25.0</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de mom. de inercia</p> <p><input type="checkbox"/> Sección variable</p> <p>Agregar    Cerrar    Ayuda</p>

	Losa aligerada	ALIG 25 CM en dos direcciones	1	
	Muros	Muro de 13 x 2.35	15	

	Muro de 24 x 2.35	8	
Escalera	Escalera en U de 1.2 m	1	

**Del segundo al cuarto piso se tiene lo siguiente**

*Tabla N° 10: Listado de estructuras del segundo al cuarto piso*

Nivel	Tipo Estructura	Descripción	Cantidad por piso	Número de pisos	Cantidad Total	Medida
segundo al cuarto piso	Columnas	C 13X13	3	3	9	Columna de as de 13 cm x 13 cm
		C 13X25	16	3	48	Columna de as de 13 cm x 25cm
		C 24X24	19	3	57	Columna de as de 24 cm x 24cm
	Vigas	V 13X30	25	3	75	Viga de 13 cm x 30 cm
		V 24X30	13	3	39	Viga de 24 cm x 30 cm
		VCH 40X25	6	3	18	Viga de 40 cm x 25 cm
	Losa aligerada	ALIG 25 CM en dos direcciones	1	3	3	Losa aligerada de dos direcciones de 25 cm de
	muros	Muro de 13	15	3	45	Muro portante de 13 cm de ancho x 2 35 de altura
		Muro de 24	8	3	24	Muro portante de 24 cm de ancho x 2 35 de altura

Fuente: Elaboración propia

**4.3. DESARROLLO DE OBJETIVO ESPECIFICO OE3. Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos softwares Robot Structural y Revit.**

**4.3.1. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICOS DEL SUELO DE FUNDACIÓN**

**4.3.1.1. Trabajo de campo**

Se sacó una muestra de 25 Kg en una calicata de 1.5 metros de profundidad en el terreno en el cual se diseñará la edificación, la cual presenta un área de 120 m<sup>2</sup> y está ubicada en el Psje Francisco Herrera Chumbe N° 305 de la ciudad de Chachapoyas.



#### 4.3.1.2. Estudio de suelo en laboratorio

##### Clasificación de suelos

Según el análisis realizado por el Laboratorio de Suelos de la DG INGENIEROS SAC, el suelo se clasifica con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) como SC arcilloso arenoso con capacidad portante baja a moderada.

*Tabla N° 11: Clasificación de suelos*

Estudio	Clasificación	Descripción
SUCS	SP	ARENAS ARCILLOSAS

Fuente: Laboratorio DG INGENIEROS SAC.

##### Capacidad portante

La  $Q_{adm}$  de 0.68 Kg/cm<sup>2</sup> obtenida de la calicata 1 del terreno ubicado en Psje Francisco Herrera Chumbe de la ciudad de Chachapoyas, se refiere a la capacidad de soporte admisible del suelo, es decir, la carga máxima que puede soportar el suelo sin sufrir fallas o deformaciones excesivas. Esta información es esencial para el diseño de la cimentación de cualquier estructura que se construya en ese terreno.

*Tabla N° 12: Capacidad de carga admisible*

Muestra	Ancho calicata	Profundidad de calicata	Descripción de la muestra
Calicata 1	1.20 m	1.50 m	0.68 Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Laboratorio DG INGENIEROS SAC.

##### Otros resultados

El laboratorio de mecánica de suelos, concreto y Pavimento DG, entrega los resultados siguientes:

- Las extracciones de la muestra consistieron en extraer la muestra mediante una calicata a cielo abierto con una profundidad de 1,50 m, sin observar deslizamientos ni presencia de grietas debajo del estrato de cimentación.
- En la muestra no se observó presencia alguna de Napa freática en las calicatas a una profundidad de 1.50 M.
- Se recomienda de la siguiente forma.
  - ✓ Se recomienda que el proyectista considere la siguiente tabla para diferentes capacidades portantes del suelo, a diferentes profundidades de cimentación y con diferentes anchos de zapata, a fin de lograr un mejor diseño:

*Tabla N° 13: Resultados del estudio*

<b>Calicata</b>	<b>Resultados</b>
Clasificación SUCS	SC
$\phi$	17.4
C(Tn/M2)	0.155
$\gamma$	1.653
N'c	12.64
N'q	4.96
N' y	3.74
Df	1.5
Fs	3
Qadm(Kg/cm2)	0.68

Fuente: Laboratorio DG INGENIEROS SAC.

**Donde:**

$\phi$  : Angulo de fricción interna reducido

$\gamma$  : Densidad de suelo Natural

Nc: Factores de capacidad de carga

Df: Profundidad de cimentación

Fs: Factor de seguridad

Qadm : Capacidad Admisible de carga

$$Nc = Ctg\phi(Nq - 1)$$

$$Nq = \pi tg\phi tg^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

$$Ny = 2Tg\phi(Nq + 1)$$

- EL predio donde se desarrolla el diseño de edificio, se encuentra ubicada dentro de la zona sísmica 2 (Zona a sísmica media). Debido a ello debemos considera la ocurrencia de sismos de gran magnitud.
- Para nuestro análisis de ocurrencia de sismo, el reglamento nacional de construcción recomienda la consideración de un suelo de un perfil tipo S2. Con periodo Tp(s) =0.6 segundos. Factor de S=2.
- Teniendo en cuenta las características del suelo del perfil estratificado del subsuelo en la calicata, recomendamos cimentar los edificios en forma superficial, con cimentación cuadrada.
- El espesor final de la cimentación deberá ser determinado por el ingeniero estructural, de tal forma que garantice la rigidez de la cimentación de una transmisión uniforme de las cargas al subsuelo.



*Imagen N° 10: fotografía de calicata para estudio de mecánica de suelo*



*Imagen N° 11: Vista de capas de suelo del terreno para proyecto*



*Imagen N° 12: Fotografía de muestreo de suelo*

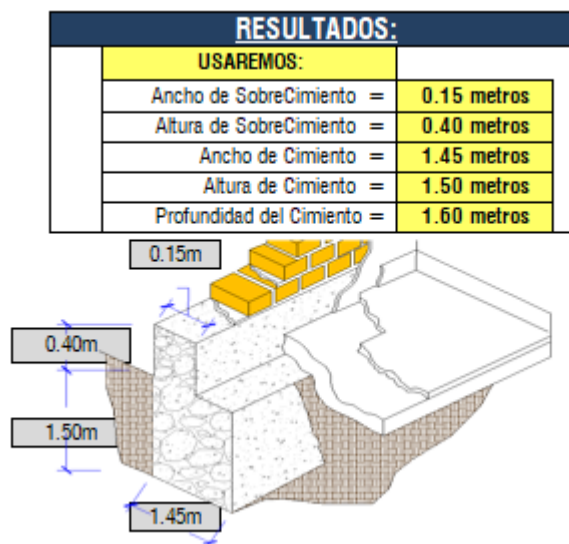


*Imagen N° 13: Fotografía de muestreo de suelo*

La recomendación del estudio de suelo es que se utilice material grava limoso o grava con bajo contenido de finos para mejorar las condiciones del suelo arenoso en el área de contacto con la estructura. Este material puede ser obtenido de ríos o canteras de cerro, y debe tener un espesor de 25 cm. Luego de ser tamizado, se compactará al 95% de su densidad seca máxima mediante el ensayo Proctor modificado para aumentar la densidad del suelo y mejorar su resistencia al corte, lo que reducirá posibles asentamientos. En base a las características del perfil estratigráfico del subsuelo revelado en la excavación, la recomendación es que los cimientos del edificio se coloquen en la superficie, utilizando una base cuadrada.

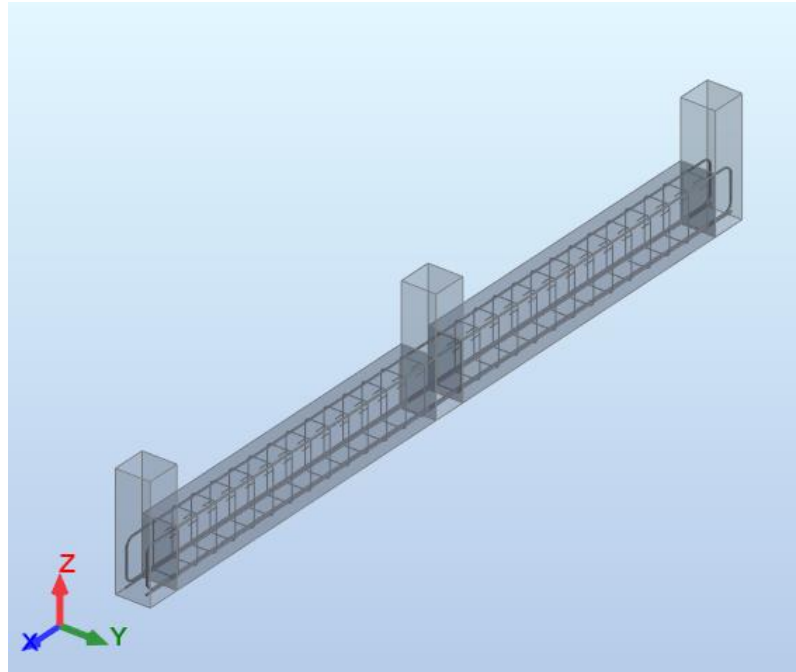
Después de realizar el análisis estructural en Robot Structural, se evaluó el uso de una cimentación continua con sobrecimiento armado en lugar de la cimentación de base cuadrada recomendada según las recomendaciones del estudio de suelos. Esto se debe a que el suelo es del tipo arcilloso de baja plasticidad (S2), con una capacidad portante de  $Q_{adm} = 0,68 \text{ Kg/cm}^2$  a una profundidad de -1,50 m.

*Imagen N° 14: Datos a usar en cimiento corrido*



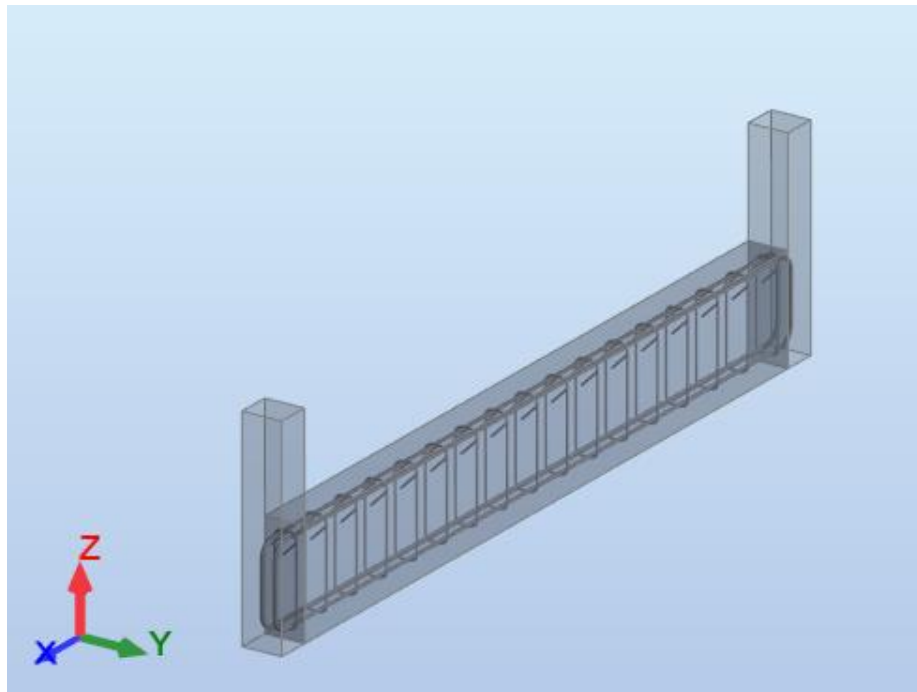
Fuente: Hoja de Diseño

El sobrecimiento reforzado será de 15x40 cm y 24x40 cm  
*Imagen N° 15: Armadura de sobrecimiento armado de 15x40cm*



Fuente: Elaboración propia

*Imagen N° 16: Armadura de sobrecimiento armado de 24x40cm*



Fuente: Elaboración propia

#### **4.4. DESARROLLO DE OBJETIVO ESPECIFICO OE4. Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con Robot Structural**

##### **4.4.1. METRADO DE CARGAS**

Para el caso se tomara en cuenta el (*Norma E.020 Cargas, 2020*), correspondiente a CARGA VIDA y CARGA MUERTA:

##### **4.4.2. DISEÑO ESTRUCTURAL**

El edificio que se construirá será de uso multifamiliar y tendrá cuatro pisos. Se seguro albañilería confinada para su estructuración, ya que esta técnica de construcción es bien recibida debido a su eficiencia y capacidad para reducir la cantidad de materiales necesarios, como elementos de concreto reforzado. Esto significa que se utilizó la técnica de albañilería confinada para construir el edificio de cuatro pisos, lo que se considera una forma eficiente de construcción que permite ahorrar en materiales y recursos

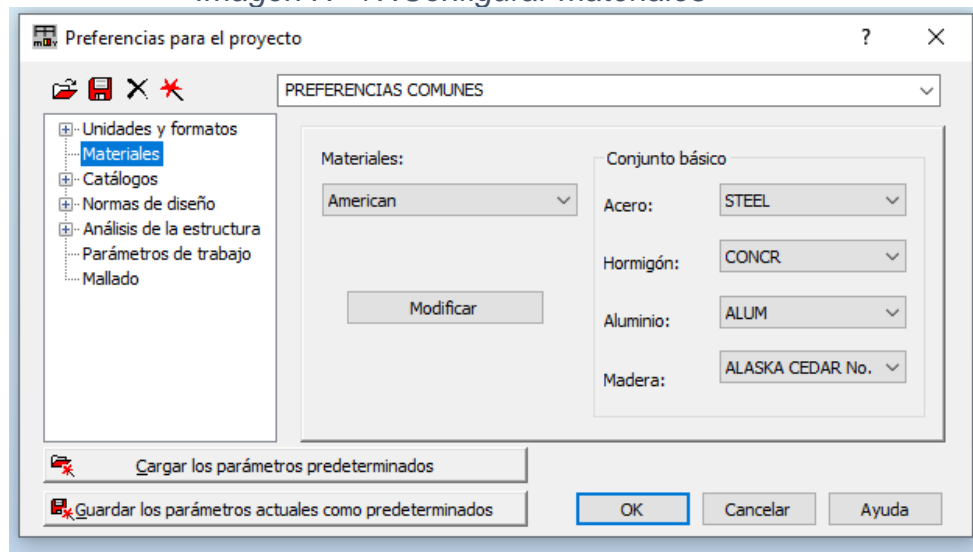
Como nuestro diseño utiliza albañilería confinada, es crucial seguir ciertos criterios para seleccionar los elementos portantes adecuados. Estos criterios incluyen una sección transversal preferiblemente simétrica, continuidad vertical hasta la cimentación, y una longitud de al menos 1,20 m. Además, para que los elementos portátiles contribuyan a la resistencia contra fuerzas horizontales, es importante que tengan longitudes uniformes en cada dirección. Esto implica que se deben tener en cuenta ciertos requisitos específicos para los elementos portantes que se utilizarán en la construcción de la edificación debido a la técnica de albañilería confinada

Tomando como referencia la (*Norma E.020 Cargas, 2020*), para el diseño de los muros de albañilería, utilizaremos ladrillos de arcilla cocida sólida de 1800 Kg/m<sup>3</sup>, por otro lado según la tabla N° 09 de la (*Norma E.070 Albañilería, 2020*), nos dice que el ladrillo de arcilla king



kong industrial (el que utilizaremos), tiene una resistencia a compresión ( $f'm$ ) de 65 kg/cm<sup>2</sup> y una verificación a corte ( $v'm$ ) de 8.1 kg/cm<sup>2</sup>, tomando estos datos y demás que se encuentran en el acápite de propiedades de materiales del presente proyecto, se iniciara el diseño en robot estructural con la configuración de los materiales y demás.

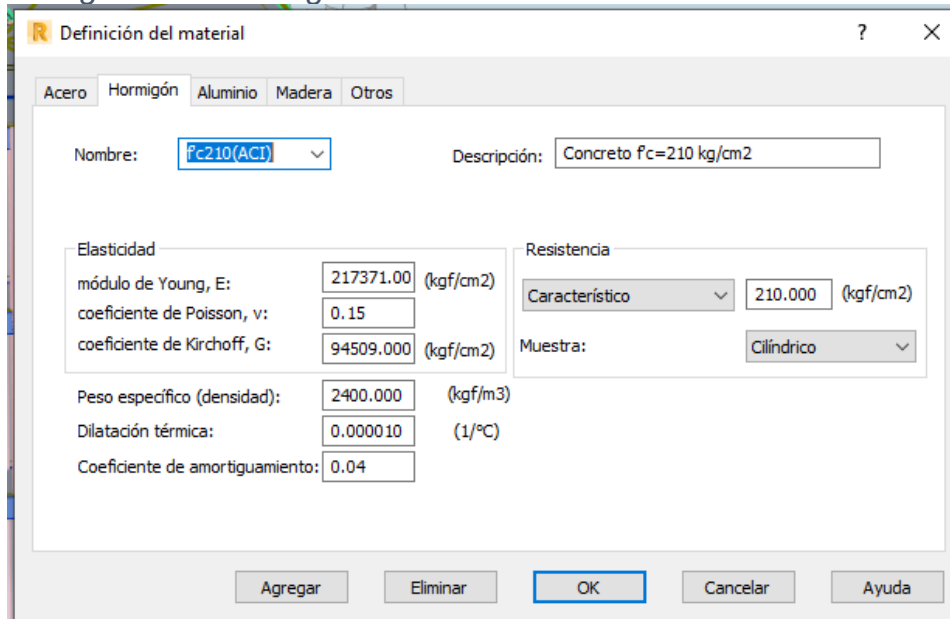
Imagen N° 17:Configurar materiales



Fuente: Robot estructural

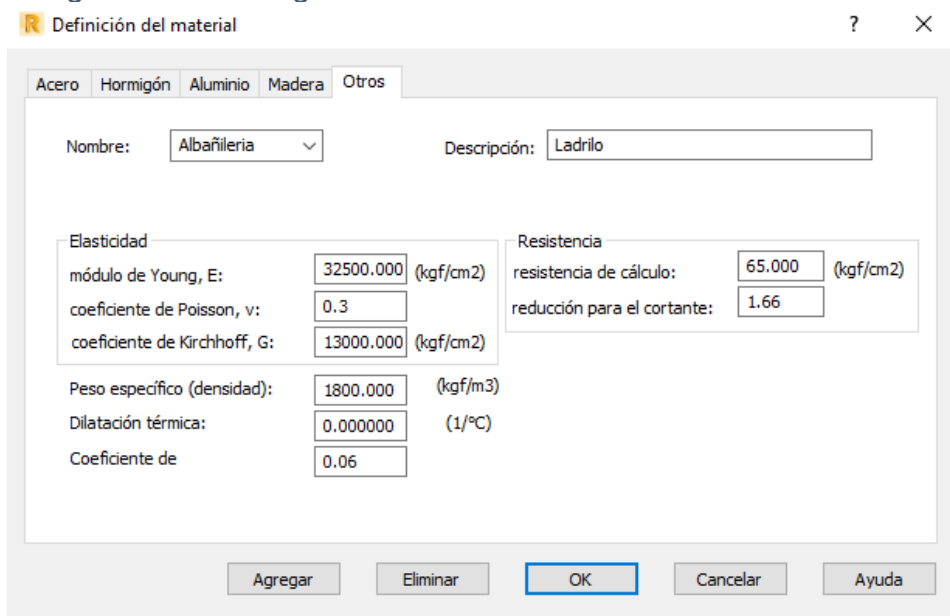
Aunque el Robot Structural no está específicamente diseñado para modelar albañilería confinada, ofrece algunas opciones que podemos adaptar a nuestras necesidades. Por ejemplo, podemos crear un material de albañilería y utilizar los datos que se encuentran en la sección de propiedades de materiales para realizar los cálculos necesarios. Esto significa que, aunque el programa no es ideal para modelar albañilería confinada, hay opciones disponibles para adaptar el software a las necesidades específicas del proyecto, y una de ellas es crear un material personalizado para la albañilería y utilizar los datos de cálculo correspondientes.

Imagen N° 18: Configura material de concreto a utilizar en el diseño



Fuente: Robot structural

Imagen N° 19: Configura material de albañilería a utilizar en el diseño

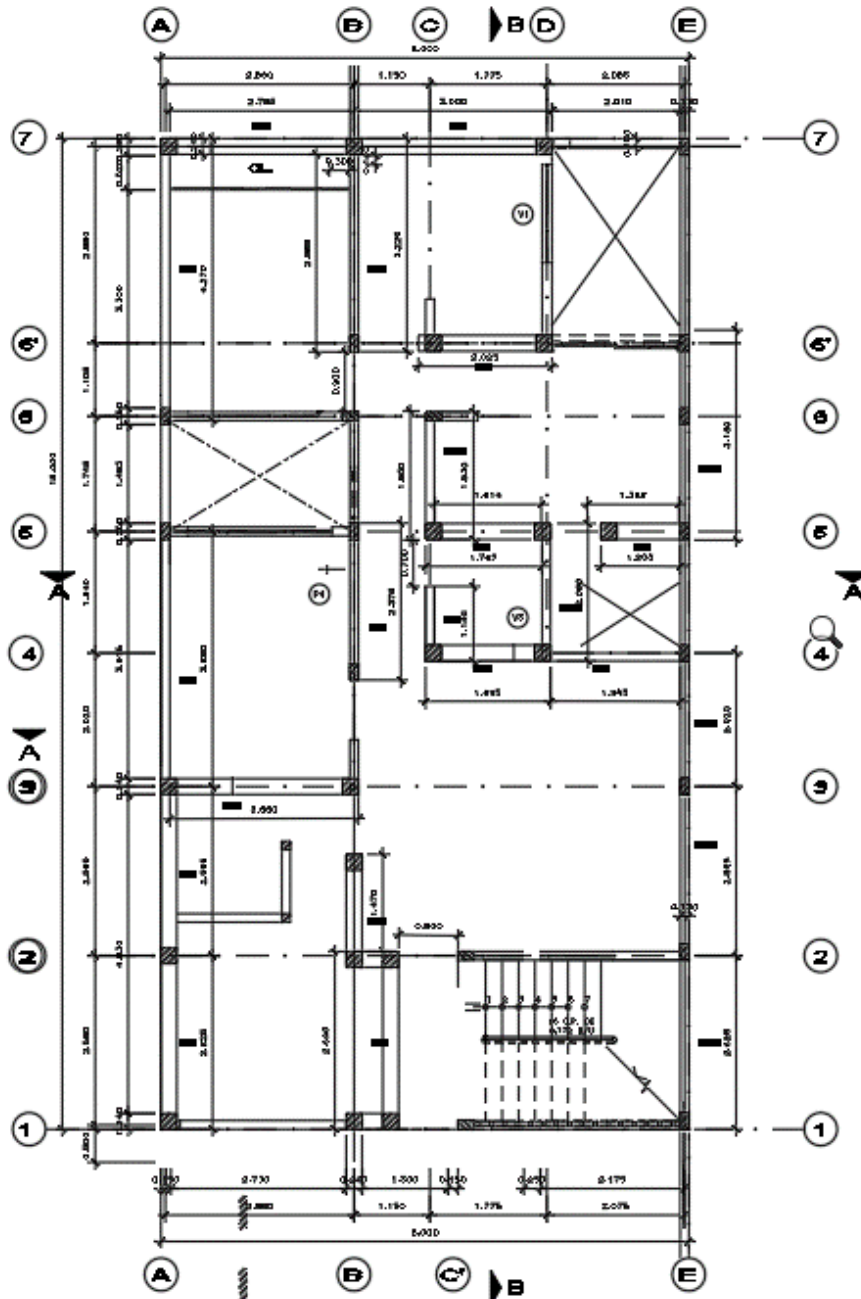


Fuente: Robot structural

Lo primero que se ha hecho para el diseño estructural es bosquejar la estructuración en Autocad, donde se tiene todas las divisiones de muros, así como las secciones de las columnas con sus respectivos

ejes, al igual que los muros.

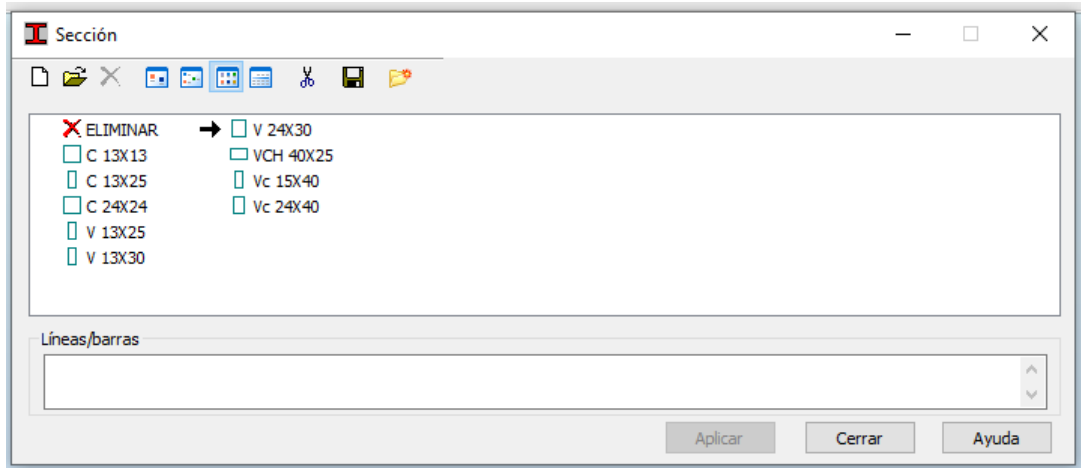
*Imagen N° 20: Plano de arquitectura extraído de autocad*



Fuente: elaboración propia

En el programa robot structural se genera las estructuras de columnas y vigas.

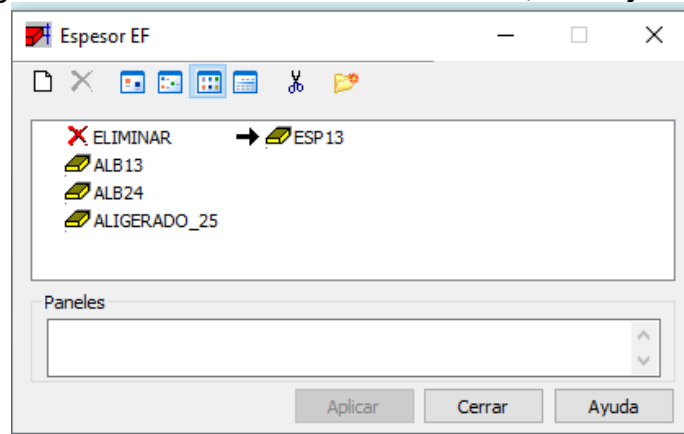
Imagen N° 21: Parametrización de columnas y vigas



Fuente: Robot structural

Así mismo se da los parámetros para las muros, losas y escalera

Imagen N° 22: Parametrización de muros, losas y escalera



Fuente: Robot structural

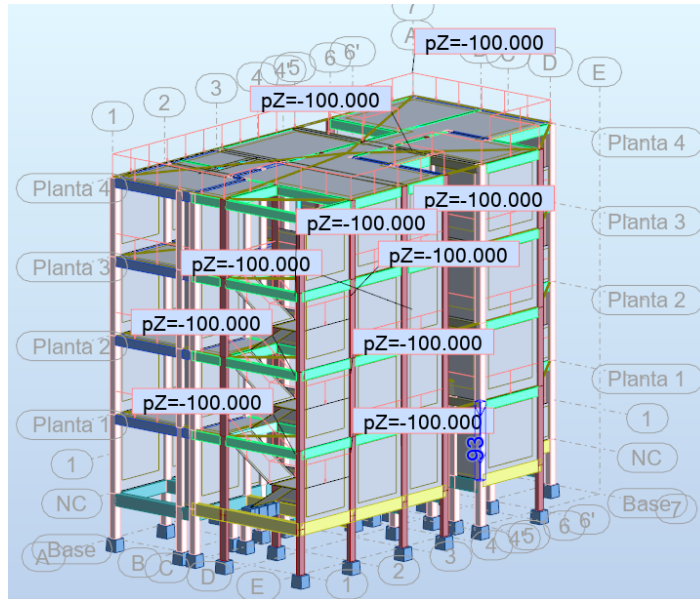
## Cargas y combinaciones

Se utilizará lo siguiente:

- *Peso propio = asignado automáticamente*
- *Carga Muerta = 100 Kg/m<sup>2</sup> para instalaciones y otros*
- *Carga Viva = 300 Kg/m<sup>2</sup>*
- *Carga Viva techo = 100 kgf/ m<sup>2</sup>*

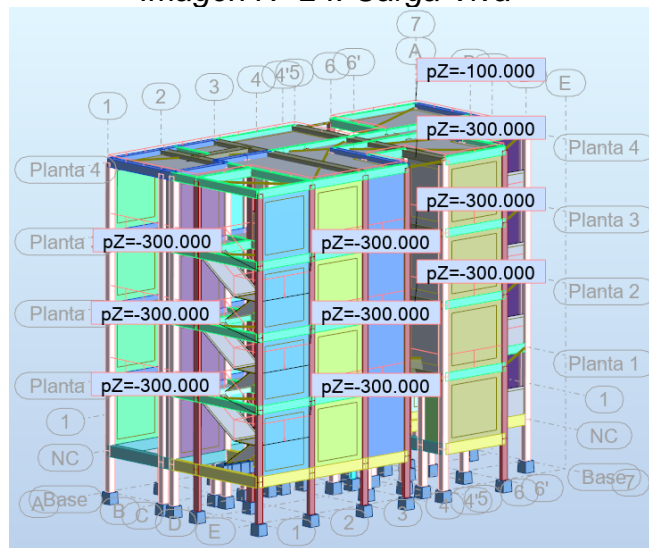
Las combinaciones serán según ACI318

Imagen N° 23: Carga muerta



Fuente: Robot structural

*Imagen N° 24: Carga Viva*



Fuente: Robot structural

**Aplicación de análisis spectral.**

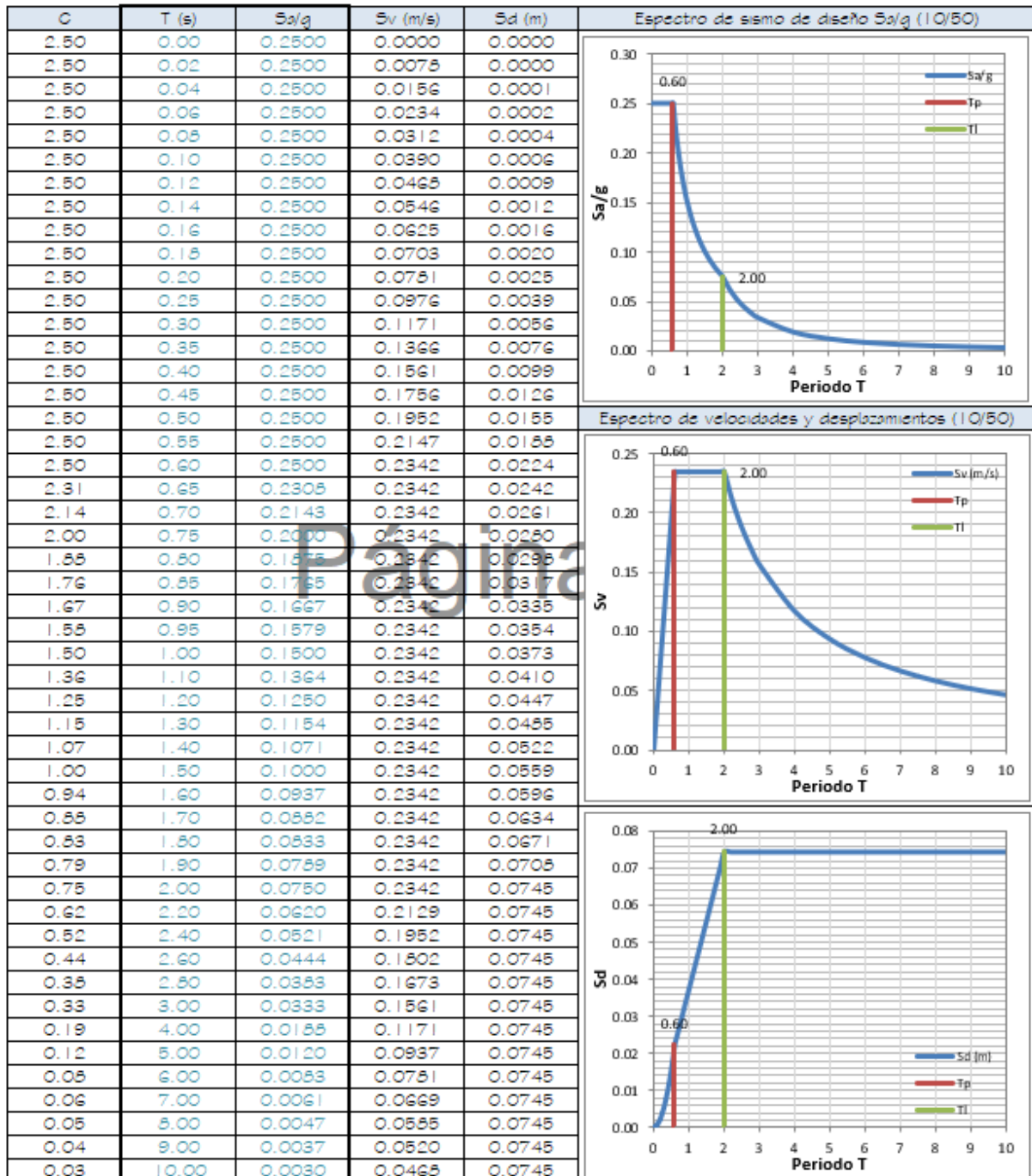
Para obtener el espectro se usará hoja de cálculo de Ing. Max J.

Cardenas Alarcon, con los siguientes datos:

- Departamento: Amazonas
- Provincia: Chachapoyas
- Distrito: Chachapoyas
- Perfil de suelo: S2

- Categoría de edificación: C (común)
- Sistema estructural: Albañilería confinada

Tabla N° 14: Espectro de sismo de la ciudad de Chachapoyas



Fuente: elaboración propia con hoja de cálculo de Ing. Max J. Cardenas Alarcon

### **Análisis modal en cálculo de masa participante**

Para análisis modal, no se discretizará la losa de entre piso, porque cuando se discretiza una losa de entrepiso estamos añadiendo muchos nudos, con lo que tenemos muchos grados de libertad adicionales, lo cual es perjudicial porque la norma nos indica que tienen que haber un porcentaje de masa participante equivalente al 90% de la masa total y cuando hacemos análisis modal estamos definiendo las formas naturales en que el edificio se va a desplazar en dirección "x", en dirección "y" así como las formas naturales en que el edificio se va torcionar y para que el programa calcule la cantidad de masa participante tenemos que definir cierta cantidad modos de vibrar de la estructura, lo que la norma recomienda es que al menos sean 3 modos de vibrar por cada piso, ahora, cuando nosotros discretizamos una losa se aumentan nudos de cálculo y grados de libertad, por lo que el programa requiere más modos de vibrar, y con esto el programa tardara mucho para llegar a los cálculos correspondientes.

De los cálculos de modos propio generados por el programa, al aplicar 12 modos, se aprecia que tanto en "X" como en "Y", se superó del 90% de participación de masa, por lo que se cumple con lo establecido en la norma.

Tabla N° 15: Cálculo de masa participante

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)
4/ 2	4.82608	0.20721	92.42167	4.69371	0.00329	1.49358	4.64842	0.00085
4/ 3	6.50695	0.15368	92.42355	94.52166	0.00567	0.00188	89.82795	0.00239
4/ 4	9.39408	0.10645	98.31422	94.56914	0.01470	5.89067	0.04748	0.00903
4/ 5	13.31084	0.07513	98.57779	97.38854	0.02079	0.26357	2.81940	0.00609
4/ 6	14.07995	0.07102	98.71876	99.15288	0.04345	0.14097	1.76434	0.02266
4/ 7	19.11798	0.05231	98.80376	99.15288	0.04438	0.08499	0.00000	0.00093
4/ 8	20.54508	0.04867	99.02812	99.15298	0.04619	0.22437	0.00010	0.00181
4/ 9	21.27086	0.04701	99.02878	99.15300	0.04619	0.00066	0.00002	0.00000
4/ 10	21.81462	0.04584	99.03020	99.15670	0.04888	0.00142	0.00370	0.00269
4/ 11	22.42657	0.04459	99.03031	99.15705	0.05034	0.00011	0.00035	0.00147
4/ 12	23.42454	0.04269	99.05820	99.15707	0.05637	0.02789	0.00002	0.00603
10/ 1	2.90231	0.34455	90.92809	0.04529	0.00244	90.92809	0.04529	0.00244
10/ 2	4.82608	0.20721	92.42167	4.69371	0.00329	1.49358	4.64842	0.00085
10/ 3	6.50695	0.15368	92.42355	94.52166	0.00567	0.00188	89.82795	0.00239
10/ 4	9.39408	0.10645	98.31422	94.56914	0.01470	5.89067	0.04748	0.00903
10/ 5	13.31084	0.07513	98.57779	97.38854	0.02079	0.26357	2.81940	0.00609
10/ 6	14.07995	0.07102	98.71876	99.15288	0.04345	0.14097	1.76434	0.02266
10/ 7	19.11798	0.05231	98.80376	99.15288	0.04438	0.08499	0.00000	0.00093
10/ 8	20.54508	0.04867	99.02812	99.15298	0.04619	0.22437	0.00010	0.00181
10/ 9	21.27086	0.04701	99.02878	99.15300	0.04619	0.00066	0.00002	0.00000
10/ 10	21.81462	0.04584	99.03020	99.15670	0.04888	0.00142	0.00370	0.00269
10/ 11	22.42657	0.04459	99.03031	99.15705	0.05034	0.00011	0.00035	0.00147
10/ 12	23.42454	0.04269	99.05820	99.15707	0.05637	0.02789	0.00002	0.00603
11/ 1	2.90231	0.34455	90.92809	0.04529	0.00244	90.92809	0.04529	0.00244
11/ 2	4.82608	0.20721	92.42167	4.69371	0.00329	1.49358	4.64842	0.00085
11/ 3	6.50695	0.15368	92.42355	94.52166	0.00567	0.00188	89.82795	0.00239
11/ 4	9.39408	0.10645	98.31422	94.56914	0.01470	5.89067	0.04748	0.00903
11/ 5	13.31084	0.07513	98.57779	97.38854	0.02079	0.26357	2.81940	0.00609
11/ 6	14.07995	0.07102	98.71876	99.15288	0.04345	0.14097	1.76434	0.02266
11/ 7	19.11798	0.05231	98.80376	99.15288	0.04438	0.08499	0.00000	0.00093
11/ 8	20.54508	0.04867	99.02812	99.15298	0.04619	0.22437	0.00010	0.00181
11/ 9	21.27086	0.04701	99.02878	99.15300	0.04619	0.00066	0.00002	0.00000
11/ 10	21.81462	0.04584	99.03020	99.15670	0.04888	0.00142	0.00370	0.00269
11/ 11	22.42657	0.04459	99.03031	99.15705	0.05034	0.00011	0.00035	0.00147
11/ 12	23.42454	0.04269	99.05820	99.15707	0.05637	0.02789	0.00002	0.00603
12/ 1	2.90231	0.34455	90.92809	0.04529	0.00244	90.92809	0.04529	0.00244
12/ 2	4.82608	0.20721	92.42167	4.69371	0.00329	1.49358	4.64842	0.00085
12/ 3	6.50695	0.15368	92.42355	94.52166	0.00567	0.00188	89.82795	0.00239
12/ 4	9.39408	0.10645	98.31422	94.56914	0.01470	5.89067	0.04748	0.00903
12/ 5	13.31084	0.07513	98.57779	97.38854	0.02079	0.26357	2.81940	0.00609
12/ 6	14.07995	0.07102	98.71876	99.15288	0.04345	0.14097	1.76434	0.02266
12/ 7	19.11798	0.05231	98.80376	99.15288	0.04438	0.08499	0.00000	0.00093
12/ 8	20.54508	0.04867	99.02812	99.15298	0.04619	0.22437	0.00010	0.00181
12/ 9	21.27086	0.04701	99.02878	99.15300	0.04619	0.00066	0.00002	0.00000
12/ 10	21.81462	0.04584	99.03020	99.15670	0.04888	0.00142	0.00370	0.00269
12/ 11	22.42657	0.04459	99.03031	99.15705	0.05034	0.00011	0.00035	0.00147
12/ 12	23.42454	0.04269	99.05820	99.15707	0.05637	0.02789	0.00002	0.00603

Fuente: Robot structural

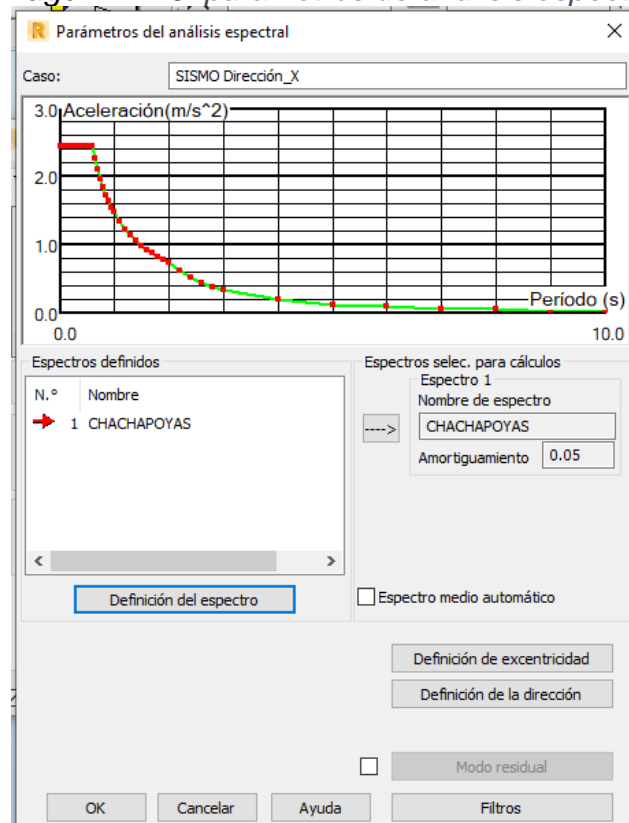


## Aplicación de análisis espectral.

Para obtener el espectro se usará hoja de cálculo de Ing. Max J. Cardenas Alarcon, con los siguientes datos:

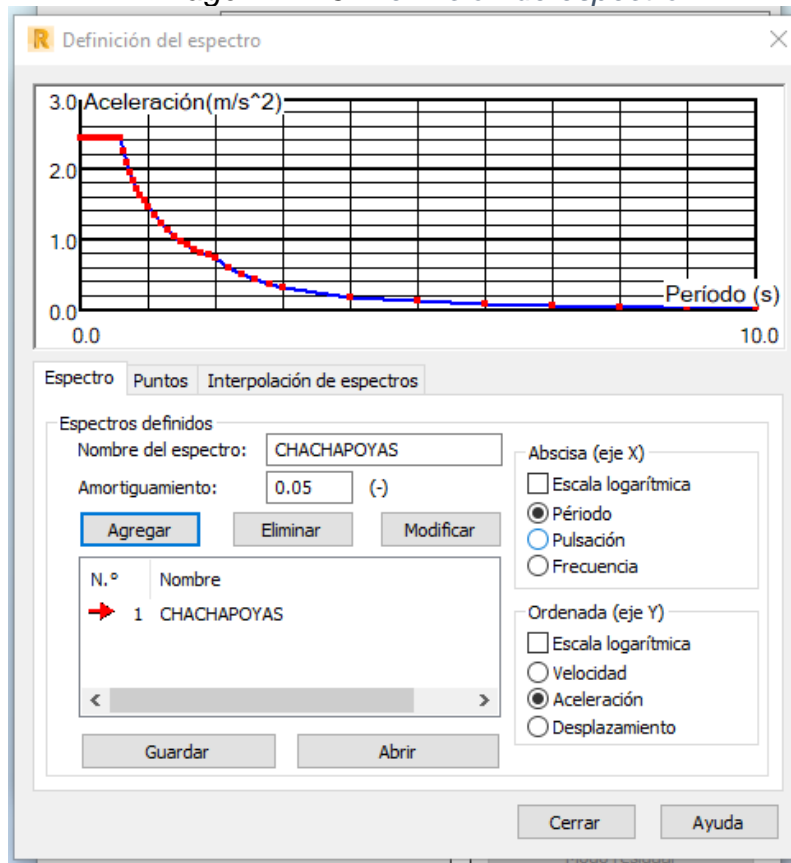
- Departamento: Amazonas
- Provincia: Chachapoyas
- Distrito: Chachapoyas
- Perfil de suelo: S2
- Categoría de edificación: C (común)
- Sistema estructural: Albañilería confinada

Imagen N° 25: *parámetros de análisis espectral*



Fuente: Robot structural

Imagen N° 26: Definición de espectro



Fuente: Robot structural

Imagen N° 27: Definición de la excentricidad de las masas

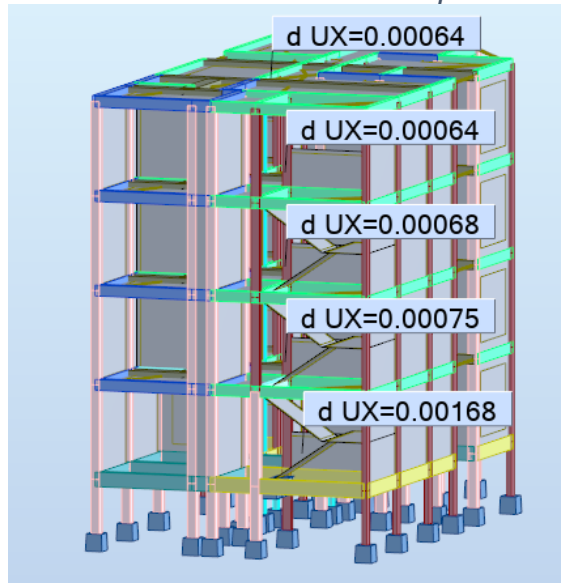
The screenshot shows the 'Definición de excentricidades de masas' dialog box. It has two radio buttons: 'Valores totales' (unselected) and 'Valores relativos' (selected). Below, there are two checked checkboxes: 'Dirección X' and 'Dirección Y'. Each has a text input field with '5.00000' and a '%' symbol. The text 'Los cálculos serán efectuados según el método simplificado' is displayed at the bottom. At the very bottom are 'OK' and 'Cancelar' buttons.

Fuente: Robot structural

### Control de derivas de entre piso

Respetando el Artículo 32.- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles, de la (Norma E.030 Diseño sismorresistente, 2020), En referencia a la normativa que establece los límites de distorsión del entrepiso para albañilería en 0.005, se puede ver lo siguiente:

Imagen N° 28: Control de derivas de entre piso en dirección en X



Fuente: Robot structural

Tabla N° 16: Control de derivas de entre piso en dirección en X

Coefficiente de Reducción sísmica  $R$  empleado en el análisis = 3

EN X

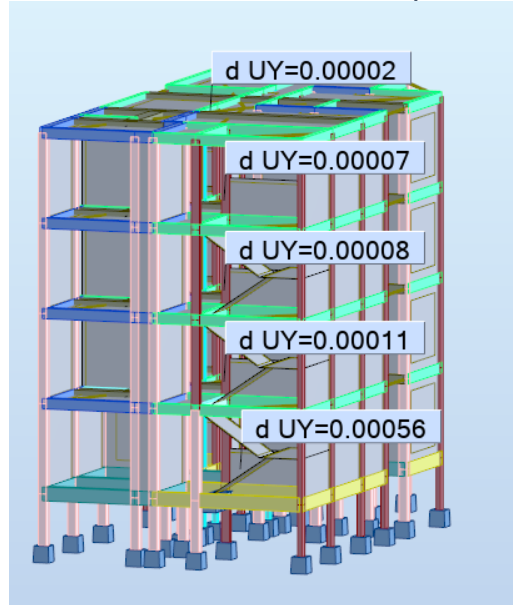
PISO	Máxima Distorsión de entrepiso (ROBOT)	$0.75 \cdot R$	DISTORSIÓN NORMATIVA E.030	CONTROL	ESTADO
3	0.00064	2.25	0.0014	0.005	<b>CUMPLE</b>
2	0.00064	2.25	0.0014	0.005	<b>CUMPLE</b>
1	0.00068	2.25	0.0015	0.005	<b>CUMPLE</b>
PB	0.00075	2.25	0.0017	0.005	<b>CUMPLE</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

Evaluando en dirección en X. Considerando además lo que dice la (Norma E.030 Diseño sismorresistente, 2020), acuerdo con la norma,

para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando 0,75 R. En este caso, la distorsión cumple con los parámetros de la norma.

Imagen N° 29: Control de derivas de entre piso en dirección en Y



Fuente: Robot structural

Tabla N° 17: Control de derivas de entre piso en dirección en Y

**Coefficiente de Reducción sísmica R empleado en el análisis = 3**

**EN Y**

PISO	Máxima Distorsión de entrepiso (ROBOT)	0.75*R	DISTORSIÓN NORMATIVA E.030	CONTROL	ESTADO
3	0.00002	2.25	0.0000	0.005	<b>CUMPLE</b>
2	0.00007	2.25	0.0002	0.005	<b>CUMPLE</b>
1	0.00008	2.25	0.0002	0.005	<b>CUMPLE</b>
PB	0.00011	2.25	0.0002	0.005	<b>CUMPLE</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

Evaluando en dirección en Y. Considerando además lo que dice la (Norma E.030 Diseño sismorresistente, 2020), de acuerdo con la norma, para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando 0,75 R. En este caso, la distorsión cumple con los parámetros de la norma.

## Control de muros de albañilería

De la evaluación de los planos de arquitectura tenemos el siguiente cuadro

Tabla N° 18: Datos de muros de albañilería

MURO	Longitud (m)	Espesor (m)	Altura (m)	$f'_m$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$v'_m$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
MX-1	2.86	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-2	1.90	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-3	1.97	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-4	1.77	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-5	1.20	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-6	2.03	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-7	2.80	0.24	2.35	65.00	8.10
MX-8	3.00	0.24	2.35	65.00	8.10
MY-1	2.63	0.24	2.35	65.00	8.10
MY-2	2.57	0.24	2.35	65.00	8.10
MY-3	3.86	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-4	4.27	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-5	2.69	0.24	2.35	65.00	8.10
MY-6	1.47	0.24	2.35	65.00	8.10
MY-7	2.38	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-8	2.99	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-9	1.14	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-10	1.93	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-11	2.08	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-12	2.63	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-13	2.57	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-14	2.02	0.13	2.35	65.00	8.10
MY-15	3.18	0.13	2.35	65.00	8.10

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

De acuerdo con las especificaciones de RNE (Norma E.070 Albañilería, 2020), la Resistencia a Compresión Axial en Pilas:  $f'_m = 65 \text{ kg/cm}^2$  y la resistencia al Corte en Muretes:  $v'_m = 8.1 \text{ kg/cm}^2$ ;

### Verificación por aplastamiento (100% carga muerta + 100% carga viva)

De la (Norma E.070 Albañilería, 2020), Se puede afirmar que el valor máximo del esfuerzo axial ( $\sigma_{max}$ ) producido por la carga de gravedad máxima de servicio ( $P_m$ ), que incluye el 100% de sobrecarga, no

excederá de:

$$\sigma_{max} = \frac{Pm}{L \cdot t} \leq 0.2 * f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35 * t} \right)^2 \right]$$

Tabla N° 19: Verificación por aplastamiento 100% carga muerta más 100% carga viva

MURO	Longitud L (m)	Espesor t (m)	Altura h (m)	Pm [kgf] (Obtenido de ROBOT)	$\sigma_m$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Verificación
MX-1	2.86	0.24	2.35	3018	0.44	Cumple
MX-2	1.90	0.24	2.35	1787	0.39	Cumple
MX-3	1.97	0.24	2.35	2145	0.45	Cumple
MX-4	1.77	0.24	2.35	1604	0.38	Cumple
MX-5	1.20	0.24	2.35	1229	0.43	Cumple
MX-6	2.03	0.24	2.35	2388	0.49	Cumple
MX-7	2.80	0.24	2.35	2907	0.43	Cumple
MX-8	3.00	0.24	2.35	2873	0.40	Cumple
MY-1	2.63	0.24	2.35	2610	0.41	Cumple
MY-2	2.57	0.24	2.35	2940	0.48	Cumple
MY-3	3.86	0.13	2.35	2132	0.42	Cumple
MY-4	4.27	0.13	2.35	2268	0.41	Cumple
MY-5	2.69	0.24	2.35	2326	0.36	Cumple
MY-6	1.47	0.24	2.35	2273	0.64	Cumple
MY-7	2.38	0.13	2.35	1667	0.54	Cumple
MY-8	2.99	0.13	2.35	1858	0.48	Cumple
MY-9	1.14	0.13	2.35	709	0.48	Cumple
MY-10	1.93	0.13	2.35	1385	0.55	Cumple
MY-11	2.08	0.13	2.35	1031	0.38	Cumple
MY-12	2.63	0.13	2.35	1582	0.46	Cumple
MY-13	2.57	0.13	2.35	1936	0.58	Cumple
MY-14	2.02	0.13	2.35	1626	0.62	Cumple
MY-15	3.18	0.13	2.35	1396	0.34	Cumple

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot estructural

Entonces de la verificación por aplastamiento, se cumple en ambas

direcciones

### **Verificación por fisuración de muros (sismo moderado)**

El análisis estructural se hará para la condición de sismo "severo" empleando un  $R = 3$ , mismo que se utilizó para el control de derivas, con el cual se calcularán solicitaciones de sismo "moderado" multiplicando por 0,50.

De la (Norma E.070 Albañilería, 2020), Se menciona que el objetivo del control de fisuración es prevenir la aparición de fisuras en los muros durante los sismos moderados, que son los más comunes. Para lograr esto, se tendrán en cuenta las fuerzas cortantes que se producen durante un sismo moderado.

Es necesario comprobar que la siguiente ecuación, que controla la aparición de fallas debido al corte, se cumpla en todos los muros de albañilería en cada entrepiso:

$$V_e \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza cortante admisible}$$

Donde: " $V_e$ " es la fuerza cortante producida por el "sismo moderado" en el muro en análisis y " $V_m$ " es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería, también  $M_e$  es el momento flector del muro obtenido del análisis elástico, así mismo  $\alpha$  es el factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e L}{M_e} = 1$$

Según la (Norma E.030 Diseño sismorresistente, 2020),  $P_g$  representa la carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida.

Tabla N° 20: Verificación por fisuración de muros en eje x

MUR O	$v'_m$ [kgf/cm <sup>2</sup> ]	Ve [kgf] sismo severo	Me [kgf*m] sismo severo	Ve [kgf] sismo moderado	Me [kgf*m] sismo moderado	L [m]	alfa calcula do	Adopt ar alfa	t [m]	Pg [kgf] Obtenid o de ROBOT	Vm [kgf]	0.55*Vm	Verificación
MX-1	8.10	15426	15642	7,713.00	7,821.00	2.86	2.82	1.00	0.24	1399	28,120.97	15,466.53	Cumple
MX-2	8.10	7022	3628	3,511.00	1,814.00	1.90	3.67	1.00	0.24	829	18,610.07	10,235.54	Cumple
MX-3	8.10	7232	4439	3,616.00	2,219.50	1.97	3.20	1.00	0.24	992	19,327.96	10,630.38	Cumple
MX-4	8.10	9536	3773	4,768.00	1,886.50	1.77	4.46	1.00	0.24	746	17,327.38	9,530.06	Cumple
MX-5	8.10	4866	1102	2,433.00	551.00	1.20	5.30	1.00	0.24	570	11,795.10	6,487.31	Cumple
MX-6	8.10	8355	3941	4,177.50	1,970.50	2.03	4.29	1.00	0.24	1109	19,938.07	10,965.94	Cumple
MX-7	8.10	7637	7413	3,818.50	3,706.50	2.80	2.88	1.00	0.24	1355	27,479.05	15,113.48	Cumple
MX-8	8.10	8030	8130	4,015.00	4,065.00	3.00	2.96	1.00	0.24	1336	29,467.28	16,207.00	Cumple

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural



Tabla N° 21: Verificación por fisuración de muros en eje y

MUR O	v' <sub>m</sub> [kgf/cm <sup>2</sup> ]	Ve [kgf] sismo severo Obtenido de ROBOT	Me [kgf * m] sismo severo Obtenido de ROBOT	Ve [kgf] (sismo modera do)	Me [kgf*m] (sismo moderado)	L [m]	alfa calculad o	Adopta r alfa	t [m]	Pg [kgf] Obtenid o de ROBOT	Vm [kgf]	0.55*Vm	Verificación
MY-1	8.10	2671	1528	1,335.50	764.00	2.63	4.59	1.00	0.24	1213	25,793.99	14,186.69	Cumple
MY-2	8.10	2390	1589	1,195.00	794.50	2.57	3.86	1.00	0.24	1370	25,246.90	13,885.80	Cumple
MY-3	8.10	2182	2771	1,091.00	1,385.50	3.86	3.04	1.00	0.13	989	20,550.37	11,302.70	Cumple
MY-4	8.10	2836	4107	1,418.00	2,053.50	4.27	2.95	1.00	0.13	1050	22,723.05	12,497.68	Cumple
MY-5	8.10	5120	2266	2,560.00	1,133.00	2.69	6.08	1.00	0.24	1080	26,395.20	14,517.36	Cumple
MY-6	8.10	2284	427	1,142.00	213.50	1.47	7.86	1.00	0.24	1055	14,531.05	7,992.08	Cumple
MY-7	8.10	1102	568	551.00	284.00	2.38	4.61	1.00	0.13	772	12,681.94	6,975.06	Cumple
MY-8	8.10	2412	1422	1,206.00	711.00	2.99	5.07	1.00	0.13	856	15,933.97	8,763.68	Cumple
MY-9	8.10	691	339	345.50	169.50	1.14	2.32	1.00	0.13	329	6,077.77	3,342.77	Cumple
MY-	8.10	2474	1513	1,237.00	756.50	1.93	3.16	1.00	0.13	642	10,309.11	5,670.01	Cumple
MY-	8.10	3222	579	1,611.00	289.50	2.08	11.57	1.00	0.13	478	11,061.14	6,083.63	Cumple
MY-	8.10	788	1615	394.00	807.50	2.63	1.28	1.00	0.13	723	13,986.92	7,692.80	Cumple
MY-	8.10	1683	1004	841.50	502.00	2.57	4.30	1.00	0.13	888	13,708.97	7,539.93	Cumple
MY-	8.10	1717	600	858.50	300.00	2.02	5.78	1.00	0.13	749	10,807.57	5,944.16	Cumple
MY-	8.10	2623	2797	1,311.50	1,398.50	3.18	2.98	1.00	0.13	647	16,891.51	9,290.33	Cumple

Fuente: Elaboración propia

De la verificación por fisuración se tiene como resultado que se cumple los parámetros de la norma, tanto en la dirección “X” como en la dirección “Y”, esto quiere decir que cuando tengamos un sismo moderado, nuestros muros no sufrirán daños de agrietamiento.

### **Verificación por corte del edificio**

En la (Norma E.070 Albañilería, 2020), se requiere que cada entrepiso “i” del edificio tenga la resistencia y solidez adecuada y que, en cada dirección principal del edificio, la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante generada por el sismo severo, lo que significa que se debe cumplir lo siguiente:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

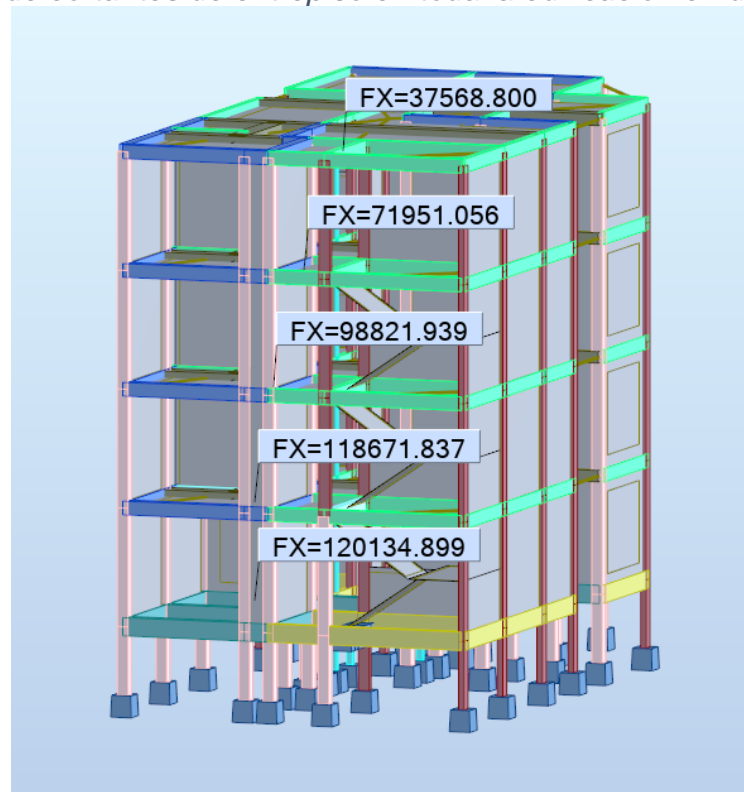
La suma de las resistencias al corte ( $\sum V_{mi}$ ) solo tomará en cuenta la contribución de los muros que están reforzados (ya sea con confinamiento o armadura) y los muros de concreto armado, sin considerar la contribución del refuerzo horizontal en este caso.

El valor “ $V_{Ei}$ ” corresponde a la fuerza cortante actuante en el entrepiso “i” del edificio, producida por el “sismo severo”.

Cumplida la expresión  $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$  por los muros portantes de carga sísmica, el resto de muros que componen al edificio podrán ser no reforzados para la acción sísmica coplanar.

Si la suma de fuerzas cortantes en cada entrepiso es mayor o igual a  $3V_{Ei}$ , se considerará que el edificio se comporta de manera elástica. En ese caso, se continuó un refuerzo mínimo capaz de actuar como arriostamiento y soportar las cargas perpendiculares al plano de la albañilería.

Imagen N° 30: Vista de cortantes de entrepiso en toda la edificación en dirección X



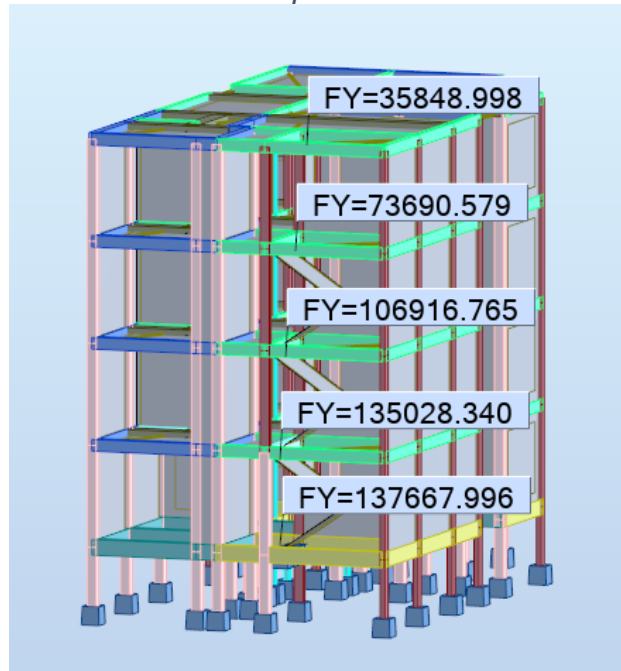
Fuente: Robot structural

Tabla N° 22: corte del edificio en eje x

MURO	Vm [kgf]	V <sub>EI</sub> (Obtenido de ROBOT)	VERIFICACIÓN
MX-1	28,120.97	<b>118,671.00</b>	<b>Cumple</b>
MX-2	18,610.07		
MX-3	19,327.96		
MX-4	17,327.38		
MX-5	11,795.10		
MX-6	19,938.07		
MX-7	27,479.05		
MX-8	29,467.28		
<b>TOTAL:</b>	<b>172,065.88</b>		

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

Imagen N° 31: Vista de cortantes de entrepiso en toda la edificación en eje y



Fuente: Robot structural

Tabla N° 23: corte del edificio en eje y

MURO	Vm [kgf]	V <sub>EI</sub> (Obtenido de ROBOT)	VERIFICACIÓN
MY-1	25,793.99	<b>135,028.00</b>	<b>Cumple</b>
MY-2	25,246.90		
MY-3	20,550.37		
MY-4	22,723.05		
MY-5	26,395.20		
MY-6	14,531.05		
MY-7	12,681.94		
MY-8	15,933.97		
MY-9	6,077.77		
MY-10	10,309.11		
MY-11	11,061.14		
MY-12	13,986.92		
MY-13	13,708.97		
MY-14	10,807.57		
MY-15	16,891.51		
<b>TOTAL :</b>	<b>246,699.44</b>		

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

### Fuerzas de diseño de la albañilería

La (Norma E.070 Albañilería, 2020), nos dice que las fuerzas internas

para el diseño de los muros en cada entrepiso “i” serán las del “sismo severo” ( $V_{ui}, M_{ui}$ ), y se obtendrán amplificando los valores obtenidos del análisis elástico ante el “sismo moderado” ( $V_{ei}, M_{ei}$ ) por la relación cortante de agrietamiento diagonal ( $V_{m1}$ ) entre cortante producido por el “sismo moderado” ( $V_{e1}$ ), ambos en el primer piso. El factor de amplificación no deberá ser menor que dos ni mayor que tres:  $2 \leq$

$$\frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3.$$

Por lo tanto, el valor del Cortante ultimo ( $V_u$ ) y el momento ultimo ( $M_u$ ), para cada muro se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla N° 24: Estimación de fuerzas para diseño de muros en eje x

MURO	Vm [kgf]	Ve [kgf] sismo moderado	Me [kgf*m] sismo moderado	Factor Vm1/Ve1	$2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$	Vu [kgf] sismo severo	Mu [kgf*m] sismo severo
MX-1	28,120.97	7,713.00	7,821.00	3.65	<b>3.00</b>	23,139.00	23,463.00
MX-2	18,610.07	3,511.00	1,814.00	5.30	<b>3.00</b>	10,533.00	5,442.00
MX-3	19,327.96	3,616.00	2,219.50	5.35	<b>3.00</b>	10,848.00	6,658.50
MX-4	17,327.38	4,768.00	1,886.50	3.63	<b>3.00</b>	14,304.00	5,659.50
MX-5	11,795.10	2,433.00	551.00	4.85	<b>3.00</b>	7,299.00	1,653.00
MX-6	19,938.07	4,177.50	1,970.50	4.77	<b>3.00</b>	12,532.50	5,911.50
MX-7	27,479.05	3,818.50	3,706.50	7.20	<b>3.00</b>	11,455.50	11,119.50
MX-8	29,467.28	4,015.00	4,065.00	7.34	<b>3.00</b>	12,045.00	12,195.00

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

Tabla N° 25: Estimación de fuerzas para diseño de muros en eje y

MURO	Vm [kgf]	Ve [kgf] sismo moderado	Me [kgf*m] sismo moderado	Factor Vm1/Ve1	$2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$	Vu [kgf] sismo severo	Mu [kgf*m] sismo severo
MY-1	25,793.99	1,335.50	764.00	19.31	<b>3.00</b>	4,006.50	2,292.00
MY-2	25,246.90	1,195.00	794.50	21.13	<b>3.00</b>	3,585.00	2,383.50
MY-3	20,550.37	1,091.00	1,385.50	18.84	<b>3.00</b>	3,273.00	4,156.50
MY-4	22,723.05	1,418.00	2,053.50	16.02	<b>3.00</b>	4,254.00	6,160.50
MY-5	26,395.20	2,560.00	1,133.00	10.31	<b>3.00</b>	7,680.00	3,399.00
MY-6	14,531.05	1,142.00	213.50	12.72	<b>3.00</b>	3,426.00	640.50
MY-7	12,681.94	551.00	284.00	23.02	<b>3.00</b>	1,653.00	852.00
MY-8	15,933.97	1,206.00	711.00	13.21	<b>3.00</b>	3,618.00	2,133.00
MY-9	6,077.77	345.50	169.50	17.59	<b>3.00</b>	1,036.50	508.50
MY-10	10,309.11	1,237.00	756.50	8.33	<b>3.00</b>	3,711.00	2,269.50
MY-11	11,061.14	1,611.00	289.50	6.87	<b>3.00</b>	4,833.00	868.50
MY-12	13,986.92	394.00	807.50	35.50	<b>3.00</b>	1,182.00	2,422.50
MY-13	13,708.97	841.50	502.00	16.29	<b>3.00</b>	2,524.50	1,506.00
MY-14	10,807.57	858.50	300.00	12.59	<b>3.00</b>	2,575.50	900.00
MY-15	16,891.51	1,311.50	1,398.50	12.88	<b>3.00</b>	3,934.50	4,195.50

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

En albañilería no se trabaja para la falla si no en base a fórmulas que nos dice la norma.

### Necesidad de colocar refuerzo horizontal

Tomando en consideración la (Norma E.070 Albañilería, 2020), nos dice que todo muro confinado cuyo cortante bajo sismo severo sea mayor o igual a su resistencia al corte ( $V_{u\geq}, V_m$ ), o que tenga un esfuerzo a compresión axial producido por la carga gravitacional considerando toda la sobrecarga,  $\sigma_m = P_m/(L.t)$ , mayor o igual que  $0.05 f_m$ , deberá llevar refuerzo horizontal continuo anclado a las columnas de confinamiento.

La cuantía del acero de refuerzo horizontal será:  $\rho = A_m/(s.t) \geq 0.001$ , donde "s" es el espaciamiento entre hiladas de ladrillo y "t" representa al espesores del muro. Las varillas de refuerzo penetrarán en las columnas de confinamiento por lo menos 12,5 cm y terminarán con gancho a 90° vertical de 10 cm de longitud.

Tabla N° 26: Necesidad de colocar refuerzo horizontal en eje x

MURO	Vm [kgf]	Vu [kgf] sismo severo	VERIFICACIÓN	$\sigma_m$ kgf/cm2	$0,05*f_m$ kgf/cm2	VERIFICACIÓN
MX-1	28,120.97	23,139.00	NO REQUIERE	0.44	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-2	18,610.07	10,533.00	NO REQUIERE	0.39	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-3	19,327.96	10,848.00	NO REQUIERE	0.45	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-4	17,327.38	14,304.00	NO REQUIERE	0.38	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-5	11,795.10	7,299.00	NO REQUIERE	0.43	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-6	19,938.07	12,532.50	NO REQUIERE	0.49	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-7	27,479.05	11,455.50	NO REQUIERE	0.43	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MX-8	29,467.28	12,045.00	NO REQUIERE	0.40	<b>3.25</b>	NO REQUIERE

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural



Tabla N° 27: Necesidad de colocar refuerzo horizontal en eje y

MURO	V <sub>m</sub> [kgf]	V <sub>u</sub> [kgf] sismo severo	VERIFICACIÓN	$\sigma_m$ kgf/cm <sup>2</sup>	$0,05 \cdot f'_m$ kgf/cm <sup>2</sup>	VERIFICACIÓN
MY-1	25,793.99	4,006.50	NO REQUIERE	0.41	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-2	25,246.90	3,585.00	NO REQUIERE	0.48	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-3	20,550.37	3,273.00	NO REQUIERE	0.42	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-4	22,723.05	4,254.00	NO REQUIERE	0.41	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-5	26,395.20	7,680.00	NO REQUIERE	0.36	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-6	14,531.05	3,426.00	NO REQUIERE	0.64	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-7	12,681.94	1,653.00	NO REQUIERE	0.54	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-8	15,933.97	3,618.00	NO REQUIERE	0.48	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-9	6,077.77	1,036.50	NO REQUIERE	0.48	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-10	10,309.11	3,711.00	NO REQUIERE	0.55	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-11	11,061.14	4,833.00	NO REQUIERE	0.38	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-12	13,986.92	1,182.00	NO REQUIERE	0.46	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-13	13,708.97	2,524.50	NO REQUIERE	0.58	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-14	10,807.57	2,575.50	NO REQUIERE	0.62	<b>3.25</b>	NO REQUIERE
MY-15	16,891.51	3,934.50	NO REQUIERE	0.34	<b>3.25</b>	NO REQUIERE

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

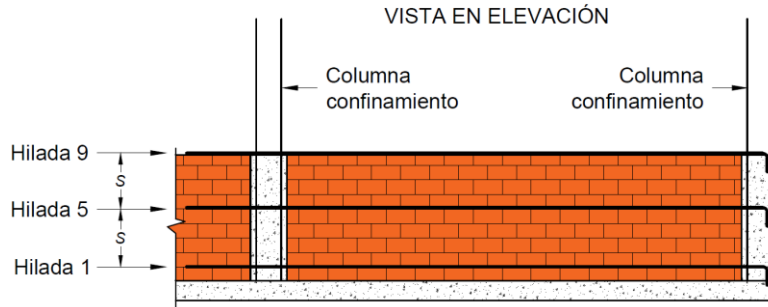
De los cálculos realizados se concluye que tanto en la dirección X, como en la dirección Y, no requieren esfuerzo horizontal, sin embargo al tener un edificio de 4 pisos, y respetando la (*Norma E.070 Albañilería*, 2020) que a la letra dice que en los edificios de más de tres pisos, todos los muros portantes del primer nivel serán reforzados horizontalmente, se procede a reforzar los muros del primer nivel de la siguiente manera.

Tabla N° 28: Cálculo de reforzamiento

Área Acero A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Espesor muro t (cm)	Espaciamiento hilada s (cm)	Cuantía
0.56	13.00	45.00	0.0010
0.84	24.00	36.00	0.0010

Fuente: propia

Imagen N° 32: Vista en planta de reforzamiento primer piso  
VISTA EN PLANTA



### Diseño de elementos de confinamiento de muros

Las fuerzas internas en las columnas se obtendrán aplicando las expresiones de la tabla 11 de la (Norma E.070 Albañilería, 2020)

Imagen N° 33: Fuerzas internas en columnas de confinamiento

TABLA 11 FUERZAS INTERNAS EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO			
COLUMNA	$V_c$ (fuerza cortante)	$T$ (tracción)	$C$ (compresión)
Interior	$\frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$V_{m1} \frac{h}{L} - P_c$	$P_c - \frac{V_{m1} \cdot h}{2L}$
Extrema	$1,5 \frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Donde:

$M = M_{u1} - 1/2 V_{m1} \cdot h$  ("h" es la altura del primer piso).

$F = M/L$  = fuerza axial en las columnas extremas producidas por "M".

$N_c$  = número de columnas de confinamiento (en muros de un paño  $N_c = 2$ )

$L_m$  = longitud del paño mayor ó 0,5 L, lo que sea mayor (en muros de un paño  $L_m = L$ )

$P_c$  = es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria indicada en 8.3.6.

Tabla N° 29: Diseño de elementos de confinamiento de muros

**CÁLCULO DE FUERZAS INTERNAS**

Obtenido  
de Robot

MURO	Vm [kgf]	Longitud (m)	Nc	Mu1 (kgf*m)	h (m)	M (kgf*m)	F (kgf)	Pc	Vc (kgf)	T (kgf)	C (kgf)
MX-1	28,120.97	2.86	2.00	23463.00	2.35	-9,579.14	-3,349.35	1,879.00	14,060.49	-5,228.35	-1,470.35
MX-2	18,610.07	1.90	2.00	5442.00	2.35	-16,424.83	-8,667.46	818.00	9,305.04	-9,485.46	-7,849.46
MX-3	19,327.96	1.97	2.00	6658.50	2.35	-16,051.85	-8,168.88	870.50	9,663.98	-9,039.38	-7,298.38
MX-4	17,327.38	1.77	2.00	5659.50	2.35	-14,700.17	-8,328.71	694.00	8,663.69	-9,022.71	-7,634.71
MX-5	11,795.10	1.20	2.00	1653.00	2.35	-12,206.24	-10,171.87	608.50	5,897.55	-10,780.37	-9,563.37
MX-6	19,938.07	2.03	2.00	5911.50	2.35	-17,515.73	-8,649.74	554.50	9,969.04	-9,204.24	-8,095.24
MX-7	27,479.05	2.80	2.00	11119.50	2.35	-21,168.38	-7,573.66	1,202.50	13,739.53	-8,776.16	-6,371.16
MX-8	29,467.28	3.00	2.00	12195.00	2.35	-22,429.05	-7,476.35	1,096.00	14,733.64	-8,572.35	-6,380.35
MY-1	25,793.99	2.63	2.00	2292.00	2.35	-28,015.94	-10,672.74	606.50	12,897.00	-11,279.24	-10,066.24
MY-2	25,246.90	2.57	2.00	2383.50	2.35	-27,281.61	-10,636.10	1,384.50	12,623.45	-12,020.60	-9,251.60
MY-3	20,550.37	3.86	2.00	4156.50	2.35	-19,990.18	-5,178.80	494.50	10,275.19	-5,673.30	-4,684.30
MY-4	22,723.05	4.27	2.00	6160.50	2.35	-20,539.08	-4,810.09	1,202.50	11,361.53	-6,012.59	-3,607.59
MY-5	26,395.20	2.69	2.00	3399.00	2.35	-27,615.36	-10,265.93	540.00	13,197.60	-10,805.93	-9,725.93
MY-6	14,531.05	1.47	2.00	640.50	2.35	-16,433.48	-11,179.24	527.50	7,265.53	-11,706.74	-10,651.74
MY-7	12,681.94	2.38	2.00	852.00	2.35	-14,049.27	-5,915.48	386.00	6,340.97	-6,301.48	-5,529.48
MY-8	15,933.97	2.99	2.00	2133.00	2.35	-16,589.41	-5,550.15	1,773.50	7,966.98	-7,323.65	-3,776.65
MY-9	6,077.77	1.14	2.00	508.50	2.35	-6,632.88	-5,818.32	579.00	3,038.89	-6,397.32	-5,239.32
MY-10	10,309.11	1.93	2.00	2269.50	2.35	-9,843.70	-5,100.36	694.00	5,154.56	-5,794.36	-4,406.36
MY-11	11,061.14	2.08	2.00	868.50	2.35	-12,128.34	-5,830.93	735.00	5,530.57	-6,565.93	-5,095.93
MY-12	13,986.92	2.63	2.00	2422.50	2.35	-14,012.13	-5,337.95	361.50	6,993.46	-5,699.45	-4,976.45
MY-13	13,708.97	2.57	2.00	1506.00	2.35	-14,602.03	-5,692.80	444.00	6,854.48	-6,136.80	-5,248.80
MY-14	10,807.57	2.02	2.00	900.00	2.35	-11,798.89	-5,841.04	735.50	5,403.79	-6,576.54	-5,105.54
MY-15	16,891.51	3.18	2.00	4195.50	2.35	-15,652.02	-4,922.02	608.50	8,445.76	-5,530.52	-4,313.52

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Robot structural

El refuerzo vertical a colocar en las columnas de confinamiento será capaz de soportar la acción combinada de corte-fricción y tracción; adicionalmente, desarrollará por lo menos una tracción igual a la capacidad resistente a tracción del concreto y como mínimo se colocarán 4 varillas para formar un núcleo confinado. El refuerzo vertical ( $A_s$ ) será la suma del refuerzo requerido por corte-fricción ( $A_{sf}$ ) y el refuerzo requerido por tracción ( $A_{st}$ )

### **Determinación del refuerzo vertical**

Los cálculos para determinar el refuerzo vertical nos da un valor de 1.95 cm<sup>2</sup>, es por ello para el refuerzo en columnas, nos basamos en la (*Norma E.070 Albañilería, 2020*), donde recomienda usar como mínimo 2 cm<sup>2</sup> de acero lo que es igual a decir 4 de 8 mm como mínimo.

### **Diseño por compresión**

La (*Norma E.070 Albañilería, 2020*), es la referencia para obtener el área de las columnas, es así que se realizará el cálculo del área de la sección de concreto de la columna, considerando la suposición de que la columna está reforzada en su longitud por el panel de albañilería adyacente y por los muros transversales si corresponde, en ese sentido el área de la sección de la columna es de 169 cm<sup>2</sup> o mismo que 13 cm de lado.

### **Diseño por corte - fricción**

Los cálculos para determinar el diseño por corte – fricción arrojan que área de columna es de 393.85 cm<sup>2</sup>, en tanto el área de Acero en la columna es de 1.80 cm<sup>2</sup>.

### **Diseño de estribos de confinamiento**

De los cálculos realizados se tiene 2 fierros de 6mm, y 6.89 cm entre separación de los estribos y máxima de 11.36 cm, sin embargo respetando la norma, se debería utilizar fierro mínimo de 6 mm, 1@5, 4@10 y r@25cm.

### **Diseño de vigas soleras (bajo muros)**

De los cálculos realizados recomienda usar como mínimo 2 cm<sup>2</sup> de acero lo que es igual a decir 4 fierros de 8 mm como mínimo, con estribo mínimo 6 mm, 1@5, 4@10 y r@25cm.

## V. DISCUSIÓN

- 5.1. Las herramientas de ingeniería son muy valiosas para avanzar en el diseño de proyectos, pero es importante usarlas con precaución. Un error en los cálculos puede provocar costos adicionales o fallas en la estructura de las edificaciones.
- 5.2. Los programas Revit y Robot Structural son superiores a muchos otros programas similares en términos de sus herramientas. Esto resulta en una mayor confiabilidad y precisión en los datos generados por ellos.
- 5.3. Tanto Revit como Robot Structural son herramientas BIM esenciales tanto para el diseño arquitectónico como para la construcción. Ambos programas se integran perfectamente con otros software BIM, como Autodesk Navisworks, y también con software de diseño como Autodesk AutoCAD y AutoCAD Structural Detailing, entre otros. Esta integración proporciona ventajas significativas en el desarrollo de proyectos.
- 5.4. En el caso de ETABS, para diseñar cimentaciones es necesario utilizar un programa adicional llamado SAFE. En cambio, Robot Structural no requiere un programa adicional para diseñar cimentaciones. Además, Robot Structural proporciona las propiedades mecánicas de cada capa de suelo, lo que permite modular el comportamiento del suelo en el diseño de la cimentación; lo negativo del programa es que no te permite diseñar cimiento corrido.

## VI. CONCLUSIONES

### Conclusiones de objetivo general

C.O.G.-1. Desarrollar la propuesta de **diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022.**

Se concluye lo siguiente:

- Revit es un software que ofrece la capacidad de realizar un metrado rápido, lo que resulta muy mejorado para proyectos preliminares.
- La capacidad de proporcionar resultados rápidos y precisos es una de las características clave que ofrece Autodesk Robot Structural, lo que mejora significativamente la eficiencia y productividad del usuario.
- El sistema de algoritmos de Autodesk Robot Structural permite analizar múltiples configuraciones estructurales para que los ingenieros puedan determinar rápidamente la mejor solución. Autodesk Robot Structural es uno de los software de análisis estructural más accesibles y amigables del mercado. Incluso si nunca ha trabajado con ningún software de análisis estructural, su interfaz gráfica intuitiva le permitirá mostrar los resultados del análisis de tensiones y fuerzas internas de manera clara y precisa.
- Fue posible constatar que la utilización de los programas Robot Structural Analysis y Revit puede llevar a una disminución significativa del tiempo invertido en la creación de modelos, al mismo tiempo que se puede mejorar la calidad del diseño de elementos estructurales como vigas, columnas, escaleras y losas aligeradas.

### Conclusiones de Objetivos Específicos

C.O.E-1. Realizar el diseño de arquitectura de un edificio sismorresistente de cuatro niveles en **Revit**

Se pudieron obtener varias conclusiones importantes.

- Se plantea la propuesta de diseño de un edificio residencial multifamiliar de cuatro pisos con un área total construida de 480 m<sup>2</sup>, conectados por una escalera interna, donde cada piso alojará un departamento. En el primer nivel se dispondrá de un garaje, tres habitaciones, una sala de estar y comedor, dos baños completos, una cocina, una zona de lavado y un jardín. Desde el segundo al cuarto piso, los departamentos incluirán cuatro dormitorios, una sala de estar y comedor, una cocina, una zona de lavado y dos baños completos, los muros de la construcción será de 13 cm de ancho.
- Se evidenció la importancia de considerar las normativas y regulaciones de construcción sismorresistente en el diseño de edificios, ya que estas regulaciones establecen los requisitos mínimos para garantizar la seguridad de los ocupantes del edificio.
- El uso de Revit puede mejorar significativamente la eficiencia en la realización del diseño de arquitectura de edificios sismorresistentes, ya que permite una colaboración más efectiva entre los diferentes miembros del equipo de diseño y construcción, además de facilitar la creación de planos y documentación de manera más rápida y precisa. Esto se traduce en un ahorro de tiempo y recursos, así como en un diseño más seguro y confiable del edificio sismorresistente.

C.O.E-2. Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio sismorresistente de cuatro pisos en **softwares robot structural y revit**. Se pudieron obtener varias conclusiones importantes.

- Se llevó a cabo la elaboración de una propuesta de diseño de vigas, columnas y losas, empleando los software de Robot Structural y Revit, obteniendo elementos estructurales del edificio como una losa aligerada de dos direcciones de 25 cm, vigas principales de 25 x 30 cm y vigas secundarias de 40 x 25 cm, se consideran 3 tipos



de columnas de 13 x 25 cm, 24 x 24 cm y 13 x 13 cm.

- El uso de Revit para el diseño de columnas, vigas y losas ofrece una serie de ventajas, como la posibilidad de visualizar el modelo en 3D, lo que facilita la identificación de posibles problemas y la toma de decisiones de diseño.
- Se pudo constatar que el uso de Revit puede agilizar el proceso de diseño de columnas, vigas y losas, permitiendo una mayor eficiencia en la creación de planos y documentación, lo que se traduce en un ahorro de tiempo y recursos para el equipo de diseño y construcción.
- El uso de Robot Structural Analysis para el diseño de columnas, vigas y losas permite realizar un análisis estructural detallado, lo que garantiza la estabilidad y resistencia del edificio ante las cargas sísmicas y las cargas verticales.
- Se evidenció la importancia de realizar un diseño adecuado de columnas, vigas y losas para asegurar la estabilidad y resistencia del edificio. Esto incluye considerar factores como la distribución de cargas, la capacidad de carga de los materiales, y la interacción entre los distintos elementos estructurales.
- Se pudo constatar que el uso de Robot Structural Analysis puede agilizar el proceso de diseño de columnas, vigas y losas, permitiendo una mayor eficiencia en la creación de planos y documentación, lo que se traduce en un ahorro de tiempo y recursos para el equipo de diseño y documentación.
- El diseño de columnas, vigas y losas para un edificio sismorresistente de cuatro pisos utilizando softwares como Robot Structural y Revit puede garantizar un diseño seguro y eficiente, gracias a la capacidad de análisis y simulación que ofrecen estos programas.

C.O.E-3. Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos **softwares robot structural y revit**.

- Gracias a la colaboración y análisis de datos proporcionados por estos software (**robot structural y revit**), fue posible llevar a cabo la creación y visualización de modelos de cimentación con mayor precisión y rapidez. Además, se logró detectar y resolver problemas de diseño en la etapa de planificación, lo que garantiza la seguridad y resistencia del edificio ante movimientos posibles sismos. Se diseño sobrecimiento armado de 15 x 40 cm y 24 x 40 cm, así mismo un cimiento corrido de 145x150cm.
- Por último, se destacó la capacidad de estos software para la documentación y generación de planos, lo que contribuye a una reducción en el tiempo y recursos necesarios para la culminación del proyecto de construcción.

C.O.E-4. Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con **robot structural**

- Como resultados del análisis sísmico se tiene un factor Z (0.25) un tipo de suelo (S2) con factor de suelo (S=1.2), la categoría de la edificación (U=1.00) y el factor de reducción en ambas direcciones es (R=3.00); al hacer verificación por aplastamiento en todos los muros; por fisuración de muros; por corte del edificio y por fuerzas de diseño de la albañilería se cumple con los parámetros de diseño de albañilería confinada; por otro lado al evaluar la necesidad de colocar refuerzo horizontal, se evidencio que los muros no requieren refuerzo horizontal, salvo los muros del primer piso que por norma, es necesario colocarlos; los elementos de confinamiento de muros como las columnas, requerirán 4 fierros de 8 mm en el eje vertical al igual que las vigas, el estribo será mínimo @6, 1@5, 4@10 y r@25cm tanto en columnas como en vigas.

- Después de realizar el análisis de la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con el software Robot Structural, se pudo obtener una representación precisa de cómo estas fuerzas afectan la estructura en diferentes situaciones sísmicas. Esta información es crucial para el diseño de edificios sismorresistentes, ya que permite identificar las áreas más vulnerables de la estructura y tomar medidas para reforzarlas adecuadamente. Además, el software facilita la simulación de diferentes escenarios sísmicos y la evaluación de su impacto en la estructura, lo que permite a los ingenieros tomar decisiones informadas sobre el diseño y construcción del edificio.

## VII. RECOMENDACIONES

### Recomendaciones de objetivo general

R.O.G.-1. Desarrollar la propuesta de **diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022.**

- Para lograr mejores resultados en el diseño arquitectónico de un edificio en el programa REVIT, es necesario conocer mínimamente el uso del software.
- Cuando se selecciona un software para el análisis y diseño estructural, es importante tener en cuenta el nivel de conocimiento del usuario en el programa elegido, por ejemplo, en el caso del Robot Structural, aunque también existen otros softwares como Etabs o SAP Structural, que pueden variar en los parámetros de cálculo y normas de diseño.

### Recomendaciones de Objetivos Específicos

R.O.E-1. Realizar el diseño de arquitectura de un edificio sismorresistente de cuatro niveles en **Revit.**

- Es importante tener un buen criterio al diseñar con el software, siguiendo las normas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, como las normas E 020, E 030, E 050 , E 060 y E 070

R.O.E-2. Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio sismorresistente de cuatro pisos en **softwares robot structural y revit.** Se pudieron obtener varias conclusiones importantes.

- Para disminuir tiempos de trabajo en el uso de los **softwares robot structural y Revit**, es recomendable conocer formulas de predimensionamientos de estructuras o saber utilizar las hojas de calculo que correspondan.
- Es recomendable seguir la secuencia adecuada de

preprocesamiento, procesamiento y posprocesamiento para garantizar un buen comportamiento y análisis de la estructural.

R.O.E-3. Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos **softwares robot structural y revit.**

- Para los cálculos de diseño de cimiento corrido es necesario realizarlo manualmente u a su vez esta apoyado con hojas calculo, puesto que el Robot structural no te da opciones para ese tipo de calculo.

R.O.E-4. Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con **robot structural**

- Para asegurar un buen análisis y diseño estructural, los resultados obtenidos por el software Robot Structural Analysis deben ser verificados manualmente.

## REFERENCIAS

- Aguado, A. L., & Vidal, F. J. (2016). IMPACTO DEL BIM EN LA GESTIÓN DEL PROYECTO Y LA OBRA DE ARQUITECTURA UN PROYECTO EN REVIT. 45.
- Alfonte Chucuya, R. P. (2022). Aplicación de la metodología BIM en el análisis y diseño estructural de una edificación de concreto armado Tacna, 2022. Universidad Privada de Tacna. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2408>
- Ángel San Bartolomé (2011). Análisis Sísmico. Curso: Albañilería Estructural. Lima, Perú. PUCP, 2da Edición. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>
- Arteaga Ynfante, R. E., & Santa Cruz Sanchez, L. (2018). Calidad estructural de las viviendas de albañilería confinada en el barrio Higos Urco, Chachapoyas, 2018. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1630>
- Aslam Kassimali, 2015. Structural Analysis , Quinta edición, *Southern Illinois University-Carbondale*. Cengage Learning Editores, S.A.
- Autodesk. Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Comprehensive analysis for your structural projects. Disponible en: <https://www.autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- Bejarano Albeiro, Serrano María y Pérez Diego. Estrategia de reflexión para enseñanza de proyectos de construcción en Ingeniería Civil. Revista de Educación. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/alteridad/v14n1/1390-325XAlteridad-14-01-000122.pdf> . ISSN 1390-8642.
- Blanco-Diazgranados, M. A. (2018). Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/16606>

- Blanco Blasco, A. (1997). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima.
- BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL. NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for new buildings and other structures (FEMA 450). Washington D.C, 2004. 356p. Disponible en: <https://www.nehrp.gov/pdf/fema450provisions.pdf>
- Calderón Valdivia, A. Y. (2021). Interacción de los software Robot Structural y Revit para el análisis y diseño de una vivienda de 06 niveles, Chiclayo- 2020. Universidad Particular de Chiclayo. <http://repositorio.udch.edu.pe/handle/UDCH/1045>
- Celigüeta Lizarza, J. T. (2003). Curso de análisis estructural—Ediciones Universidad de Navarra. [https://www.eunsa.es/libro/curso-de-analisis-estructural\\_102239/](https://www.eunsa.es/libro/curso-de-analisis-estructural_102239/)
- Chacón, D., & Cuervo, G. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA ELABORAR PROYECTOS MEDIANTE EL SOFTWARE REVIT. <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dchacon.pdf>
- Chajjani, M. K. (2020). An Evaluation of Architects' Readiness for Conducting Energy Modelling Using BIM Tools to Achieve High Energy Performance Buildings in the UK and Canada. 214.
- Cribbs, J. (2016). In a Construction Retrofit Environment. 179.
- Cuaila Rea, F. R. (2022). Aplicación del software Autodesk Robot en el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 6 pisos, Lurín, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88625>
- Cumpa Chicoma, B. R. (2019). Diseño estructural sismorresistente del edificio nivel primaria, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas, 2017. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40640>
- Chi, H.-L., Xiangyu, W., & Yi, J. (2015). BIM-Enabled Structural Design: Impacts and Future Developments in Structural Modelling, Analysis and Optimisation Processes. Archives of Computational Methods in Engineering volume 22, 138-139,142.

- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). ALBAÑILERÍA ESTRUCTURAL 3ed—| PDF [https://es.scribd.com/doc/106080890/ALBANILERIA-ESTRUCTURAL-3Ed-Hector-Gallegos-Carlos-Casabonne#]. Scribd.  
https://es.scribd.com/doc/106080890/ALBANILERIA-ESTRUCTURAL-3Ed-Hector-Gallegos-Carlos-Casabonne
- Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*, sexta edición. México: Mc Graw-Hill.
- Hernández Reátegui, S. (2018). Uso de la Metodología “BIM” en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016. Universidad César Vallejo.  
https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12959
- Hunt, C. A. (2013). *The Benefits of Using Building Information Modeling in Structural Engineering*. Utah: Utah State University
- International Conference on Building Information Modelling (BIM) in Design, C. and O. (2015). *Building Information Modelling (BIM) in design, construction and operations*.
- Julcamoro Vásquez, P. M. (2019). Implementación de la metodología Bim con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca – 2018.
- Kjartansdóttir, I. B., Mordue, S., Nowak, P., Philp, D., & Sn, J. T. (2017). BUILDING INFORMATION MODELLING BIM. 114.
- Kumar, B. (2021). Application of bim for structural engineering: a case study using revit and customary structural analysis and design software. *Journal of Information Technology in Construction ITcon* Vol. 26, 110.  
https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.053
- La Republica. (2021). Terremoto de magnitud 7.5 sacudió Amazonas la madrugada de este domingo 28. Noviembre 28, 2021, Sitio web: https://larepublica.pe/sociedad/2021/11/28/terremoto-en-amazonas-hoy-28-de-noviembre-de-2021-donde-fue-el-epicentro-del-ultimo-sismo-en-peru-hace-unos-minutos-mdga



- Mamani Laura, J. A. (2021). Análisis y diseño estructural aplicando el software Robot Structural Analysis para el edificio multifamiliar de 5 Niveles, Juliaca, Puno, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73512>
- Mehrbod, S., French, S., Mahyar, N., & Tory, M. (2019). Characterizing Interactions With BIM Tools and Artifacts in Building Design Coordination Meetings. ScienceDirect, 196-197. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.025>.
- Morales Morales, R. (2020, enero 25). DISEÑO EN CONCRETO ARMADO. cicaperuoficial. <https://cicaperuoficial.wixsite.com/cica/post/2017/03/07/diseño-en-concreto-armado-ing-roberto-morales-morales-icg-descarga-gratis>
- Nieto Salas, M. D. (2016). Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua [BachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/24786>
- Norma E.020 Cargas. (2020). Google Docs. [https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view?usp=sharing&usp=embed_facebook)
- Norma E.030 Diseño sismorresistente. (2020). Google Docs. [https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view?usp=sharing&usp=embed_facebook)
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones. (2020). Google Docs. [https://drive.google.com/file/d/1XdLUkwUqDXsulQgSbFsJ-J9BTt4u3Hp5/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/1XdLUkwUqDXsulQgSbFsJ-J9BTt4u3Hp5/view?usp=sharing&usp=embed_facebook)
- Norma E.060 Concreto armado. (2020). Google Docs. [https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed_facebook)
- Norma E.070 Albañilería. (2020). Google Docs. [https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view?usp=sharing&usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view?usp=sharing&usp=embed_facebook)

- Ottazzi Pasino, G. (2004). Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1055/OTT\\_AZZI\\_PASINO\\_GIANFRANCO\\_MATERIAL\\_ENSE%C3%91ANZA\\_CONCRET\\_O\\_ARMADO.pdf?sequence=1](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1055/OTT_AZZI_PASINO_GIANFRANCO_MATERIAL_ENSE%C3%91ANZA_CONCRET_O_ARMADO.pdf?sequence=1)
- Oya Sala, T. (2015). Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura: Un proyecto con REVIT [Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/55227>
- PORRAS, Hernán, SÁNCHEZ, Omar y GALVIS, José. Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías “Building Information Modeling”. Gerencia tecnológica [en línea]. Enero – Abril, 2014, n.º14. [fecha de consulta: 22 de setiembre de 2020]. Disponible en: [https://www.academia.edu/24532848/\\_METHODODOLOGY\\_FOR\\_MODELLING\\_THE\\_CONSTRUCTION\\_PROCESS\\_5D\\_WITH\\_TECHNOLOGIES\\_BUILDING\\_INFORMATION\\_MODELING](https://www.academia.edu/24532848/_METHODODOLOGY_FOR_MODELLING_THE_CONSTRUCTION_PROCESS_5D_WITH_TECHNOLOGIES_BUILDING_INFORMATION_MODELING)
- Quinchiguango Córdova, M. V., & Taco Loachamín, D. M. (2016). Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software Robot Analysis Structural. [BachelorThesis, Quito: UCE]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6931>
- Quirk Vanessa. (2012). A Brief History of BIM. Web Archi Daily. Recuperado de: <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim> [Consulta: 14 de Junio de 2017]
- QUIISO, E., RIVERA, J. y FARJE, J. Proposal for the applications of ICE and BIM sessions to increase productivity in construction. Journal of Physics: Conference Series. fecha de publicación el 18/02/2021, Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/655943>. DOI: 10.1088/17426596/1803/1/012027.
- Ramirez Moreno, A. E., & Revollar Ramirez, J. P. (2022). Diseño estructural de una vivienda multifamiliar sismorresistente mediante flujos de trabajo utilizando Revit—Norma E 060, Puerto Maldonado 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91158>

- Ramos Huaccharaqui, J. R. (2015). "Análisis y diseño estructural comparativo entre albañilería confinada y muros de ductilidad limitada de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Abancay". <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/407>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones (Actualizado al 2021). INAGEP. <http://www.inagep.com/2/post/2021/04/reglamento-nacional-de-edificaciones-actualizado-al-2019.html>
- Sampaio, A. Z. (2017). BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering. *Journal of Software Engineering and Applications*, 10, 195. <https://doi.org/10.4236/jsea.2017.102012>.
- Taboada García, J. A., & Izcue Uceda, A. M. de. (2011). Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2652124>
- Tapia Nieto, G. (2017). Congreso: El uso del BIM en proyectos de construcción— Tema: Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao 2017. Google Docs. [https://drive.google.com/file/d/1wsNLMT1OT7d2hxsa7xTj4ny4Vri8tlg-/view?usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/1wsNLMT1OT7d2hxsa7xTj4ny4Vri8tlg-/view?usp=embed_facebook)
- Villena Zúñiga, M. G. (2017). Diseño y modelación de un edificio con una configuración en planta irregular, mediante la utilización del software de diseño "Revit Structure" y su análisis mediante un software especializado "Robot Structural Analysis" (BIM). [Bachelor Thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/26842>.
- Fink, T. (2018). BIM for Structural Engineering. In: Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (eds) *Building Information Modeling*. Springer, 330-331. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_19).
- Sampaio, A. Z. (2017). BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering. *Journal of Software Engineering and Applications*, 10, 195. <https://doi.org/10.4236/jsea.2017.102012>

Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2011). BIM Handbook. New Jersey: Wiley

Kumar, B. (2021). Application of bim for structural engineering: a case study using revit and customary structural analysis and design software. Journal of Information Technology in Construction ITcon Vol. 26, 110. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.053>.

## **ANEXOS**

## **INDICE DE ANEXOS**

*Anexo 1: Matriz de Operacionalización de las variables*

*Anexo 2: Matriz de Consistencia*

*Anexo 3: Diseño de arquitectura en revit*

*Anexo 4: Diseño de estructuras en robot structural*

*Anexo 5: Diseño de cimiento corrido*

*Anexo 6: Estudio de mecánica de suelos*

## **ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

Matriz de Operacionalización de las variables

Aspectos a Considerar	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica
<b>Diseño estructural</b>	En el libro Structural Analysis, Quinta edición, (Aslam Kassimali, 2015), define al análisis estructural como la predicción del desempeño estructural frente a las cargas existentes. Por su parte Tomas (Celigüeta Lizarza, 2003), en su libro de curso de análisis estructural dice que la estructura es cualquier tipo de estructura que consta de uno o más elementos interconectados diseñados para resistir la acción de varias fuerzas que actúan sobre ellos.	El diseño estructural, se apoya en la NTP E020, NTP E030, NTP E050, NTP E 060, NTP E 070	Estudios básicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio topográfico (Coordenadas UTC, altimetría y planimetría)</li> <li>• Estudio de mecánica de suelos (Propiedades físico mecánicas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento topográfico</li> <li>• Ensayos de laboratorio</li> </ul>
			Estructura	• Predimensionamiento	Hojas de cálculo
			Análisis estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de la cimentación</li> <li>• Diseño de las vigas</li> <li>• Diseño de las columnas</li> <li>• Diseño de las losas</li> <li>• Diseño de las escaleras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y aplicación de conceptos bibliográficos</li> <li>• Software Robot estructural</li> </ul>



<b>Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos</b>	La edificación de 4 Pisos es aquella que después de tener un diseño arquitectónico, será analizada y diseñada estructuralmente para poner cumplir una adecuada funcionalidad de vivienda y resistente a sismos	El diseño se apoya en la NTP E020, NTP E030, NTP E050, NTP E 060, NTP E 070, NTP A 010, NTP A 020	Modelado de vivienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de Arquitectura</li> <li>• Plano de Estructuras</li> </ul>	Revisión y aplicación de conceptos bibliográficos Software Revit
---	--	---	----------------------	---	---

## **ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Titulo	Diseño Estructural de Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos Aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022					
PROBLEMA	OBJETIVOS	ASPECTOS A CONSIDERAR E INDICADORES				METOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Aspectos a Considerar	Dimensiones	Indicadores	técnica	Tipo de estudio: Descriptivo
¿Cómo se realizará el diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022?	Desarrollar la propuesta de diseño estructural de edificio para uso de vivienda multifamiliar de 4 pisos aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022	Diseño estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios básicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio topográfico (Coordenadas UTC, altimetría y planimetría)</li> <li>• Estudio de mecánica de suelos (Propiedades físico mecánicas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento topográfico</li> <li>• Ensayos de laboratorio</li> </ul>	<b>Diseño de Estudio:</b> No Experimental
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pre dimensionamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de cálculo</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y</li> </ul>	

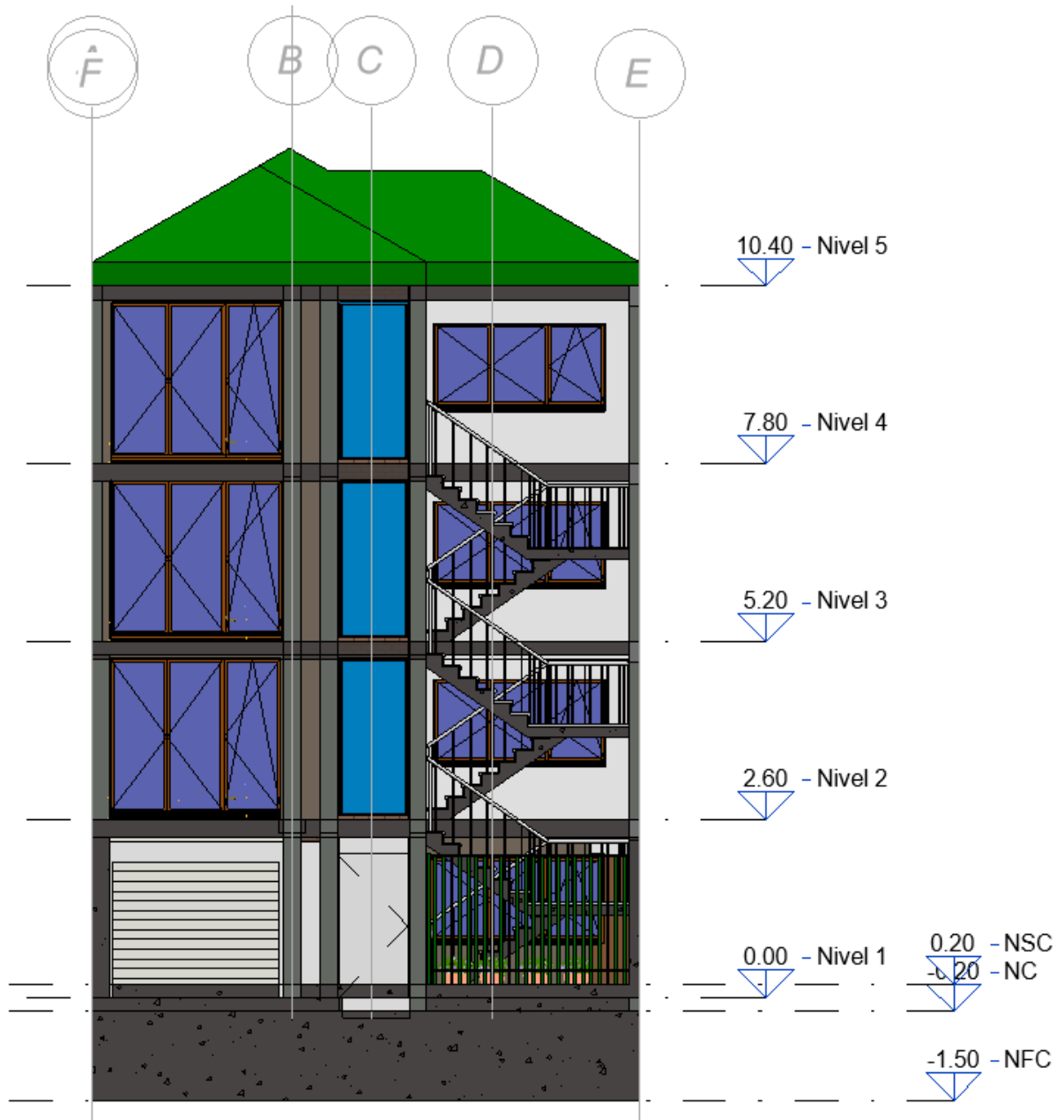
			estructural	cimentación • Diseño de vigas • Diseño de columnas • Diseño de losas • Diseño de escaleras	aplicación de conceptos bibliográficos • Software Robot estructural y hojas de calculo	
<b>Problema Especifico</b>	<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Aspectos a Considerar</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnica</b>	
. ¿De qué manera se realizará el diseño de arquitectura de una edificación sismorresistente de cuatro niveles en revit?	Realizar el diseño de arquitectura de un edificio sismorresistente de cuatro niveles en revit	Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos	Modelado de vivienda	Plano de Arquitectura Plano de Estructuras	Revisión y aplicación de conceptos bibliográficos Software Revit	
¿Cómo Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio sismorresistente de	Proponer el diseño de columnas, de vigas y de losas para un edificio					

cuatro pisos en softwares robot structural y revit?	sismorresistente de cuatro pisos en softwares robot structural y revit.					
¿Cómo Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos en softwares robot structural y revit?	Proponer el diseño de cimentaciones en un edificio sismorresistente de cuatro pisos en softwares robot structural y revit.					
¿Cómo Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con robot structural?	Analizar la distribución de fuerzas sísmicas de la edificación con robot structural					

## **ANEXO 3: DISEÑO DE ARQUITECTURA EN REVIT**

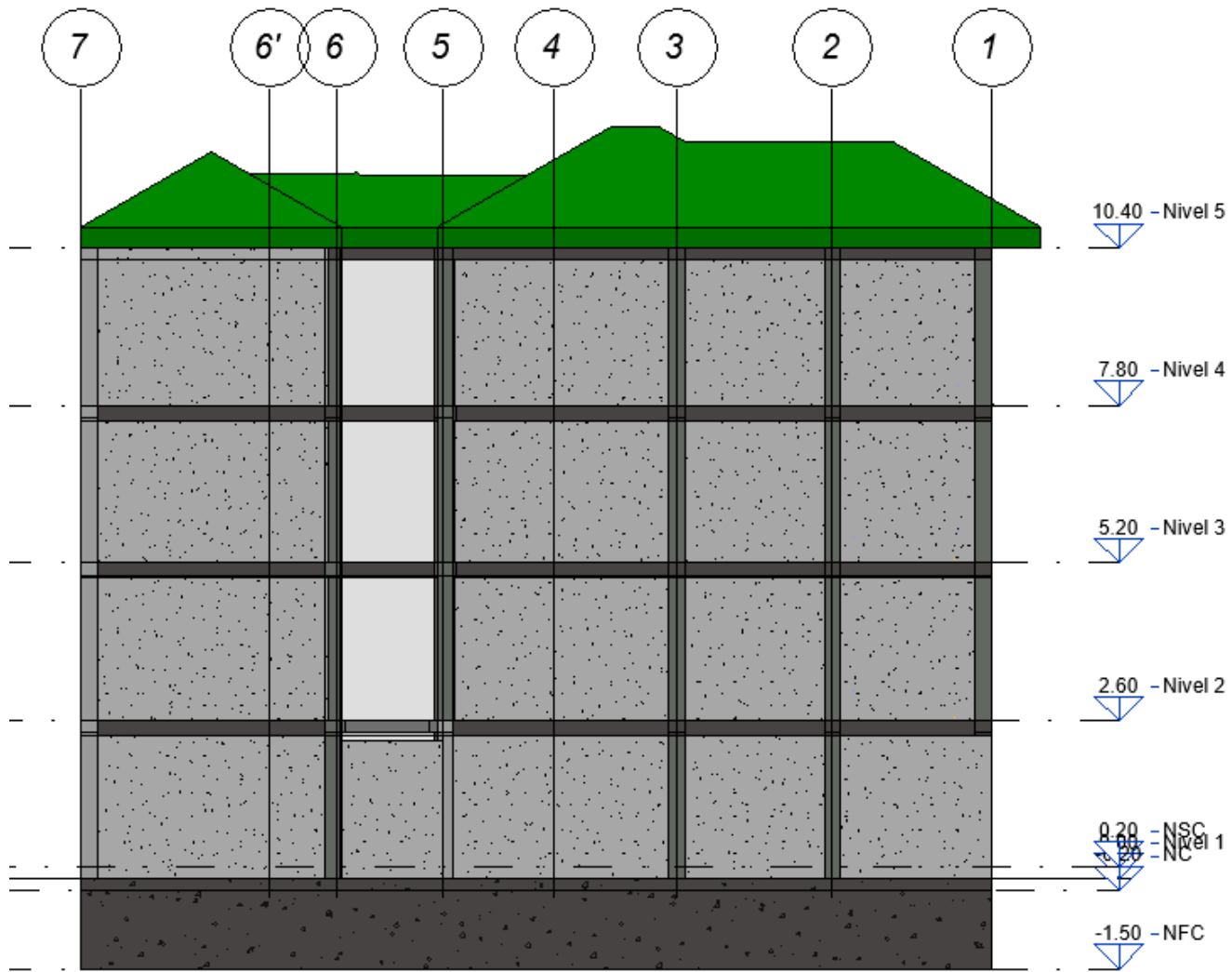


**Vista tridimensional**

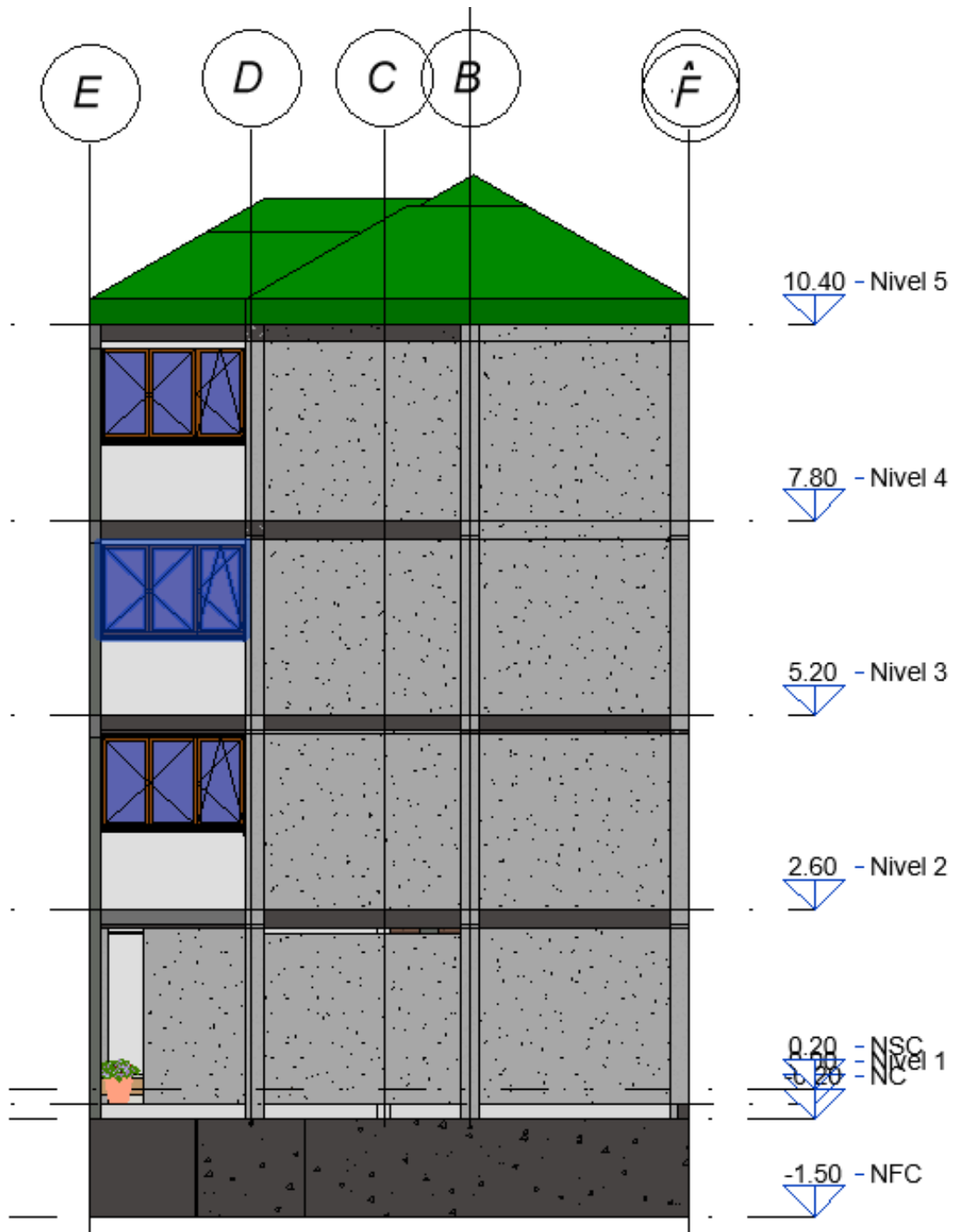


Vista frontal





Vista lateral izquierda



Vista posterior



Vista lateral derecha



Planta primer piso



Vista tridimensional primer piso



Planta segundo piso



Vista tridimensional segundo piso



Planta tercer piso





**Vista tridimensional tercer piso**



Planta cuarto piso



**Vista tridimensional cuarto piso**

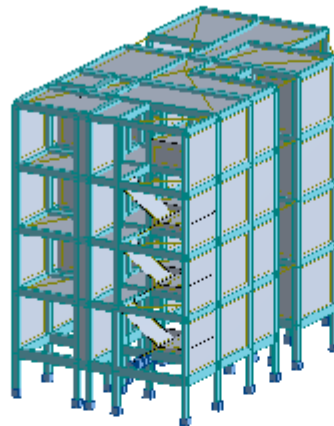
## **ANEXO 4: DISEÑO DE ESTRUCTURAS EN ROBOT STRUCTURAL**

## **TITULO DEL PROYECTO**

**Proyecto: Diseño Estructural de Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos Aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas**

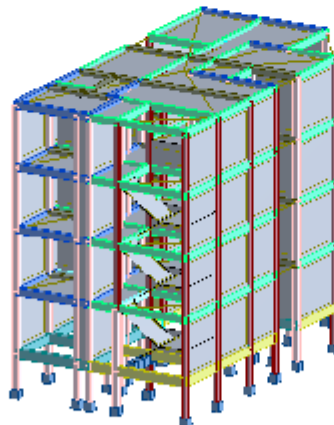
**Autor: NERLY RONEL HORNA CULQUI**

## VISTA GENERAL



WF7 2000euf  
Msa= 0.0  
Msr= 0.0  
c1043x 1 (PFS0/MOP10)

## VISTA SECCIONES



C 13X13  
C 13X25  
C 24X24  
V 13X25  
V 13X30  
V 24X30  
VCH40X25  
Vc 15X10  
Vc 24X40  
WF7 2000euf  
Msa= 0.0  
Msr= 0.0  
c1043x 1 (PFS0/MOP10)

## DATOS DEL PROYECTO

**Nombre del proyecto:** Diseño Estructural de Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos Aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas

Dirección: Psaje Francisco Herrera Chumbe N° 305  
Ciudad: Chachapoyas

Fase: Proyecto básico inicial

Revisión nº:

Comentario:

### **ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL**

Especificación de las propiedades del proyecto: **Diseño Estructural de Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos Aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas**

Tipo de la estructura: Lámina

Coordenadas del centro de gravedad de la estructura:

X = 3.576 (m)

Y = 7.168 (m)

Z = 4.990 (m)

Momentos de inercia centrales de la estructura:

I<sub>x</sub> = 10331161.957 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 5541754.102 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 9210205.211 (kg\*m<sup>2</sup>)

Masa = 330037.434 (kg)

Coordenadas del centro de gravedad de la de la estructura considerando las masas estáticas globales:

X = 3.597 (m)

Y = 7.151 (m)

Z = 5.170 (m)

Momentos de inercia centrales de la estructura considerando las masas estáticas globales:

I<sub>x</sub> = 12082021.160 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 6473792.741 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 10753950.068 (kg\*m<sup>2</sup>)

Masa = 394024.068 (kg)

Coordenadas del centro de gravedad de la estructura considerando las masas dinámicas globales:

X = 3.597 (m)

Y = 7.151 (m)

Z = 5.170 (m)

Momentos de inercia centrales de la estructura considerando las masas dinámicas globales:

I<sub>x</sub> = 12082021.160 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 6473792.741 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 10753950.068 (kg\*m<sup>2</sup>)

Masa = 394024.068 (kg)

Descripción de la estructura

Número de nudos:	6374
Número de barras:	415
Elementos finitos barras:	2185
Elementos finitos superficiales:	6595
Elementos finitos volumétricos:	0
Nombre de grados de la libertad estáticos:	37986
Casos:	9
Combinaciones:	2

Fase: Proyecto básico inicial

Revisión nº:

Comentario:

### ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL

Especificación de las propiedades del proyecto: **Diseño Estructural de Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos Aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas**

Tipo de la estructura: Lámina

Coordenadas del centro de gravedad de la estructura:

X = 3.576 (m)

Y = 7.168 (m)

Z = 4.990 (m)

Momentos de inercia centrales de la estructura:

I<sub>x</sub> = 10331161.957 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 5541754.102 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 9210205.211 (kg\*m<sup>2</sup>)

Masa = 330037.434 (kg)

Coordenadas del centro de gravedad de la de la estructura considerando las masas estáticas globales:

X = 3.597 (m)

Y = 7.151 (m)

Z = 5.170 (m)

Momentos de inercia centrales de la estructura considero las masas estáticas globales:

I<sub>x</sub> = 12082021.160 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 6473792.741 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 10753950.068 (kg\*m<sup>2</sup>)

Masa = 394024.068 (kg)

Coordenadas del centro de gravedad de la estructura considerando las masas dinámicas globales:

X = 3.597 (m)

Y = 7.151 (m)

Z = 5.170 (m)

Momentos de inercia centrales de la estructura considerando las masas dinámicas globales:

I<sub>x</sub> = 12082021.160 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>y</sub> = 6473792.741 (kg\*m<sup>2</sup>)

I<sub>z</sub> = 10753950.068 (kg\*m<sup>2</sup>)

Masa = 394024.068 (kg)

Descripción de la estructura

Número de nudos: 6374

Número de barras: 415

Elementos finitos barras: 2185

Elementos finitos superficiales: 6595

Elementos finitos volumétricos: 0

Nombre de grados de la libertad estáticos: 37986

Casos: 9

Combinaciones: 2



**Lista de casos de carga / Tipos de análisis**

**Caso 1** : PESO PROPIO  
Tipo de análisis: Estática lineal

**Caso 2** : MUERTA  
Tipo de análisis: Estática lineal

**Caso 3** : VIVA  
Tipo de análisis: Estática lineal

**Caso 4** : Modal  
Tipo de análisis: Modal

Excentricidades de masas            **ex = 5.000 (%)**            **ey = 5.000 (%)**

**Datos**

Modo del análisis                    : Modal  
Tipo de matrices de masas         : Coherente  
Número de modos                    : 12  
Límites                                 : 0.000  
Coeficiente                            : 0.000

**Caso 8** : CM+CV  
Tipo de análisis: Combinación lineal

**Caso 9** : CM+0.25CV  
Tipo de análisis: Combinación lineal

**Caso 10** : SISMO Dirección\_X  
Tipo de análisis: Espectral

Excentricidades de masas            **ex = 5.000 (%)**            **ey = 5.000 (%)**

Dirección de la excitación:

X = 1.000  
Y = 0.000  
Z = 0.000

**Lista de casos de carga / Tipos de análisis**

**Caso 1** : PESO PROPIO  
Tipo de análisis: Estática lineal

**Caso 2** : MUERTA  
Tipo de análisis: Estática lineal

**Caso 3** : VIVA  
Tipo de análisis: Estática lineal

**Caso 4** : Modal  
Tipo de análisis: Modal

Excentricidades de masas ex = 5.000 (%) ey = 5.000 (%)

**Datos**

Modo del análisis : Modal  
Tipo de matrices de masas : Coherente  
Número de modos : 12  
Límites : 0.000  
Coeficiente : 0.000

**Caso 8** : CM+CV  
Tipo de análisis: Combinación lineal

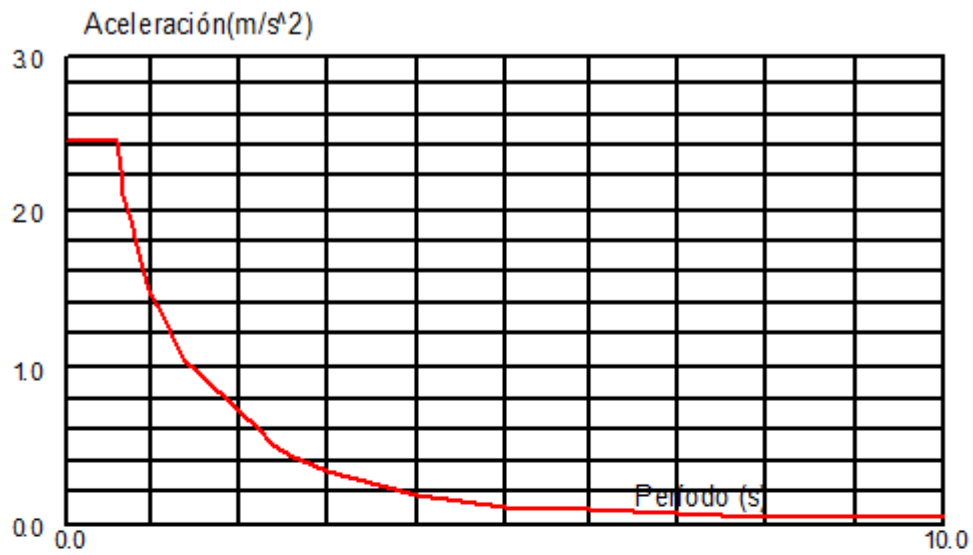
**Caso 9** : CM+0.25CV  
Tipo de análisis: Combinación lineal

**Caso 10** : SISMO Dirección\_X  
Tipo de análisis: Espectral

Excentricidades de masas ex = 5.000 (%) ey = 5.000 (%)

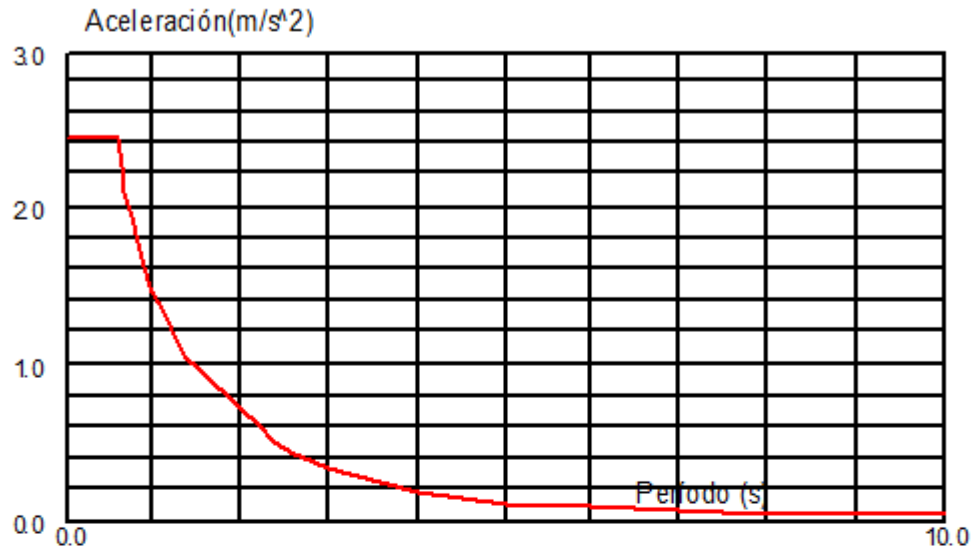
Dirección de la excitación:

X = 1.000  
Y = 0.000  
Z = 0.000



Caso 11 : SISMO Dirección\_Y  
Tipo de análisis Espectral

Dirección de la excitación:  
X= 0.000  
Y= 1.000  
Z= 0.000



Caso 11 : SISMO Dirección\_Y

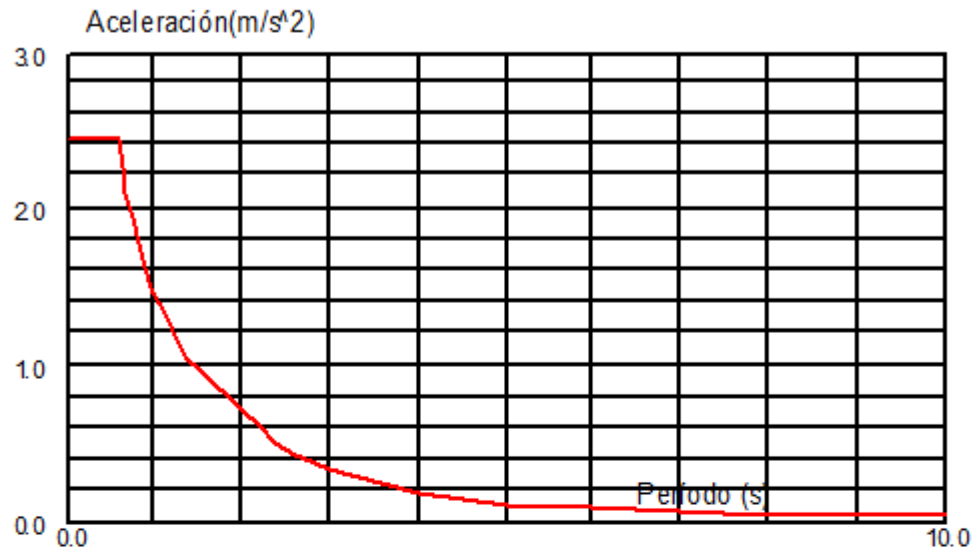
Tipo de análisis: Espectral

Dirección de la excitación:

X = 0.000

Y = 1.000

Z = 0.000



**Caso 12** : SISMO Dirección\_Z

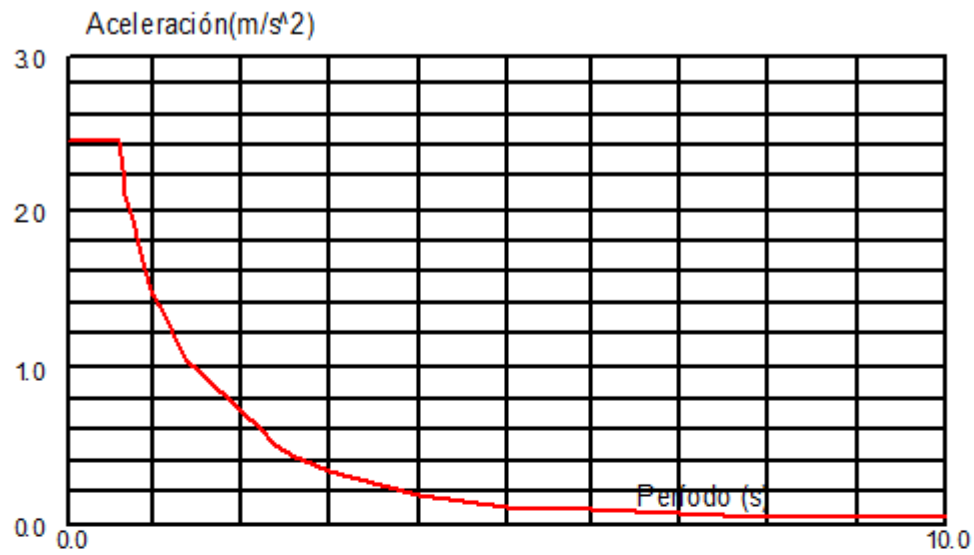
**Tipo de análisis:** Espectral

Dirección de la excitación:

X = 0.000

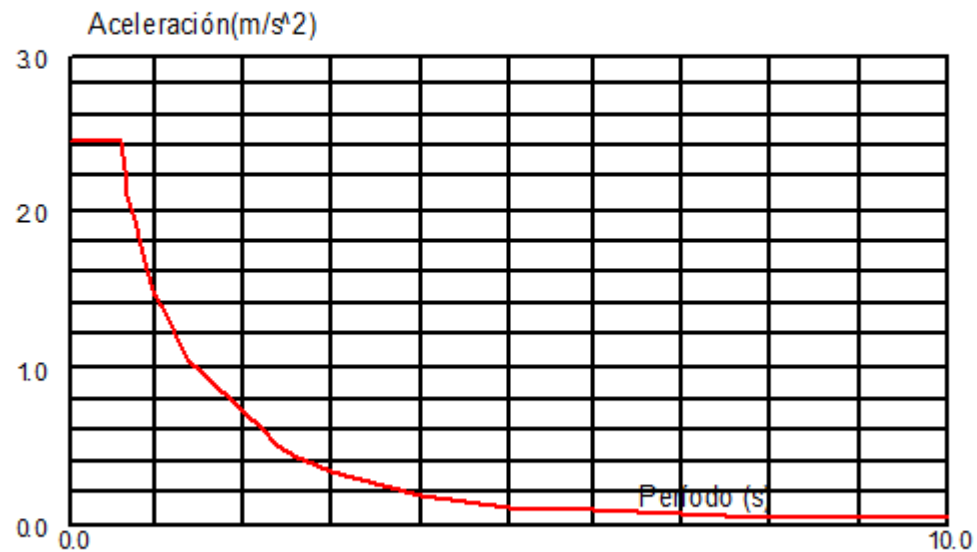
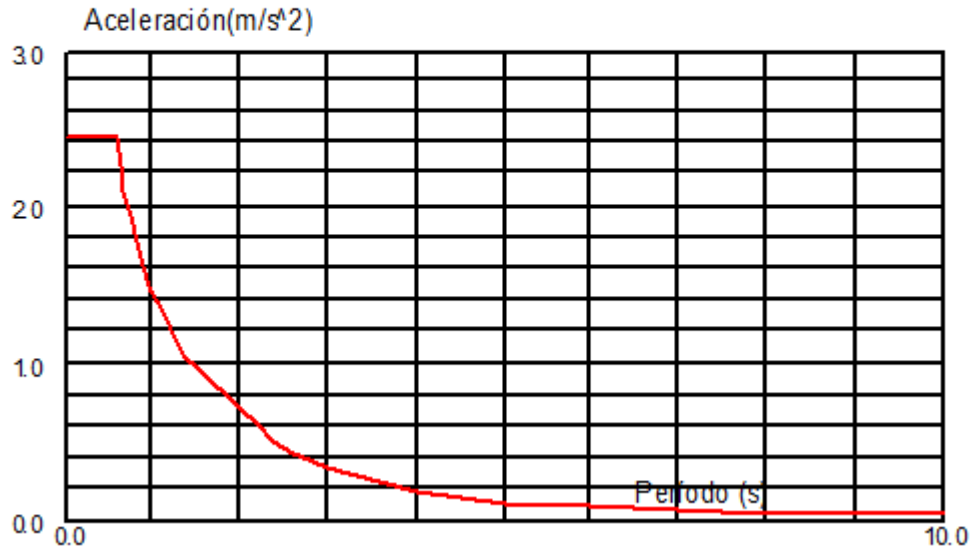
Y = 0.000

Z = 0.670

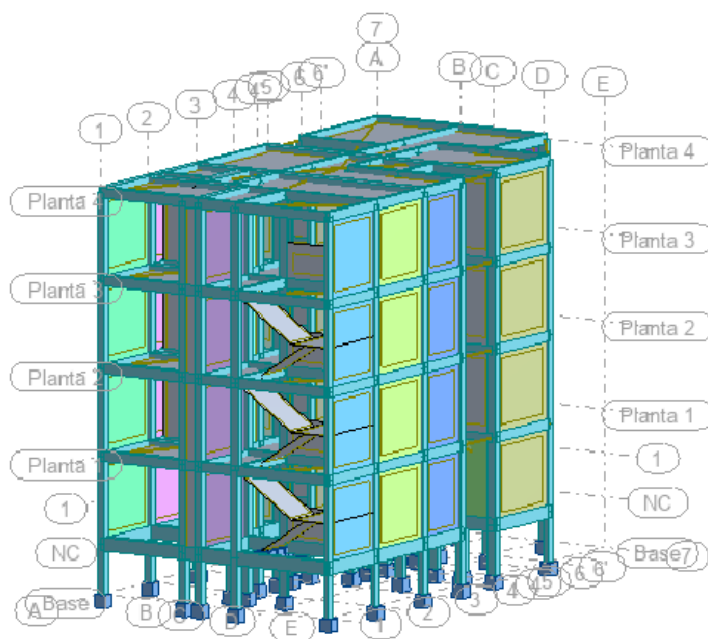


Caso 12 : SISMO Dirección\_Z  
Tipo de análisis Espectral

Dirección de la excitación:  
X= 0.000  
Y= 0.000  
Z= 0.670



### VISTA GENERAL DE CALICES

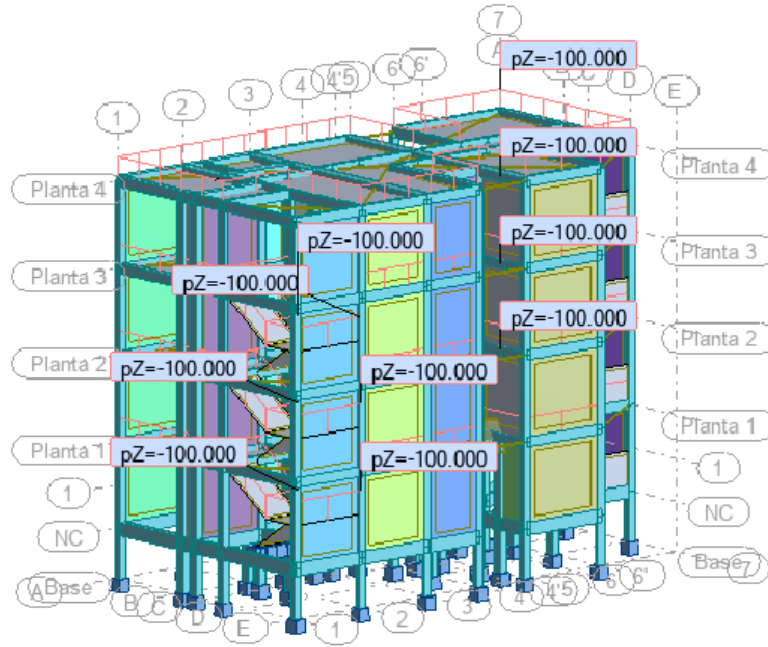


- MY15
- MY14
- MY13
- MY12
- MY11
- MY10
- MY9
- MY8
- MY7
- MY6
- MY5
- MY4
- MY3
- MY2
- MY1
- MX8
- MX7
- MX6
- MX5
- MX4
- MX3
- MX2
- MX1
- WFZ 2000kgf
- Max=16071.040
- Min=41.567

casos: 10 (SISMO Dirección\_X)



### VISTA CARGA MUERTA

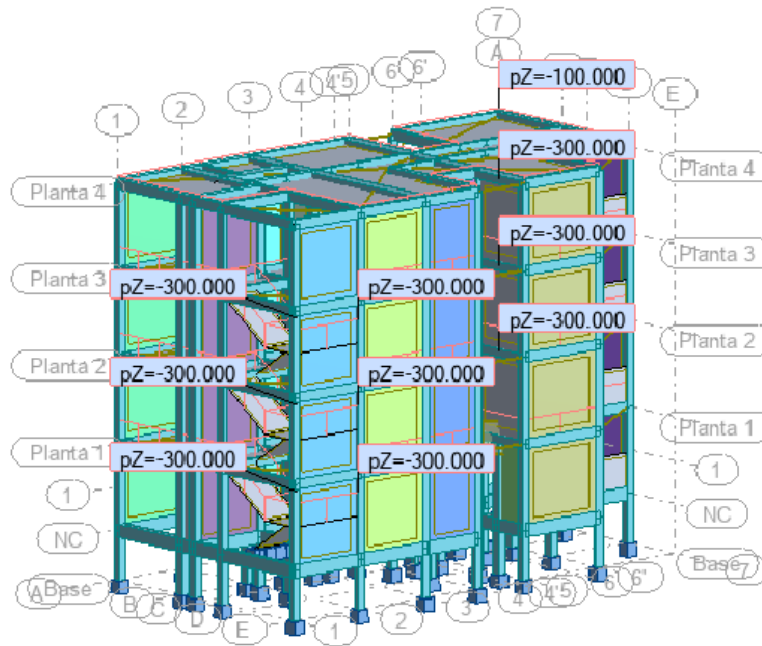


- MY15
- MY14
- MY13
- MY12
- MY11
- MY10
- MY9
- MY8
- MY7
- MY6
- MY5
- MY4
- MY3
- MY2
- MY1
- MX8
- MX7
- MX6
- MX5
- MX4
- MX3
- MX2
- MX1



kgf/m<sup>2</sup>  
casos: 2 (MUERTA)

### VISTA CARGA VIVA

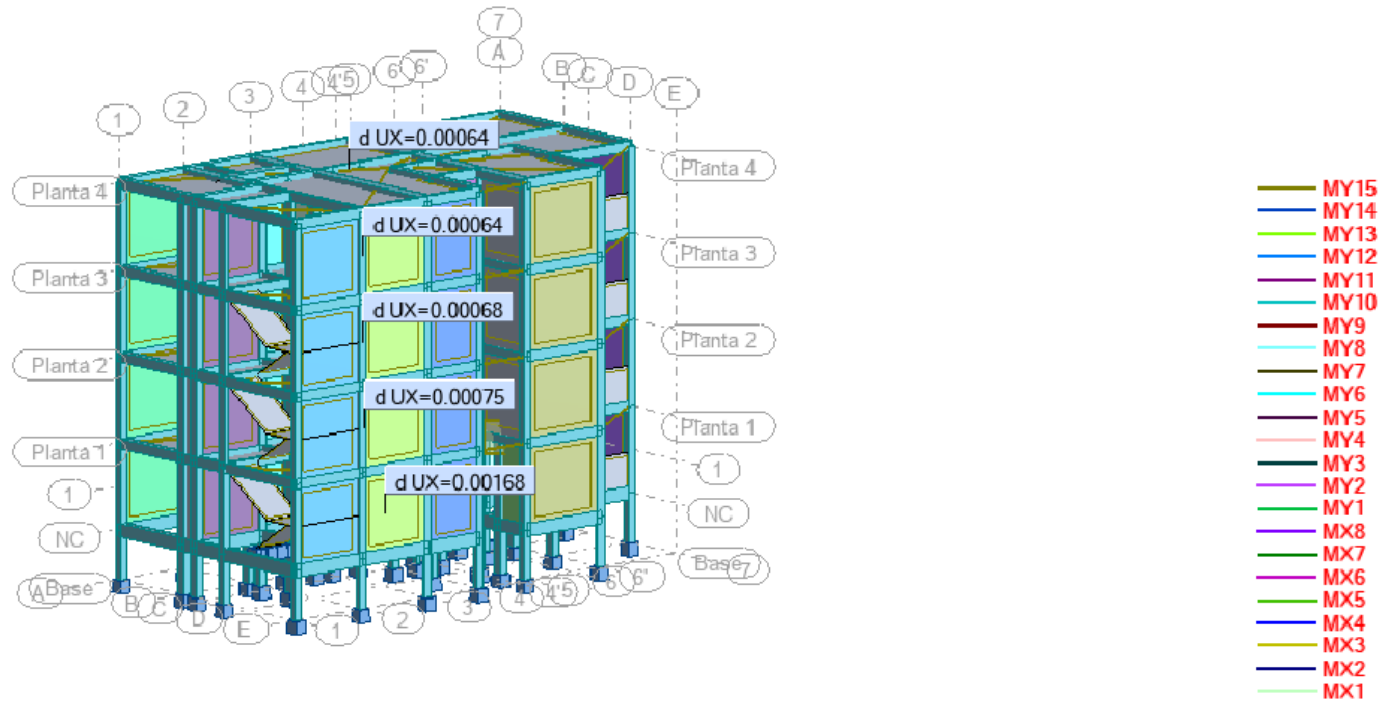


- MY15
- MY14
- MY13
- MY12
- MY11
- MY10
- MY9
- MY8
- MY7
- MY6
- MY5
- MY4
- MY3
- MY2
- MY1
- MX8
- MX7
- MX6
- MX5
- MX4
- MX3
- MX2
- MX1

kgf/m<sup>2</sup>  
casos: 3 (VIVA)

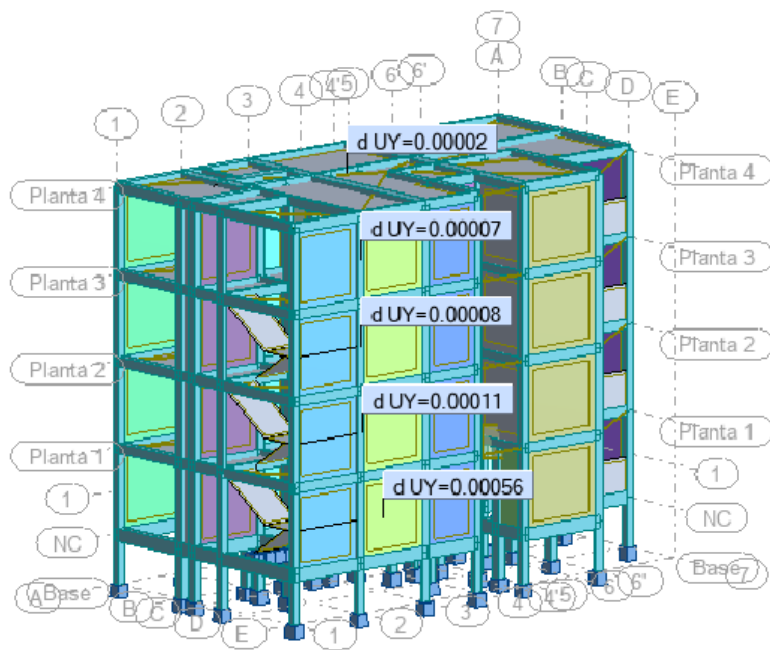


### VISTA COEFICIENTE DE DESPLAZAMIENTO RELATIVO EN DIRECCIÓN X

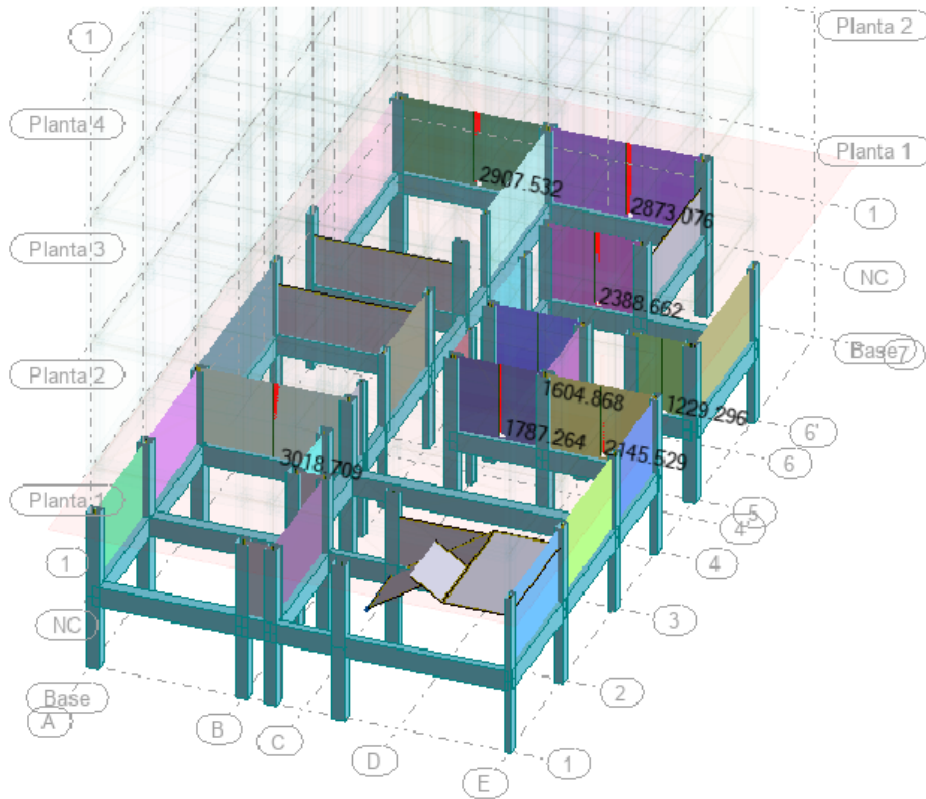


casos: 10 (SISMO Dirección\_X)

### VISTA COEFICIENTE DE DESPLAZAMIENTO RELATIVO EN DIRECCIÓN Y



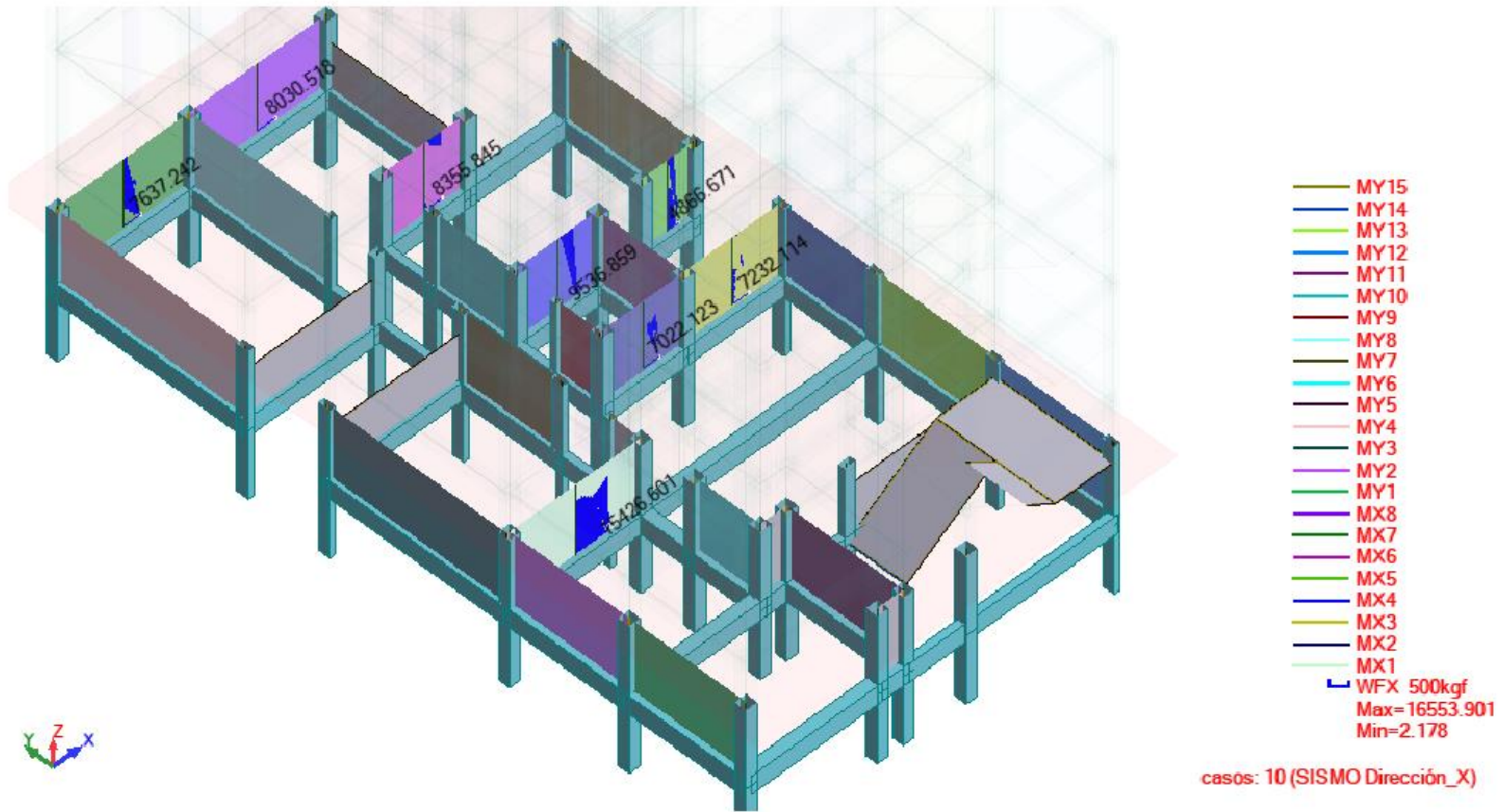
**VISTA DE CARGA DE GRAVEDAD MAXIMA DE SERVICIO (Pm) EN DIRECCION X**



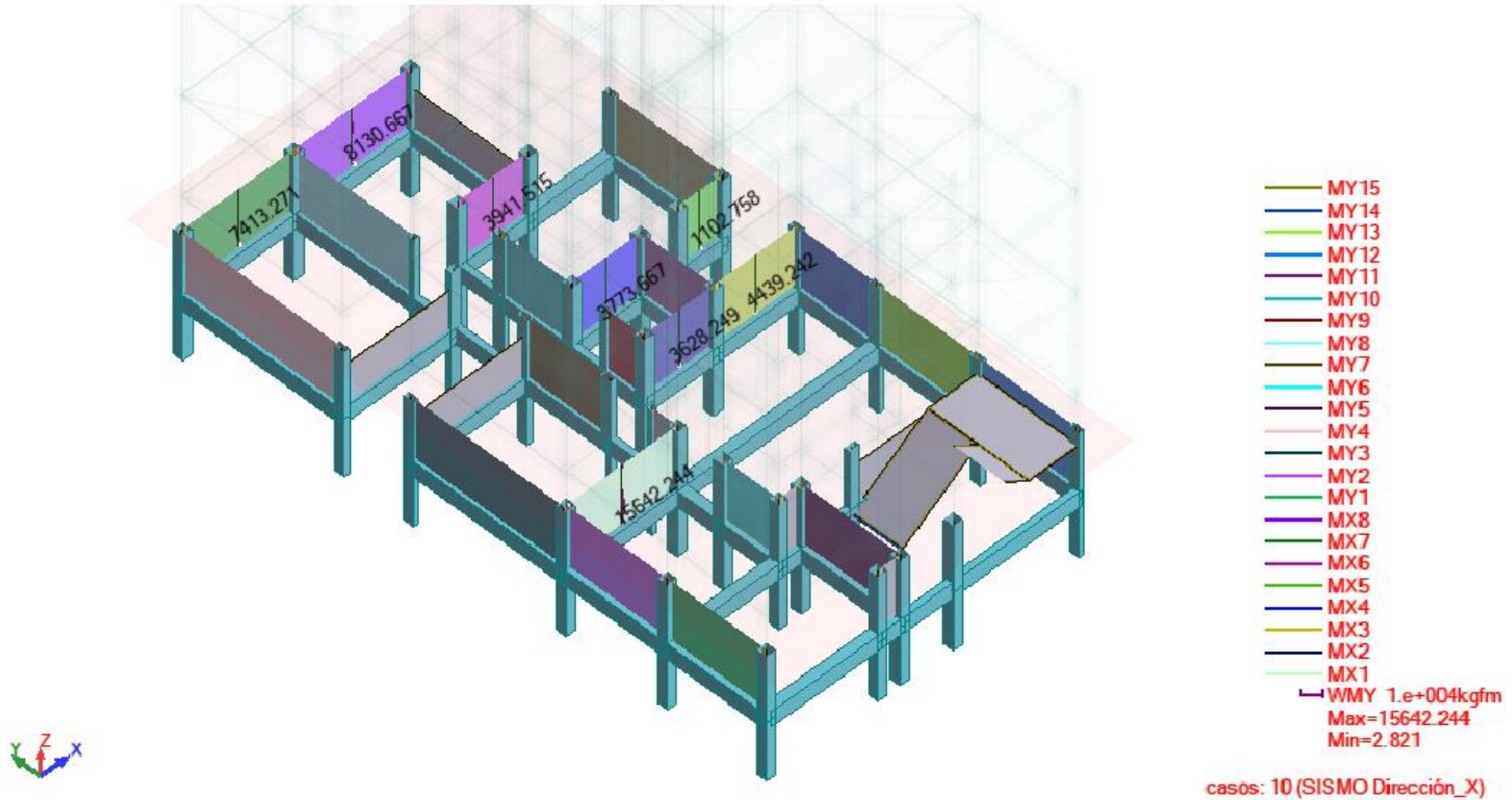
- MY15
  - MY14
  - MY13
  - MY12
  - MY11
  - MY10
  - MY9
  - MY8
  - MY7
  - MY6
  - MY5
  - MY4
  - MY3
  - MY2
  - MY1
  - MX8
  - MX7
  - MX6
  - MX5
  - MX4
  - MX3
  - MX2
  - MX1
  - WFZ 2000kgf  
Max=4372.289  
Min=80.824
- casos: 8 (CM+CV)



### VISTA DE ESFUERZO CORTANTE PARA SISMO MODERADO EN DIRECCIÓN X

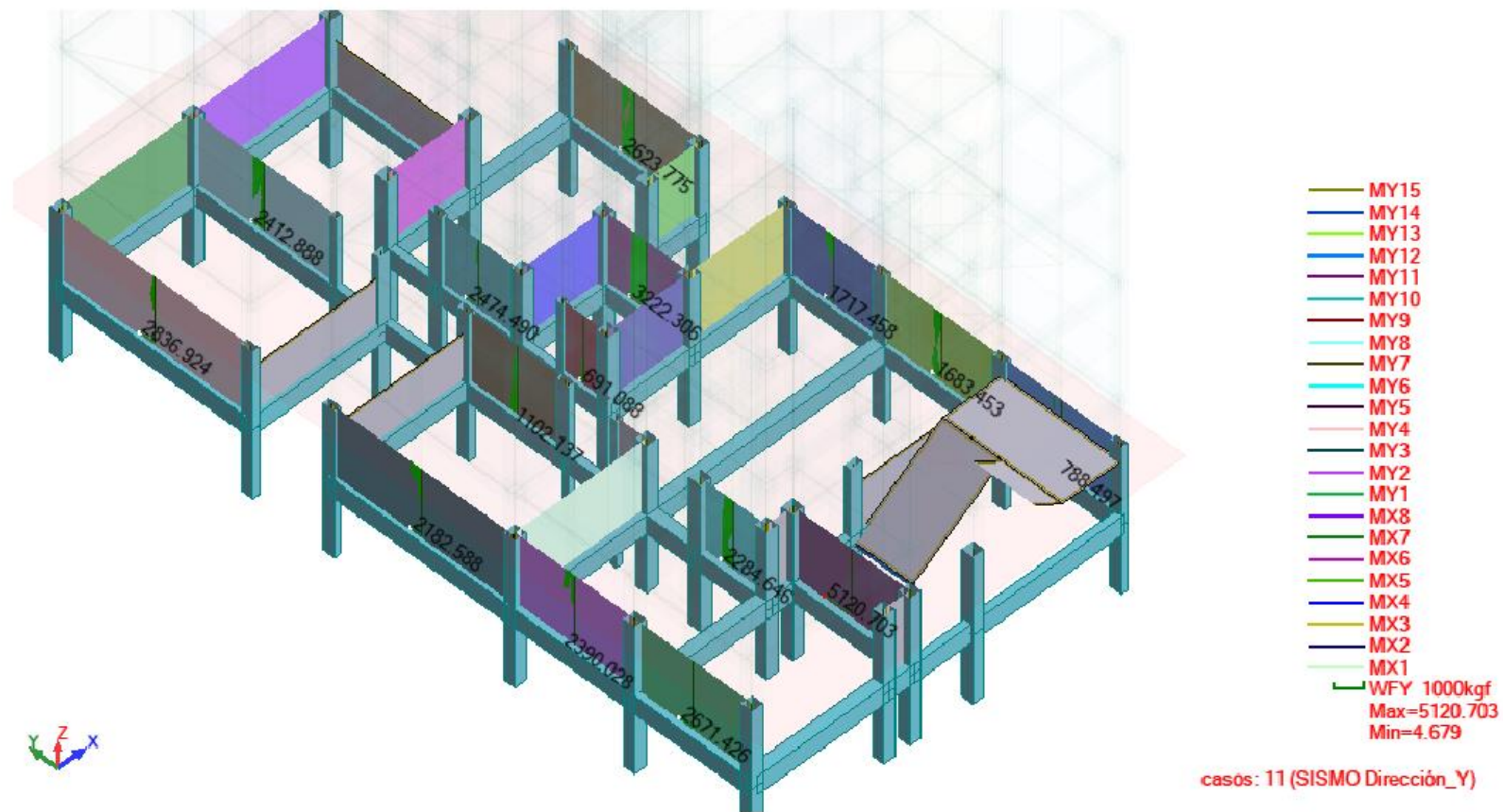


### VISTA DE MOMENTO FLECTOS PARA SISMO MODERADO EN DIRECCIÓN X

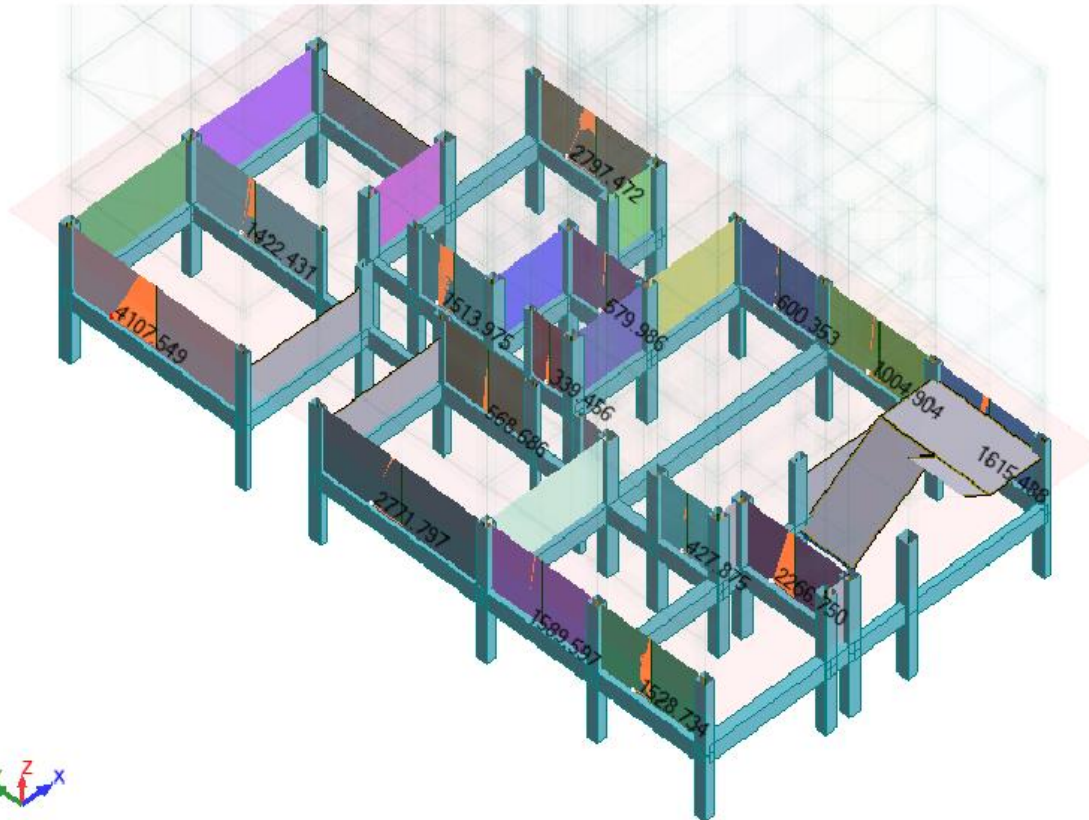




### VISTA DE ESFUERZO CORTANTE PARA SISMO MODERADO EN DIRECCIÓN Y



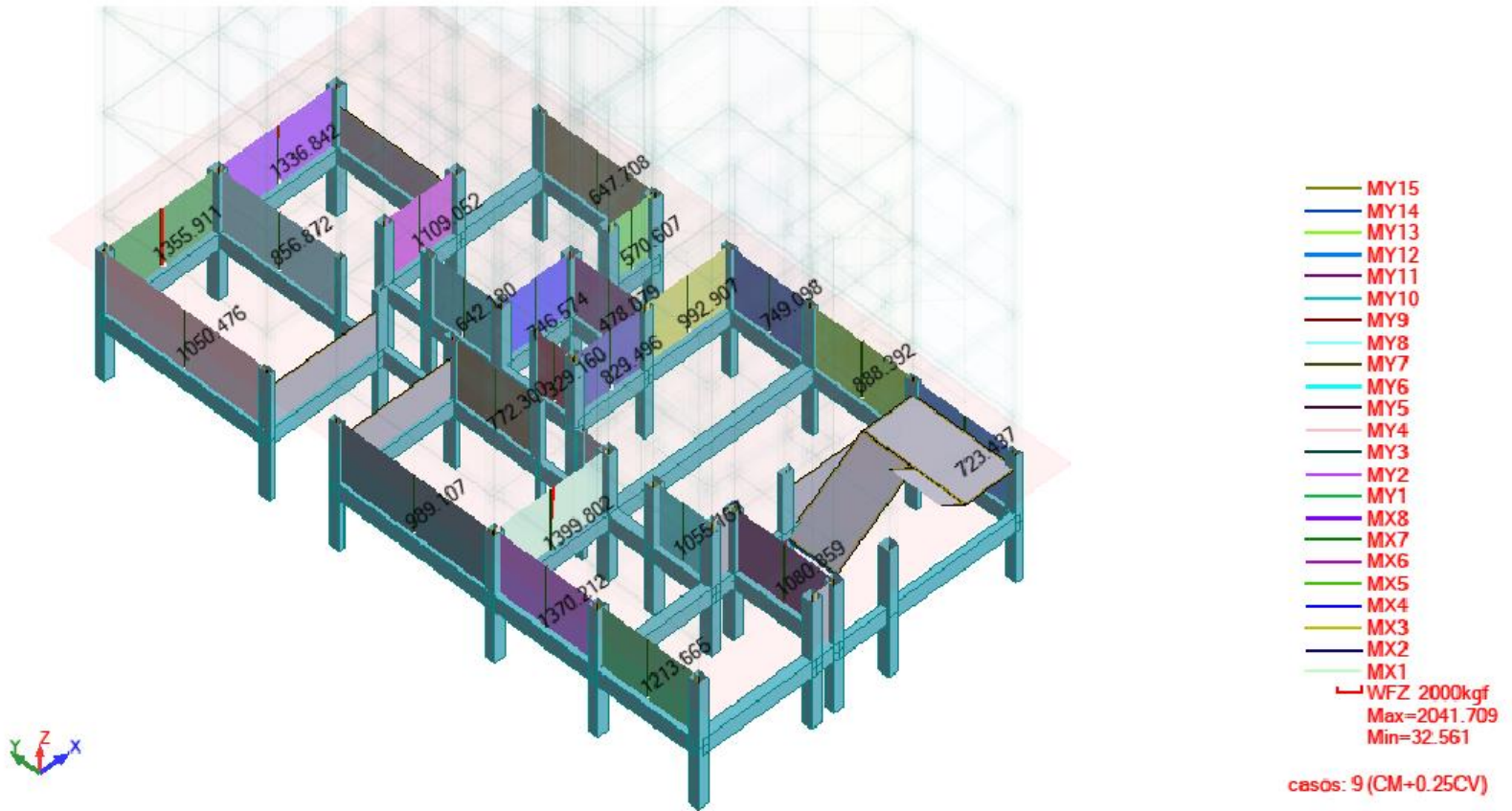
### VISTA DE MOMENTO FLECTOR PARA SISMO MODERADO EN DIRECCIÓN Y



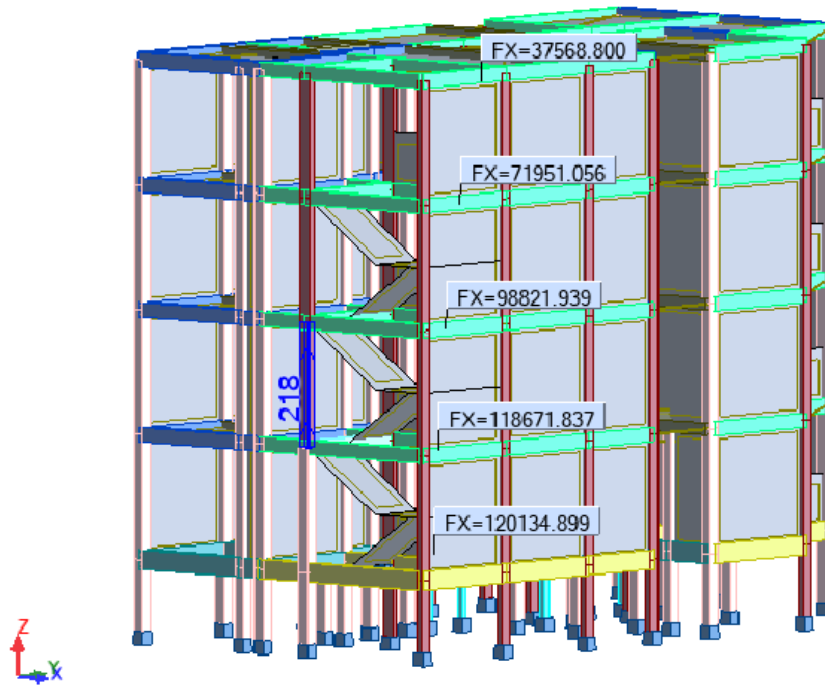
- MY15
- MY14
- MY13
- MY12
- MY11
- MY10
- MY9
- MY8
- MY7
- MY6
- MY5
- MY4
- MY3
- MY2
- MY1
- MX8
- MX7
- MX6
- MX5
- MX4
- MX3
- MX2
- MX1
- WMX 200kgfm  
Max=4107.549  
Min=5.993

casos: 11 (SISMO Dirección\_Y)

### VISTA DE CARGA GRAVITACIONAL DE SERVICIO CON SOBRECARGA REDUCIDA



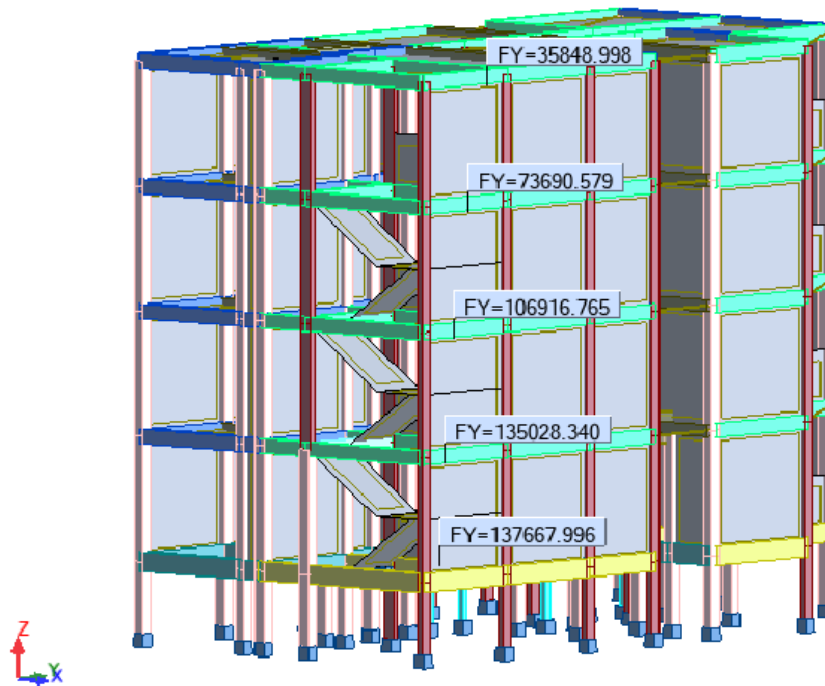
### VISTA CORTANTE DE ENTREPISO EN DIRECCIÓN X



- C 13X13
- C 13X25
- C 24X24
- V 13X25
- V 13X30
- V 24X30
- VCH 40X25
- Vc 15X40
- Vc 24X40
- WFZ 2000kgf  
Max=1631.581  
Min=1571.225

casos: 10 (SISMO Dirección\_X)

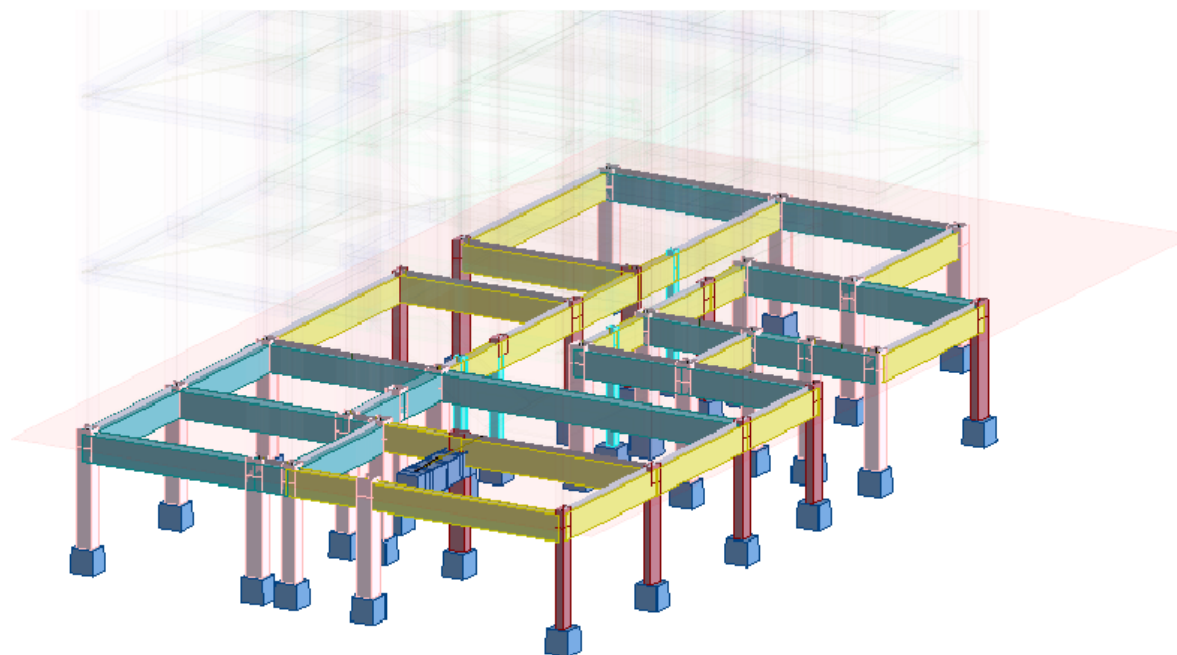
### VISTA CORTANTE DE ENTREPISO EN DIRECCIÓN Y



- C 13X13
- C 13X25
- C 24X24
- V 13X25
- V 13X30
- V 24X30
- VCH 40X25
- Vc 15X40
- Vc 24X40
- WFZ 2000kgf  
Max=1295.801  
Min=67.087

casos: 11 (SISMO Dirección\_Y)

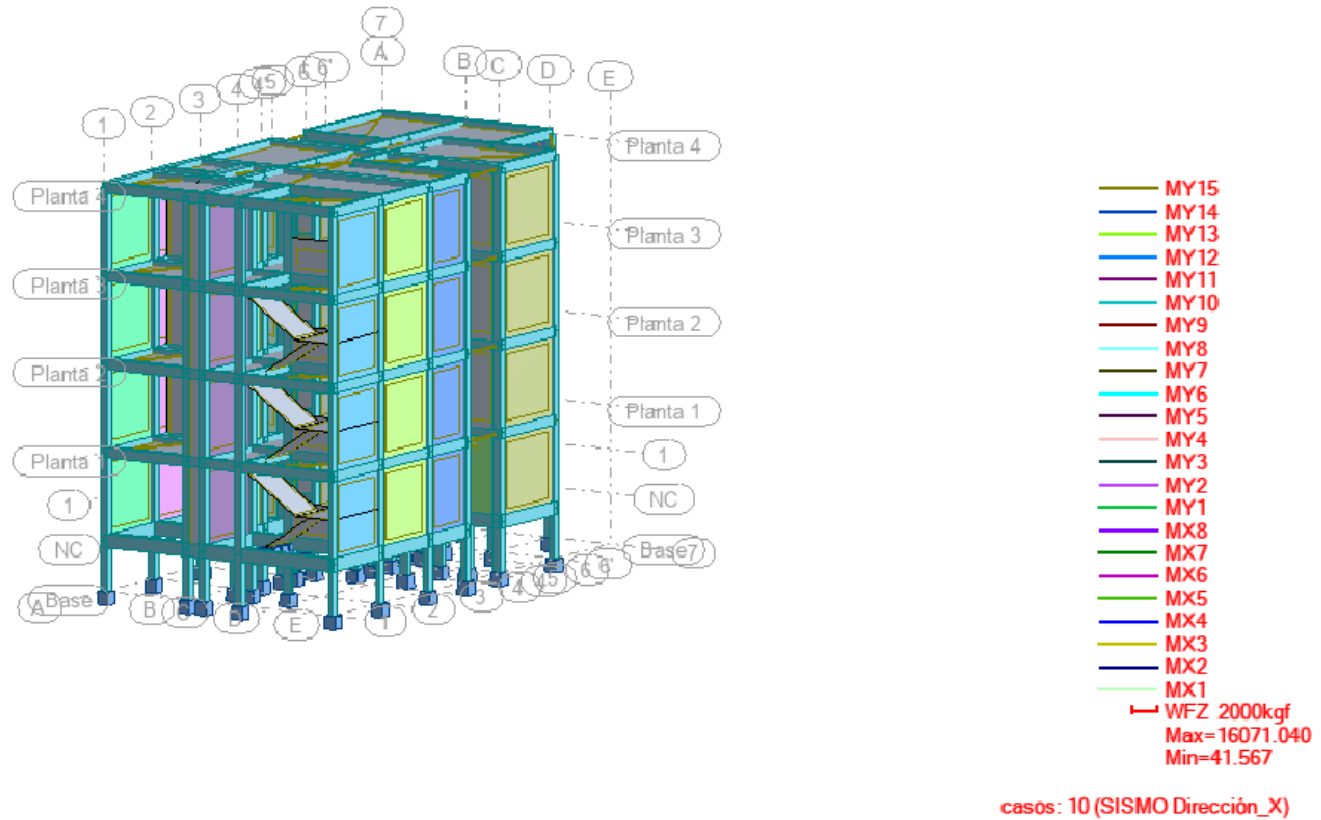
## VISTA FUNDACIONES



- C 13X13
- C 13X25
- C 24X24
- V 13X25
- V 13X30
- V 24X30
- VCH 40X25
- Vc 15X40
- Vc 24X40
- WFZ 2000kgf
- Max= 0.0
- Min= 0.0

casos: 1 (PESO PROPIO)

### VISTA GENERAL DE CALICES



**SOBRECIMIENTO TIPO 1 (15X40 CM)****1 Nivel:**

- Nombre :
- Cota de nivel : 0.000 (m)
- Tipo de ambiente : F0
- Resistencia al fuego : 0 (h)

**2 Cimentación corrida: Sobrecimiento armado 82...83 OK****2.1 Característica de los materiales:**

- Hormigón: : fc210(ACI)  $f_c = 210.062$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Densidad : 2.400 (tf/m<sup>3</sup>)
- Armaduras longitudinales : Grade 60  $f_y = 4218.417$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Armaduras transversales : Grade 60  $f_y = 4218.417$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Armadura adicional: : Grade 60  $f_y = 4218.417$  (kgf/cm<sup>2</sup>)

**2.2 Geometría:**

Número de elementos idénticos: 1

2.2.1	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	<b>P1</b>	<b>Tramo</b>	<b>0.150</b>	<b>2.970</b>	<b>0.240</b>
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 3.165$ (m)		
	Sección de 0.000 a 2.970 (m)				
	15.0 x 40.0 (cm)				
	Sin losa izquierda				
	Sin losa izquierda				
2.2.2	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	<b>P2</b>	<b>Ménsula Der.</b>	<b>0.240</b>	<b>1.185</b>	<b>—</b>
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 1.305$ (m)		
	Sección de 0.000 a 1.185 (m)				
	15.0 x 40.0 (cm)				
	Sin losa izquierda				
	Sin losa izquierda				

**2.3 Suelos:**

Nivel del asiento: 0.000 (m)

**Número de segmento: 1**

Inicio: 0.000 (m)

Fin: 3.165 (m)

Coeficiente de elasticidad: 351753.000 (kgf/m<sup>2</sup>)



**Estratos****1. well graded gravels**

- Nivel del suelo: 0.0 (cm)
- Espesor:  $\infty$
- Peso volumétrico: 2.243 (t/m<sup>3</sup>)
- Ángulo de rozamiento interno: 42.00 (Deg)
- Cohesión: 0.000 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Coeficiente de Poisson: 0.20
- Eo: 1830.911 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Coef de consolidación: 1.00
- qmax: 1.465 (kgf/cm<sup>2</sup>)

**Número de segmento: 2**

- Inicio: 3.165 (m)
- Fin: 4.470 (m)
- Coeficiente de elasticidad: 351753.000 (kgf/m<sup>2</sup>)

**Estratos****1. well graded gravels**

- Nivel del suelo: 0.0 (cm)
- Espesor:  $\infty$
- Peso volumétrico: 2.243 (t/m<sup>3</sup>)
- Ángulo de rozamiento interno: 42.00 (Deg)
- Cohesión: 0.000 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Coeficiente de Poisson: 0.20
- Eo: 1830.911 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Coef de consolidación: 1.00
- qmax: 1.465 (kgf/cm<sup>2</sup>)

**2.4 Opciones de cálculo:**

- Regulación de la combinación : ACI 318-14 ACI 318M-14
- Cálculos según la norma : ACI 318M-14
- Norma para los cálculos geotécnicos : ACI
- Tomando en cuenta la fuerza axial: no
- Considerar la torsión : no
- Considerando la reducción del esfuerzo cortante en la zona de apoyo : no
- Categoría de dimensionamiento sísmico : SDC A
- Recubrimiento de la armadura : Armaduras inferiores c = 3.0 (cm)  
: lateral c1 = 3.0 (cm)  
: superficial c2 = 3.0 (cm)

**2.5 Resultados de los cálculos:****2.5.1 Solicitaciones ELU**

Tramo	Mu,máx. (kgf/m)	Mu,mín. (kgf/m)	Mu,z (kgf/m)	Mu,d (kgf/m)	Vu,z (kgf)	Vu,d (kgf)
P1	785.196	-444.362	-798.103	362.784	-408.119	381.827
P2	4228.028	-2522.345		2499.198	0.166	6339.2147.989

### 2.5.2 Sección Teórica de Acero

Tramo	Tramo (cm <sup>2</sup> )		Apoyo izquierdo (cm <sup>2</sup> )		Apoyo derecho (cm <sup>2</sup> )	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	0.56	0.00	0.56	0.59	0.26	0.23
P2	3.45	0.00	1.96	1.95	0.00	0.00

### 2.5.3 Resultados de dimensionado de la sección

n - Tramo

Flexión transversal de la cimentación corrida: n = 1 x = 0.150 (m) A = 8.00  
0.000 (kgf/m)

### 2.5.4 Resultados geotécnicos

n - Tramo

Ref - valor calculado

Adm - valor admisible

Resistencia del suelo ELS: n = 1 x = 2.923 (m) N = 19.983 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf/m/m)  
Ref = 0.013 (kgf/cm<sup>2</sup>) Adm = 0.880 (kgf/cm<sup>2</sup>) f = 51.04225 1 flm =

1.00000

Resistencia del suelo ACC: n = 1 x = 2.923 (m) N = 21.023 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf/m/m)  
Ref = 0.014 (kgf/cm<sup>2</sup>) Adm = 0.880 (kgf/cm<sup>2</sup>) f = 48.51773 1 flm =

1.00000

Hundimiento de suelo ELS: n = 1 x = 2.923 (m) N = 19.983 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf/m/m)  
Ref = 0.0001 (cm) Adm = 5.0800 (cm) f = 74801.24571 1 flm =

1.00000

Diferencia de hundimiento de suelo ELS: n = 2 x = 4.545 (m) N = 15.154 (kgf/m)  
H = 0.000 (kgf/m) M = 0.000 (kgf/m/m)  
Ref = 0.0000 (cm) Adm = 5.0800 (cm) f = 196510.32732 1 flm =

= 1.00000

Superficie de contacto ELS: n = 1 x = 0.150 (m) N = 18.554 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf/m/m)  
Ref = 100.000 % Adm = 100.000 % f = 1.00000 1 flm =

1.00000

Superficie de contacto ACC: n = 1 x = 0.150 (m) N = 19.574 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf/m/m)  
Ref = 100.000 % Adm = 100.000 % f = 1.00000 1 flm =

1.00000

## 2.6 Resultados teóricos - detalles:

**2.6.1 P1 : Tramo de 0.150 a 3.120 (m)**

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )
	Mu.máx. (kgf/m)	Mu.mín. (kgf/m)	Mu.máx. (kgf/m)	Mu.mín. (kgf/m)		
0.150	785.195	-798.103	0.000	-28.012	0.58	0.59
0.391	667.049	-700.884	0.000	-26.583	0.49	0.51
0.708	539.352	-572.112	0.000	-25.525	0.39	0.42
1.024	414.856	-444.362	0.000	-22.808	0.30	0.32
1.341	294.789	-318.908	0.000	-18.443	0.21	0.23
1.657	179.740	-196.322	0.000	-12.413	0.13	0.14
1.974	71.419	-78.255	0.000	-4.867	0.05	0.06
2.290	93.225	-88.008	4.873	0.000	0.07	0.08
2.607	189.099	-149.415	16.292	0.000	0.12	0.11
2.923	288.042	-251.378	29.667	0.000	0.21	0.18
3.120	362.784	-313.984	39.210	0.000	0.26	0.23

Abscisa (m)	ELU		ELS	
	Vu.máx. (kgf)	Vu.máx. (kgf)	SgmRef (kgf/cm <sup>2</sup> )	SgmAdm (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.150	-408.119	-4.111	0.000	0.000
0.391	-407.009	-0.637	0.000	0.000
0.708	406.637	5.961	0.000	0.000
1.024	401.156	11.192	0.000	0.000
1.341	393.482	16.404	0.000	0.000
1.657	386.057	21.728	0.000	0.000
1.974	380.527	27.264	0.000	0.000
2.290	377.751	33.067	0.000	0.000
2.607	377.814	39.137	0.000	0.000
2.923	380.026	45.404	0.000	0.000
3.120	381.827	49.326	0.000	0.000

**2.6.2 P2 : Ménsula Der. de 3.360 a 4.545 (m)**

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )
	Mu.máx. (kgf/m)	Mu.mín. (kgf/m)	Mu.máx. (kgf/m)	Mu.mín. (kgf/m)		
3.360	2499.198	-2492.667		6.550	0.000	1.96
3.370	2432.931	-2426.111		6.711	0.000	1.90
3.501	1610.657	-1600.130		9.039	0.000	1.22
3.631	788.941	-774.282	11.696	0.000	0.58	0.57
3.762	232.020	-212.810	14.677	0.000	0.17	0.15
3.892	894.350	-870.177	17.976	0.000	0.66	0.64
4.023	1725.156	-1696.613		21.586	0.000	1.32
4.153	2557.652	-2522.345		25.500	0.000	2.01
4.284	3391.941	-3350.485		29.708	0.000	2.72
4.414	4228.028	-4180.051		34.200	0.000	3.45
4.545	0.166	-0.162	0.003	0.000	0.00	0.00

Abscisa (m)	ELU		ELS	
	Vu.máx. (kgf)	Vu.máx. (kgf)	SgmRef (kgf/cm <sup>2</sup> )	SgmAdm (kgf/cm <sup>2</sup> )
3.360	6339.214	16.361	0.000	0.000
3.370	6339.306	16.568	0.000	0.000
3.501	6341.474	19.105	0.000	0.000
3.631	6345.551	21.606	0.000	0.000
3.762	6352.045	24.066	0.000	0.000
3.892	6361.098	26.477	0.000	0.000
4.023	6372.484	28.836	0.000	0.000
4.153	6385.607	31.128	0.000	0.000
4.284	6399.501	33.347	0.000	0.000
4.414	6412.831	35.480	0.000	0.000
4.545	7.989	0.395	0.000	0.000

## 2.7 Armadura:

### 2.7.1 P1 : Tramo de 0.150 a 3.120 (m)

#### Armaduras longitudinales

- Armaduras inferiores (Grade 60)
  - 2 #5 l= 2.124 de 0.030 a 1.940
  - 2 #5 l= 3.783 de 0.948 a 4.515
- Armaduras de montaje (abajo) (Grade 60)
  - 2 #5 l= 3.242 de 0.030 a 3.272
- tramo (Grade 60)
  - 2 #5 l= 4.200 de 0.030 a 4.016

#### Armaduras transversales

- Armaduras principales (Grade 60)
  - estribos 18 #3 l= 1.002
  - e = 1\*0.040 + 17\*0.170 (m)

### 2.7.2 P2 : Ménsula Der. de 3.360 a 4.545 (m)

#### Armaduras longitudinales

- tramo (Grade 60)
  - 2 #5 l= 2.060 de 2.869 a 4.515

#### Armaduras transversales

- Armaduras principales (Grade 60)
  - estribos 7 #3 l= 0.970
  - e = 1\*0.065 + 6\*0.160 (m)

## 3 Cuantitativo:

- Volumen del hormigón = 0.273 (m3)
- Superficie de encofrado = 4.379 (m2)
- Acero Grade 60
  - Peso total = 0.062 (tf)
  - Densidad = 0.227 (tf/m3)
  - Diámetro medio = 13.04 (mm)
  - Lista según diámetros:

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Peso (tf)	Número (piezas)	Peso total (tf)
#3	0.970	0.001	7	0.004
#3	1.002	0.001	18	0.010
#5	2.060	0.003	2	0.006
#5	2.124	0.003	2	0.007
#5	3.242	0.005	2	0.010
#5	3.783	0.006	2	0.012
#5	4.200	0.007	2	0.013

**SOBRECIMIENTO TIPO 2 (24X40 CM)****1 Nivel:**

- Nombre : ---
- Cota de nivel : ---
- Tipo de ambiente : F0
- Resistencia al fuego : 0 (h)

**2 Cimentación corrida: Sobrecimiento armado44****OK****2.1 Característica de los materiales:**

- Hormigón: : fc210(ACI)  $f_c = 210.062$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Densidad : 2.400 (tf/m<sup>3</sup>)
- Armaduras longitudinales : Grade 60  $f_y = 4218.417$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Armaduras transversales : Grade 60  $f_y = 4218.417$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Armadura adicional: : Grade 60  $f_y = 4218.417$  (kgf/cm<sup>2</sup>)

**2.2 Geometría:**

Número de elementos idénticos: 1

2.2.1	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	<b>P1</b>	<b>Tramo</b>	<b>0.240</b>	<b>2.565</b>	<b>0.240</b>
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 2.805$ (m)		
	Sección	de 0.000 a 2.565 (m)			
		24.0 x 40.0 (cm)			
		Sin losa izquierda			
		Sin losa izquierda			

**2.3 Suelos:**

Nivel del asiento: 0.000 (m)

Inicio: 0.000 (m)

Fin: 2.805 (m)

Coeficiente de elasticidad: 336912.000 (kgf/m<sup>2</sup>)**Estratos:****1. well graded gravels**

- Nivel del suelo: 0.0 (cm)
- Espesor:  $\infty$
- Peso volumétrico: 2.243 (tf/m<sup>3</sup>)
- Ángulo de rozamiento interno: 42.00 (Deg)
- Cohesión: 0.000 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Coeficiente de Poisson: 0.20
- $E_o$ : 1830.911 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- Coef de consolidación: 1.00

•  $q_{max}$ : 1.465 (kgf/cm<sup>2</sup>)

## 2.4 Opciones de cálculo:

- Regulación de la combinación : ACI 318-14 ACI 318M-14
- Cálculos según la norma : ACI 318M-14
- Norma para los cálculos geotécnicos : ACI
- Tomando en cuenta la fuerza axial: no
- Considerar la torsión : no
- Considerando la reducción del esfuerzo cortante en la zona de apoyo : no
- Categoría de dimensionamiento sísmico : SDC A
- Recubrimiento de la armadura : Armaduras inferiores c = 3.0 (cm)  
: lateral c1 = 3.0 (cm)  
: superficial c2 = 3.0 (cm)

## 2.5 Resultados de los cálculos:

### 2.5.1 Solicitaciones ELU

Tramo	Mu,máx. (kgf'm)	Mu,mín. (kgf'm)	Mu,z (kgf'm)	Mu,d (kgf'm)	Vu,z (kgf)	Vu,d (kgf)
P1	4021.363	-1930.572		3582.382	-4142.860	
						-3272.436 -3386.765

### 2.5.2 Sección Teórica de Acero

Tramo	Tramo (cm <sup>2</sup> )		Apoyo izquierdo (cm <sup>2</sup> )		Apoyo derecho (cm <sup>2</sup> )	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	3.15	0.00	2.78	2.73	3.15	3.25

### 2.5.3 Resultados de dimensionado de la sección

n - Tramo

Flexión transversal de la cimentación corrida : n = 1 x = 0.240 (m) A = 8.00  
0.000 (kgf'm/m)

### 2.5.4 Resultados geotécnicos

n - Tramo  
Ref - valor calculado  
Adm - valor admisible

Resistencia de l suelo ELS: n = 1 x = 0.240 (m) N = 14.961 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf'm/m)  
Ref = 0.006 (kgf/cm<sup>2</sup>) Adm = 0.880 (kgf/cm<sup>2</sup>) f = 109.08329 1 film =  
1.00000

Resistencia de l suelo A CC: n = 1 x = 0.240 (m) N = 15.818 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf'm/m)  
Ref = 0.007 (kgf/cm<sup>2</sup>) Adm = 0.880 (kgf/cm<sup>2</sup>) f = 103.17534 1 film =

1.00000

Hundimiento de suelo ELS: n = 1 x = 0.240 (m) N = 14.961 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf\*m/m)  
Ref = 0.0000 (cm) Adm = 5.0800 (cm) f = 168902.03933 1 film  
= 1.00000

Diferencia de hundimiento de suelo ELS: n = 1 x = 2.084 (m) N = 8.814 (kgf/m) H =  
0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf\*m/m)  
Ref = 0.0000 (cm) Adm = 5.0800 (cm) f = 250429.66526 1 film  
= 1.00000

Superficie de contacto ELS: n = 1 x = 0.240 (m) N = 14.961 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf\*m/m)  
Ref = 100.000 % Adm = 100.000 % f = 1.00000 1 film =  
1.00000

Superficie de contacto ACC: n = 1 x = 0.240 (m) N = 15.818 (kgf/m) H = 0.000 (kgf/m)  
M = 0.000 (kgf\*m/m)  
Ref = 100.000 % Adm = 100.000 % f = 1.00000 1 film =  
1.00000

## 2.6 Resultados teóricos - detalles:

### 2.6.1 P1 : Tramo de 0.240 a 2.805 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm <sup>2</sup> )	As' (cm <sup>2</sup> )
	Mu,máx. (kgf*m)	Mu,mín. (kgf*m)	Mu,máx. (kgf*m)	Mu,mín. (kgf*m)		
0.240	3582.382	-3521.370	47.204	0.000	2.78	2.73
0.401	3102.077	-3055.140	36.358	0.000	2.38	2.35
0.681	2264.410	-2240.818	18.357	0.000	1.71	1.69
0.962	1428.483	-1427.066	1.244	0.000	1.05	1.05
1.242	605.243	-624.932	0.000	-15.057	0.43	0.45
1.523	204.242	-244.067	0.000	-30.623	0.15	0.17
1.803	1025.241	-1084.323	0.000	-45.524	0.75	0.79
2.084	1853.045	-1930.572	0.000	-59.813	1.38	1.44
2.364	2688.968	-2784.189	0.000	-73.519	2.05	2.12
2.645	3533.607	-3645.708	0.000	-88.641	2.75	2.84
2.805	4021.363	-4142.660	0.000	-93.792	3.15	3.25

Abscisa (m)	ELU		ELS	
	Vu,máx. (kgf)	Vu,máx. (kgf)	SgmRef (kgf/cm <sup>2</sup> )	SgmAdm (kgf/cm <sup>2</sup> )
0.240	-3272.436	-74.195	0.000	0.000
0.401	-3266.662	-72.003	0.000	0.000
0.681	-3261.971	-68.400	0.000	0.000
0.962	-3256.919	-65.083	0.000	0.000
1.242	-3256.278	-62.071	0.000	0.000
1.523	-3266.111	-59.349	0.000	0.000
1.803	-3266.775	-56.872	0.000	0.000
2.084	-3312.912	-54.561	0.000	0.000
2.364	-3343.440	-52.310	0.000	0.000
2.645	-3373.543	-49.981	0.000	0.000
2.805	-3386.766	-48.510	0.000	0.000

## 2.7 Armadura:

**2.7.1 P1 : Tramo de 0.240 a 2.805 (m)****Armaduras longitudinales:**

- Armaduras inferiores (Grade 60)  
2  $\varnothing$ #5 l= 3.414 de 0.030 a 3.015
- tramo (Grade 60)  
2  $\varnothing$ #5 l= 3.414 de 0.030 a 3.015

**Armaduras transversales:**

- Armaduras principales (Grade 60)  
estribos 16  $\varnothing$ #3 l= 1.182  
e = 1\*0.008 + 15\*0.170 (m)

**3 Cuantitativo:**

- Volumen del hormigón = 0.292 (m3)
- Superficie de encofrado = 3.244 (m2)
- Acero Grade 60
  - Peso total = 0.032 (tf)
  - Densidad = 0.109 (tf/m3)
  - Diámetro medio = 12.19 (mm)
  - Lista según diámetros:

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Peso (tf)	Número (piezas)	Peso total (tf)
#3	1.182	0.001	16	0.011
#5	3.414	0.005	4	0.021



## **ANEXO 5: DISEÑO DE CIMIENTO CORRIDO**

# DISEÑO DE CIMIENTOS CORRIDOS DE CONCRETO CICLOPEO

## DATOS DEL TERRENO:

Peso específico (gs) =	1653	Kg/m3
Angulo de fricción (f) =	17°	Grados
Coefficiente de fricción (μ) =	0.45	
Capacidad Portante (s) =	0.68	Kg/cm2

## DATOS DEL MURO:

Numero de pisos =	4.00	
Area Tributaria	1.40	
Peso de Losa Aligerada	300.00	Kg/m2
Espesor del muro (t) =	0.13	metros
Factor Zona (Z) =	0.25	
Factor de uso (U) =	1.00	
Altura de Muro (h) =	2.35	metros
Ancho de la Solera	0.25	metros
Altura de la Solera =	0.30	metros
Ancho de Sobrecimiento =	0.15	metros
Altura de Sobrecimiento =	0.40	metros
Peso específico del muro (gm) =	1800	Kg/m3
Peso específico del C <sup>o</sup> A <sup>o</sup> (gca) =	2400	Kg/m3
Peso específico del C <sup>o</sup> S <sup>o</sup> (gcs) =	2300	Kg/m3

## DATOS PROYECTADOS DEL CIMIENTO:

Ac: 0.39 → Ancho del Cimiento (a) =	1.45	metros
Altura del Cimiento (hc) =	1.50	metros
Profundidad del Cimiento (hf) =	1.60	metros
Altura de relleno (hr) =	0.10	metros

## CALCULO OBTENIDO:

Ka = tg <sup>2</sup> (45° - f/2) =	0.54
Kp = tg <sup>2</sup> (45° + f/2) =	1.85
Ea = 1/2 * Ka * gcs * (hc) <sup>2</sup> * B =	1396.21 Kg
Ep = 1/2 * Kp * gcs * (hc) <sup>2</sup> * B =	4795.24 Kg

## CALCULO DEL PESO TOTAL:

Peso de la Solera (Ps) =	720.00	Kg
Peso del Muro (Pm) =	2199.60	Kg
Peso de Losa Aligerada	1680.00	
Peso del Sobrecimiento armado (s/c) =	144.00	Kg
Peso del Cimiento (Pc) =	5002.50	Kg
Peso del Relleno (Pr) =	214.89	Kg
<b>PESO TOTAL =</b>	<b>9960.99</b>	<b>Kg</b>

Empuje sismico sobre la solera (Hs) =	45.00 Kg
Empuje sismico sobre la Albañilería (Ha) =	264.38 Kg
Empuje sismico sobre el s/cimiento (Hs/c) =	57.50 Kg
Empuje sismico sobre la Cimentación (Hc) =	1250.63 Kg

## CALCULO DE LA FUERZA RESISTENTE (Fr):

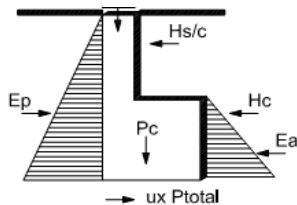
$$Fr = \mu * Ptotal + Ep = 9277.69 \text{ Kg}$$

## CALCULO DE LA FUERZA ACTUANTE (Fa):

$$Fa = Hs + Ha + Hc + Hs/c + Ea = 3013.71 \text{ Kg}$$

$$F.S.D. = Fr/Fa = 3.08 > s$$

$$F.S.D. = 3.08 > 0.68 \rightarrow \text{OK!!}$$



## TABLA DE REFERENCIA

TERRENO DE CIMENTACION		Coef de fricc
		para desplaz
Rocoso	Roca dura uniforme con pocas grietas	0.70
	Roca dura unif. con muchas fisuras	0.70
	Roca blanda	0.70
Estrato	Densa	0.60
de grava	No Densa	0.60
Terreno	Densa	0.60
Arenoso	Medio	0.50
Terreno	Muy dura	0.50
Cohesivo	Dura	0.45
	Medio	0.45

## TIPO DE ZONA DONDE SE DISEÑARÁ (COEFICIENTE SISMICO)



ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

TIPO	U
A	1.50
B	1.30
C	1.00
D	0.60

## TABLA DE PESOS ESPECIFICOS DE LOS TERRENOS

TIPO DE SUELO	Consistencia	Angulo de Fricción (f)	Peso Especifico Kg/m3
Arena Gruesa o	Compacto	40 °	2250
Arena con Grava	Suelto	35 °	1450
Arena Medio	Compacto	40 °	2080
	Suelto	30 °	1450
Arena Limosa Fina	Compacto	30 °	2080
o Limo Arenoso	Suelto	25 °	1365
	Compacto	30 °	2160
Limo Uniforme	Suelto	25 °	1365
Arcilla - Limo	Suave a Mediana	20 °	1440 - 1920
Arcilla - Limosa	Suave a Mediana	15 °	1440 - 1920
Arcilla	Suave a Mediana	0 - 10 °	1440 - 1920

**EXTREMO IZQUIERDO:**

MOMENTO DE VOLTEO (  $M_v$  ) :

$$M_v = H_i \cdot d_i + E_a \cdot h_a$$

ELEMENTOS	H (Kg)	d (m)	M (Kg-m)	Kg-m
Solera =	45.00	4.40	198.00	**
Muro de Albañilería =	264.38	3.08	812.95	
Sobrecimiento =	57.50	1.70	97.75	
Ornamento =	1250.63	0.75	937.97	
Empuje Activo =	1396.21	0.50	698.10	

MOMENTO RESISTENTE (  $M_r$  ) :

$$M_r = \text{Peso total} \times a/2 \times E_p \times h/3 \rightarrow M_r = 9779.18$$

F.S.D. =  $M_r/M_v = 3.56 > s$

F.S.D. =  $3.56 > 0.68 \rightarrow \text{OK!!!}$

**EXTREMO DERECHO:**

MOMENTO DE VOLTEO (  $M_v$  ) :

$$M_v = H_i \cdot d_i + E_a \cdot h_a$$

ELEMENTOS	H (Kg)	d (m)	M (Kg-m)	Kg-m
Solera =	45.00	4.40	198.00	**
Muro de Albañilería =	264.38	3.08	812.95	
Sobrecimiento =	57.50	1.70	97.75	
Ornamento =	1250.63	0.75	937.97	
Empuje Activo =	1396.21	0.53	744.64	

MOMENTO RESISTENTE (  $M_r$  ) :

$$M_r = \text{Peso total} \times a/2 \times E_p \times h/3 \rightarrow M_r = 9779.18$$

F.S.D. =  $M_r/M_v = 3.50 > s$

F.S.D. =  $3.50 > 0.68 \rightarrow \text{OK!!!}$

ESFUERZOS SOBRE EL TERRENO :

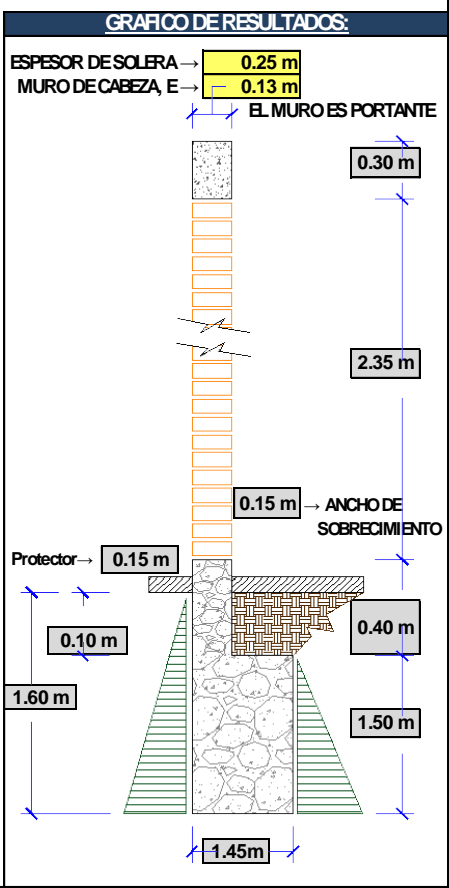
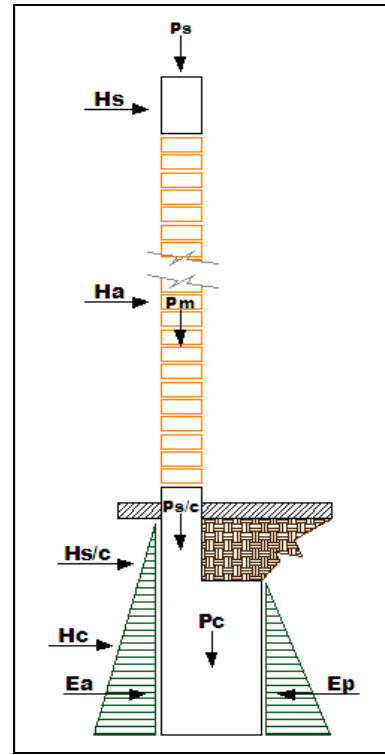
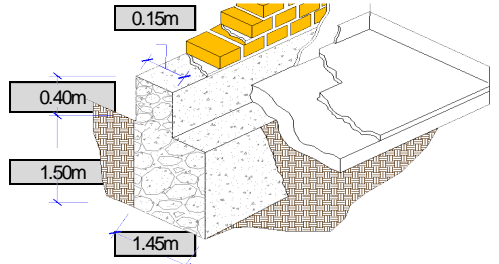
$$X_o = (M_r - M_v) / P_{\text{total}} \rightarrow 0.71 \text{ m}$$

$$e = X_o - a/2 \rightarrow -0.02$$

$$s_t = P_{\text{total}} / (2 \cdot B(a/2 - e)) = 0.67 \text{ Kg/cm}^2 < 0.68 \rightarrow \text{OK!!!}$$

**RESULTADOS:**

USAREMOS:	
Ancho de Sobrecimiento =	0.15 metros
Altura de Sobrecimiento =	0.40 metros
Ancho de Ornamento =	1.45 metros
Altura de Ornamento =	1.50 metros
Profundidad del Ornamento =	1.60 metros



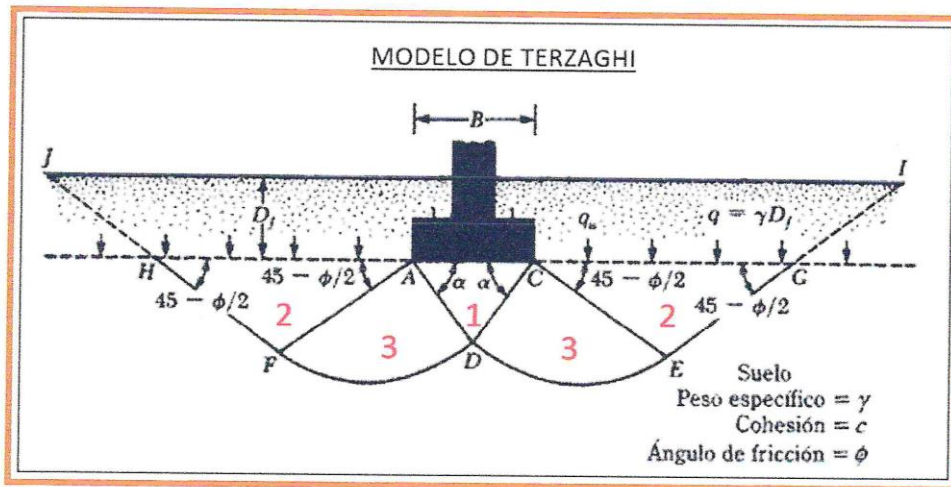
## **ANEXO 6: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**



## ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS

### PROYECTO:

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA  
MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT  
STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022”



DICIEMBRE del 2022.

SOLICITANTE: HORNA CULQUI, NERLY RONEL



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO PAVIMENTOS**

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME TÉCNICO ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### Proyecto:

"DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA  
MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT  
STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"

### Solicita:

HORNA CULQUI, NERLY RONEL

### Ubicación:

DISTRITO: CHACHAPOYAS.  
PROVINCIA: CHACHAPOYAS.  
DEPARTAMENTO: AMAZONAS.

### Especialista:

ING. JIMMY ROY MORALES FLORES  
CIP N° 111867



## **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS**

**DB INGENIEROS S.A.C**

### **ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION** **CONTENIDO**

- 1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA CIMENTACION**
- 2. GENERALIDADES.**
  - 2.1 Objetivo de Estudio.
  - 2.2 Ubicación y Descripción del Área de Estudio.
  - 2.3 Condiciones Climáticas de la Zona.
  - 2.4 Altitud de la Zona.
  - 2.5 Acceso al área de Estudio.
- 3. GEOMORFOLIGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA DE ESTUDIO.**
  - 3.1 Sismicidad.
- 4. TRABAJOS DE CAMPO.**
  - 4.1 Calicatas.
    - 4.1.1 Calicata o Pozo de Exploración.
    - 4.1.2 Muestreo y registros de Exploración.
- 5. ENSAYOS DE LABORATORIO.**
  - 5.1 Ensayos Estándar.
  - 5.2 Ensayos Especiales.
  - 5.3 Clasificación de Suelos.
- 6. TRABAJOS DE GABINETE.**
  - 6.1 Perfil Estratigráfico.
  - 6.2 Napa Freática.
- 7. ANALISIS DE CIMENTACION.**
  - 7.1 Tipo y Profundidad de Cimentación.
  - 7.2 Calculo de Capacidad Admisible.
- 8. IDENTIFICACION DE AGREGADOS.**
- 9. POTENCIAL DE EXPANSION.**
- 10. AGRESIVIDAD QUIMICA DEL SUELO.**
- 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO PAVIMENTOS**

**DG INGENIEROS S.A.C**

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

13. ANEXOS.

- Ensayos de Laboratorio.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### INFORME TÉCNICO

#### 1. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA CIMENTACION.

ZAPATAS SOBRE SUELO NATURAL – GRAVA ARCILLOSA (GC)	
Resumen de las Condiciones de Cimentación	
Profesional Responsable (PR)	JIMMY ROY MORALES FLORES
Ingeniero Civil CIP	111867
Tipo de Cimentación	Cimentación cuadrada
Profundidad de la Napa Freática	No se encontró – Fecha: Diciembre - 2022
Parámetros de Diseño de la Cimentación	
Profundidad de cimentación	Mínimo Df=1.50m
Presión admisible	En el presente informe se presenta la tabla de presiones admisibles en función del desplante y ancho de cimentación para zapatas continuas y rectangulares para el suelo natural del tipo arena arcillosa (SC).
Factor de seguridad por Corte	FS estático =3.00 FS dinámico=2.50
Distorsión angular máxima	1/500
Asentamiento máximo aceptable	1.82 cm (zapatas cuadradas)
Parámetros Sísmicos del suelo (Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente"	
Zona Sísmica	2
Factor de Zona	0.25
Tipo de Perfil del suelo	S2
Factor de Suelo (S)	1.15
Periodo TP (s)	0.6
Periodo TL (s)	2.0





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

Agresividad del Suelo a la Cimentación	
No presentaría agresividad.	
Se recomienda el uso de cemento Tipo I	
Problemas Especiales de Cimentación	
Agresividad química	No presenta
Colapso	No Presenta
Licuaación	No presenta
Expansión	No presenta
Observaciones	a) Se realizaron Cuatro (01) calicatas b) No se encontró nivel freático, c) La profundidad de exploración solo permite definir un máximo ancho de cimentación de 3.00m
Recomendaciones	a) Los Rellenos Controlados deben cumplir con el artículo 21 de la norma E.50 "Suelos y Cimentaciones"; Cimentar las estructuras sobre plataforma de Rellenos Controlados; Contar con la supervisión especializada de un Ingeniero Geotécnico durante la ejecución de las obras.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 2. GENERALIDADES.

#### 2.1. Objetivo del Estudio.

Determinar el comportamiento Físico – Mecánico del suelo dentro de la profundidad activa de uso y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño estructural del proyecto **DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022**, por medio de trabajos de campo a través de excavaciones a cielo abierto (CALICATAS), ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia a las cargas peatonales y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad activa del suelo, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación. A solicitud de **HORNA CULQUI, NERLY RONEL**.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de las calicatas
- Toma de muestras
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil estratigráfico
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- Calculo admisible permisibles
- Análisis del potencial Expansión
- Agresión del suelo a la cimentación
- Conclusiones y recomendaciones



#### 2.2. Ubicación del Área de Estudio.

El área de Estudio para este Proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Chachapoyas, Provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

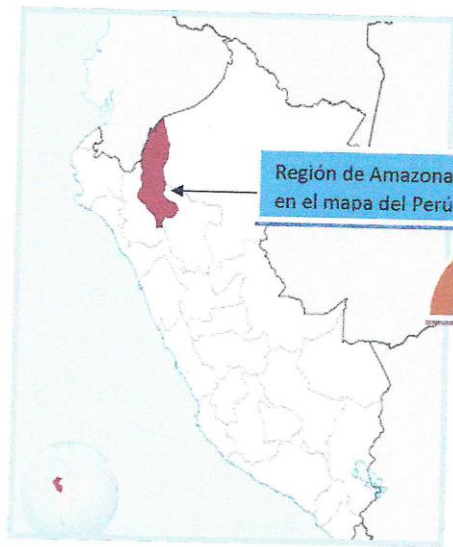


Figura N°01: Ubicación Nacional



Figura N°02: Ubicación Regional.



Figura N°03: Ubicación Provincial.

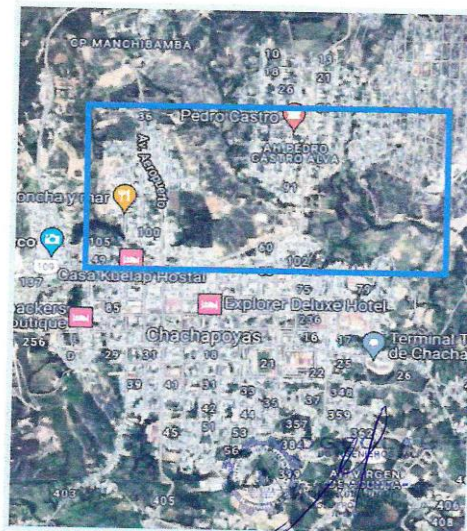


Figura N°04: Zona del Proyecto.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DE INGENIEROS S.A.C

### 2.3. Condiciones Climáticas de la zona.

En Chachapoyas, los veranos son cortos, cómodos y secos; los inviernos son largos y frescos y está mayormente nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 9 °C a 23 °C y rara vez baja a menos de 7 °C o sube a más de 25 °C.

### 2.4. Altitud de la zona.

La ciudad de Chachapoyas se encuentra en una altitud de 2483 m.s.n.m. aproximadamente.

### 2.5. Acceso al Área de Estudio.

El acceso a la zona de estudio es a través de carros, camionetas, colectivos y motos lineales ya que se encuentra dentro de la zona rural. Ya sea desde el centro de la ciudad se ubica a 05 minutos hasta llegar al lugar donde se ubica el proyecto.

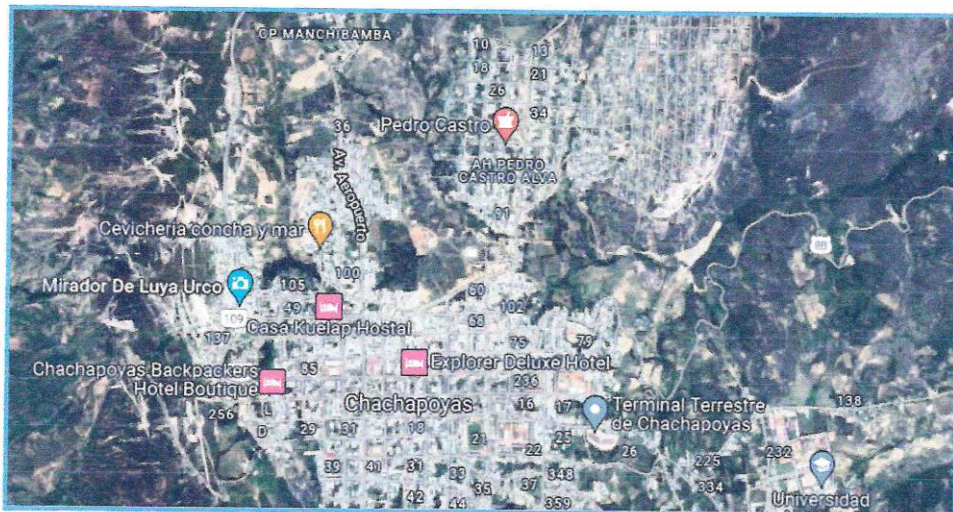


Figura N°05: Área de estudio.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 3. GEOMORFOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA DE ESTUDIO.

#### 3.1. Geomorfología.

La topografía de la zona donde se localiza el área del estudio, ondulado a accidentado en casi toda su extensión, con pendientes de 1% al 30% debido a rellenos de material de arena eólica y de origen fluvial que han cubierto el material duro y/o rocoso inferior.

#### 3.2. Sismicidad.

La actividad sísmica en el Perú es debida principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, presente de norte a sur, en su borde oeste, con una velocidad relativa del orden de 8-10 cm/año (DeMets et al, 1980).

El margen continental oeste de Sudamérica es uno de los más activos y de los bordes de placa el mayor en la Tierra. Como resultado de este proceso se ha formado la Cordillera de los Andes en diferentes etapas orogénicas.

La alta velocidad de convergencia de placas permite que se genere un fuerte acoplamiento entre ellas, produciendo frecuentemente sismos de diferentes magnitudes a diversos niveles de profundidad, ya sea en la superficie de fricción de las placas, en el interior de la placa continental o en el interior de la placa oceánica que se desplaza por debajo del continente.

Las características de la sismicidad de Perú han sido ampliamente analizadas y discutidas por diversos autores (Barazangi y Isacks, 1976; Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Buforn, 2001); siendo las principales, las relacionadas con la distribución espacial de los focos sísmicos en superficie y en profundidad.

En la región norte la actividad sísmica con foco superficial ( $h < 70$  km) se distribuye, de norte a sur, cerca de la línea de costa y tiene su origen en el proceso de fricción que se desarrolla sobre la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana.

En el interior del continente, la sismicidad superficial se concentra en la zona sub andina y está asociada a la presencia de fallas geológicas como el sistema de fallas de Moyobamba.

Los sismos con profundidad intermedia ( $71 < h < 120$  km), en mayor número se distribuyen en la zona sub andina y están asociados a la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la Cordillera de los Andes (círculos verdes y azules, Fig. N°01).

En la misma figura se presenta una sección vertical de la sismicidad en dirección NE-SO (Fig. N°02) y en ella se observa que los sismos, desde



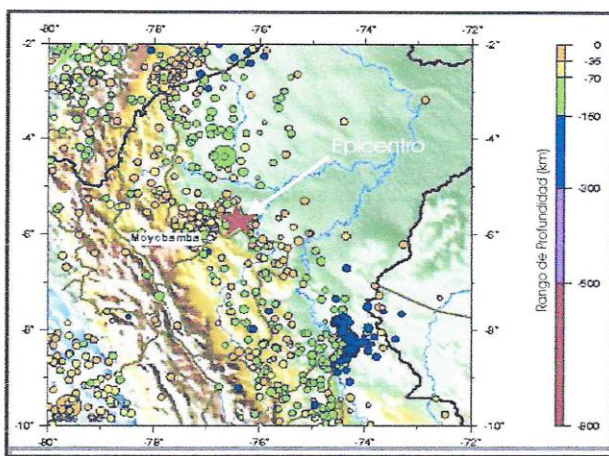


## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

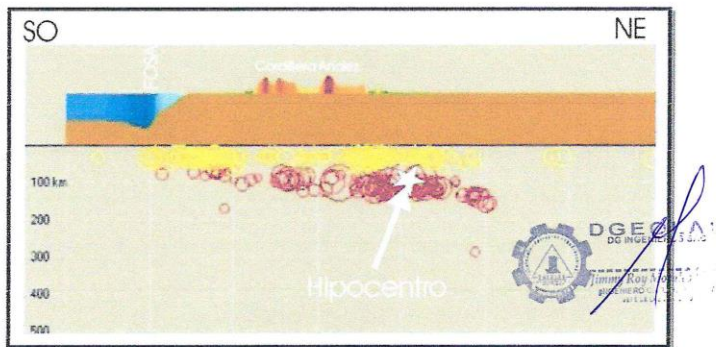
DG INGENIEROS S.A.C

la fosa, se distribuyen sobre una línea con pendiente del orden de 25 grados hasta alcanzar un nivel de profundidad de 110km en promedio, a Partir de la cual la sismicidad se hace horizontal hasta una distancia de 700 km aproximadamente desde la línea de costa.

Esta sismicidad permite configurar la geometría y la forma de la placa Nazca para esta región.



**Figura N°06:** Distribución de la sismicidad con foco superficial e intermedio en la norte del Perú.



**Figura N°07:** Sección vertical, sismicidad en dirección NE – SW. Círculos amarillos indican sismo con focos superficiales ( $h \leq 70$  km) y rojos a sismo con focos intermedio ( $h \leq 70$  km).



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

Dado que los sismos de la región se originan en las fricciones corticales debidas a la subducción de la placa oceánica bajo la continental, resulta que a igualdad de condiciones los sismos resultan más intensos en las regiones costeras, decreciendo generalmente hacia la sierra y selva, donde la subducción y fricción cortical es paulatinamente más profunda.

Las zonas alejadas del oriente amazónico sufren de pocos eventos sísmicos precisamente por la gran profundidad en que se produce la subducción bajo esta región, en comparación a lo que ocurre en la costa.

Los registros sísmicos instrumentales indican la subducción de la placa de Nazca, aumentando la profundidad focal de los sismos hacia el continente. Se aprecia una alta concentración de sismos de subducción frente a la costa y sismos superficiales continentales.

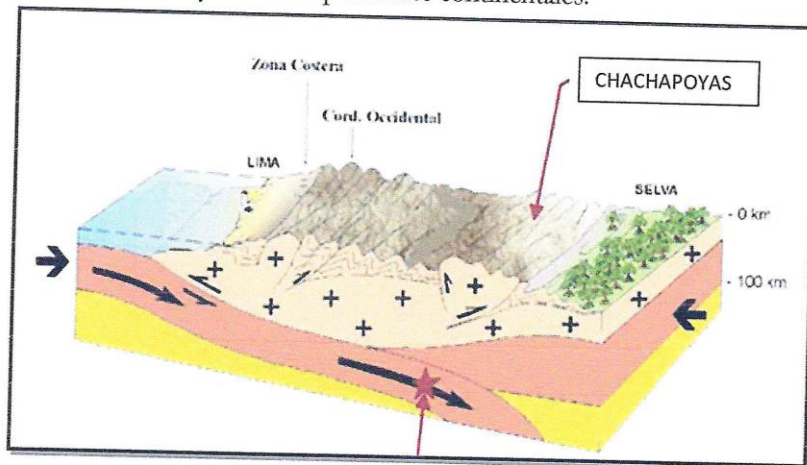


Figura N°08: Esquema sistemático para la región del Perú en la cual se muestra la geometría de la placa de Nazca dentro del proceso de Subducción.

En resumen, el territorio peruano se encuentra ubicado en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, dentro del Cinturón Circumpacífico. Desde la formación de los continentes ha estado bajo la acción y efectos de grandes terremotos, cuyas referencias sólo datan a partir de la presencia española, basada en relatos y narraciones; a partir del presente siglo, con datos instrumentales.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

En base a dicha información se han elaborado diversos estudios, una síntesis de estos, es el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, este mapa considera al territorio peruano dividido en tres zonas, de acuerdo con la Sismicidad observada y a la potencialidad sísmica de cada zona.

Consecuentemente, la zona estudiada, según su posición, resulta ubicada en una zona de riesgo sísmico moderado, tanto por la frecuencia de los movimientos, como por la severidad de ellos debido a su ocurrencia a profundidades no muy grandes de la corteza.

En tal sentido, según el Mapa de Zonificación Sísmica descrita por el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), muestra que la zona en estudio se encuentra dentro de la Zona 2, y le corresponde un valor de 0.25 de aceleración máxima horizontal; el mapa en mención y el cuadro de valores de aceleración son los siguientes:

De acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E030 y el predominio de los suelos bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo con la relación:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

En el siguiente cuadro se muestra los valores factores sísmicos correspondientes a la zona de Estudio tomados del RNE E 030.

- ✓ **T:** Periodo fundamental de la estructura, que depende de la altura de la edificación y de la característica estructural.
- ✓ **C:** Factor de amplificación sísmica,  $C = 2.50 (T_p/T)$ ;  
 $C \leq 2.50$ .
- ✓ **P:** Peso de la edificación.
- ✓ **Rd:** Coeficiente Básico de Reducción.



Ver el siguiente gráfico de zonificación Sísmica Nacional.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C



Figura N°09: Mapa de zonificación sísmica nacional,  
Norma E 030 – Reglamento Nacional de Edificaciones.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

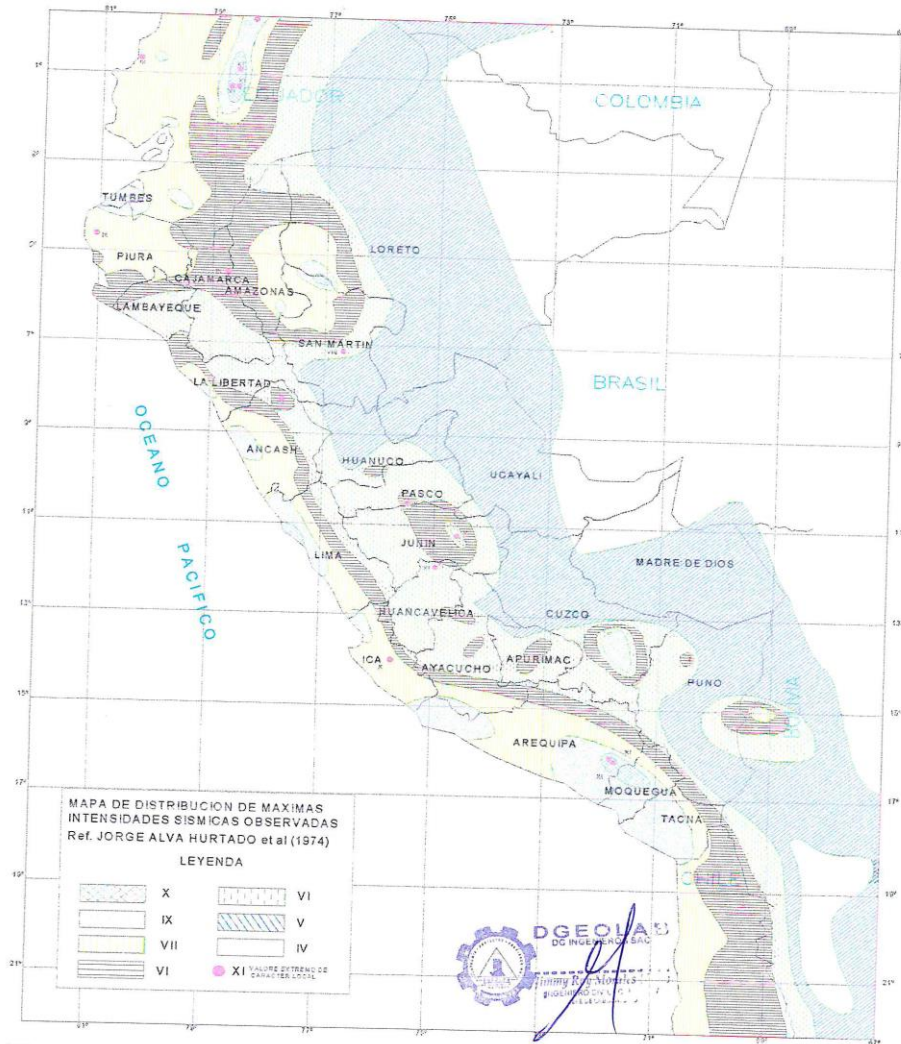
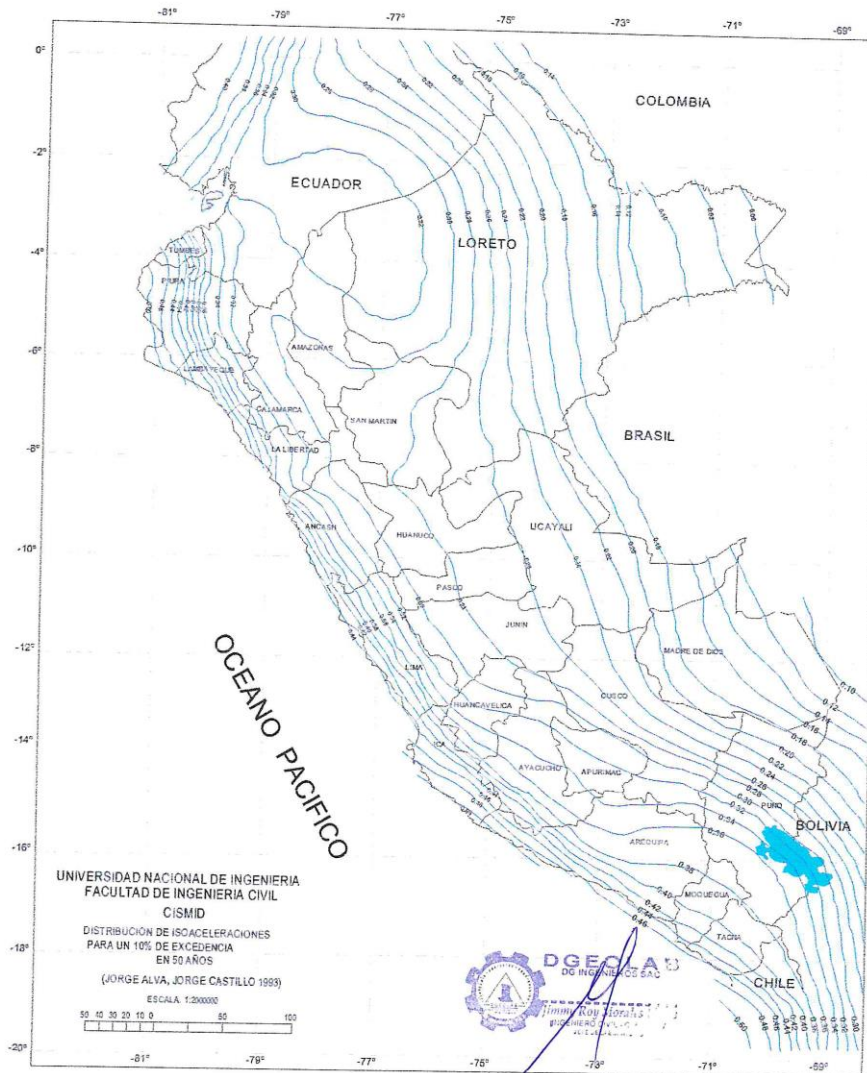


Figura N°10: Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C



**Figura N°11:** Mapa de Distribución de Isoaceleraciones para un 10% de Excedencia en 50 años.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

En la zona en estudio no se cuenta con datos de sismicidad por la falta de estaciones sismográficas.

En la Región Amazonas la actividad sísmica está vinculada a fallas geológicas superficiales y/o de reciente formación, presentándose también hipocentros a profundidades mayores a 30 Km.; son un reflejo de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca.

El presente trabajo es un esfuerzo preliminar para conocer la sismicidad instrumental de la región, elaborado en base a los datos del Catálogo Sísmico del Perú.

El Catálogo Sísmico del Perú (Alva Hurtado) señala eventos ocurridos entre 1900 y 1984; de allí se han extraído los correspondientes al área de estudio, incluyendo datos de los últimos terremotos.

### RESUMEN DE SISMICIDAD

- Zona Sísmica: 2.
- Factor de Zona:  $Z = 0.25$
- Perfil del Suelo:  $S_2$ : Con una velocidad de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 180 a 500 m/s.
- Factor de suelo:  $S = 1.15$ .
- Periodo  $T_p$  (S): 0.6.
- Periodo  $T_L$  (S): 2.0.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 4. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

El programa desarrollado en el campo ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes al largo de toda el área de estudio del Proyecto.

#### 4.1. Calicatas o Pozo de Exploración.

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde tomaron la muestra de 01 calicata, distribuidas dentro del área a proyectar la vía en la zona de estudio, siguiendo todos los parámetros normativos y de seguridad con el personal encargado y además siguiendo los parámetros normativos estipulados a profundidades de 1.50m, con la finalidad de obtener muestras representativas y detallar las características del subsuelo. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Estudios Geotécnicos "DGEOLAB", encargado de determinar las características físicas, químicas y mecánicas del suelo de la zona de Estudio.

La investigación de campo consistió en lo siguiente:

- Una (01) excavaciones a cielo abierto realizadas con excavaciones manuales, denominadas C-1; las cuales alcanzaron una profundidad de entre de 1.50m, debajo del nivel actual del terreno.

#### 4.2. Muestreo y registro de Exploración.

Las muestras de materiales fueron analizadas en el laboratorio, para determinar sus propiedades y características físico-mecánicas fundamentales, tales como: análisis granulométrico por tamizado, límites de consistencia, humedad, Proctor modificado, CBR y Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados, fueron realizados siguiendo las normas establecidas en EMS.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 5. INVESTIGACIONES DE LABORATORIO.

Las investigaciones se han realizado por medio de las pruebas de laboratorio se han desarrollado siguiendo los procedimientos normalizados de ensayo, establecidos por la NORMA TECNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES.

Las muestras de suelos se enviaron al laboratorio especializado "DGEOLAB" para realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

#### 5.1. Ensayos Estándar.

Cuadro N°02: Normatividad de Ensayos Estándares.

ENSAYO	NORMA DE APLICACIÓN
Contenido de Humedad	ASTM D2216
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422
Límite Líquido y Plástico	ASTM D4318
Clasificación SUCS	ASTM D2487
Densidad Natural	ASTM D1556
Descripción Visual - Manual	ASTM D2488

Fuente: Elaboración Propia.

#### 5.2. Ensayos Especiales.

Cuadro N° 03: Ensayos Especiales a realizar.

ENSAYO	NORMA DE APLICACIÓN
Sales Solubles Totales	ASTM D1889
Porcentaje de Sulfatos	ASTM D516
Porcentaje de Cloruros	ASTM D512
Proctor Modificado	ASTM D1557

Además, se realizará el ensayo especial de Corte Directo.

Fuente: Elaboración Propia.



#### 5.3. Clasificación de Suelos.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y las muestras restantes que no figuran en el cuadro fueron clasificados por pruebas sencillas de campo, observación y comparación con las muestras representativas ensayadas.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELOS

CALICATA	C-1
Profundidad (m)	0.30 -1.50
Muestra	M-1
% Pasa la Malla N° 4	83.98
% Pasa la Malla N° 200	37.99
Limite Líquido	28.6
Limite Plastico	19.3
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC

## 6. TRABAJOS DE GABINETE.

### 6.1. Perfil Estratigráfico.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona del Proyecto en base a las calicatas, del estudio adquirido de las excavaciones, así como de los diferentes ensayos de laboratorio realizados a la muestra de suelo, se puede establecer la siguiente descripción.

- Según la prospección efectuada en la calicata C – 1 de 1.50 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, el suelo de fundación está constituido por Dos capas de suelo, la primera capa a una profundidad de 0.00 – 0.30 m, es un estrato superficial o de cubierta conformado suelo tipo tierra agrícola con grass.
- En la segunda capa de 0.30 – 3.00 m de profundidad y el análisis de la muestra recuperada, presenta un estrato de suelo natural conformado por Arenas Arcillosas, suelos de color naranja, pertenece ante en la clasificación SUCS corresponde (SC).



### 6.2. Napa Freática.

Durante la excavación a cielo abierto no se encontró napa freática.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 7. CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE.

#### 6.1 Fallas del Suelo.

El problema consiste en encontrar el esfuerzo que produce la falla del suelo, por experimentos y observaciones, se ha determinado que la falla por capacidad de carga ocurre como producto de una rotura por cortante del suelo.

Son tres tipos de falla de los suelos, bajo las cimentaciones:

- Falla por Rotura General:** Se produce una superficie de rotura continua que arranca en la base de la zapata y aflora a un lado de la misma a cierta distancia. Esta es la rotura típica de arenas densas y arcillas blandas en condiciones de carga rápidas sin drenaje.
- Falla por Punzonamiento:** La cimentación se hunde cortando el terreno en su periferia con un desplazamiento aproximadamente vertical. Esto se da en materiales muy compresibles y poco resistentes.
- Falla por Rotura Local:** Se plastifica el suelo en los bordes de la zapata y bajo la misma, sin que lleguen a formarse superficies continuas de rotura hasta la superficie. Esto es típico en arcillas y limos blandos y en arenas medias a sueltas.

#### 6.2 Fórmulas para calcular la Resistencia del Suelo.

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck para falla local, con los parámetros de Vesic; tanto para la cimentación corrida y cuadrada.

De acuerdo a la formación de Mecánica de Suelos, se empleará la expresión dada por Terzaghi.

$$q_{Ult} = Sc \cdot C \cdot Nc + Sy \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot Ny + Sq \cdot Df \cdot Nq$$

Donde:

- q<sub>ult</sub> = Capacidad última de carga.  
q<sub>ad</sub> = Capacidad admisible de carga.  
FS = Factor de seguridad.  
γ = Densidad del Suelo Natural.  
γ<sub>c</sub> = Densidad del Suelo Seco.  
B = Ancho de Cimentación.  
D<sub>f</sub> = Profundidad de Cimentación.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

$N_q, N_y, N_c$  = Factores de capacidad de carga.  
 $S_q, S_y, S_c$  = Factores de Forma.

$$N_c = C \cdot \text{tg} \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = \pi \cdot \text{tg} \phi \cdot \text{tg}^2(45 + \phi/2)$$

$$N_y = 2 \cdot \text{tg} \phi (N_q + 1)$$

Cálculo de la Capacidad Admisible:  $q_{ad} = q_{ult} / FS$ .  
 Factor de Seguridad (FS):  $FS = 3$ .

### Tipo de Cimentación:

Zapatas Conectadas con Vigas de Cimentación y/o Zapatas Continuas,  
 Solado o Platea.

Se debe precisar que el ángulo de fricción interna para falla local es un ángulo teórico reducido a partir del  $\phi$  real, y se trata de representar matemáticamente el mecanismo de falla de la estructura en dicha condición, en interacción con los valores de capacidad de carga, Donde:

<i>CALICATA</i>	<i>C-01</i>
<i>Clasif. SUCS</i>	<i>SC</i>
$\phi$	17.4
$C$ (Tn/m <sup>2</sup> )	0.155
$\gamma$	1.653
$N'_c$	12.64
$N'_q$	4.96
$N'_y$	3.74
$D_f$	1.50
$F_s$	3
$q_{adm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ] $B = 1.00$	0.68





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 8. IDENTIFICACION DE CANTERAS Y ANALISIS DE AGREGADOS.

#### Agregados para el concreto.

Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012, respectivamente. En la selección de las proporciones de agregados en el diseño, se deberá tener en cuenta la cantidad de agregado requerido, el tamaño máximo a ser empleado y las características generales de construcción, asimismo se deberán realizar las

Evaluaciones necesarias como granulometría, características físicas y composición del agregado.

#### Resistencia Mecánica.

La resistencia mecánica del agregado, determinada conforme a la norma NTP correspondiente, será tal que los valores no excedan a los siguientes:

Tipo de Resistencia Mecánica	% Máximo
Abrasión (Método de los Ángeles)	50
Impacto	30

#### Sustancias dañinas.

Se prescribe también que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes:

Descripción	Agregados	
	Arena	Piedra
Partículas deleznales	3%	5%
Material más fino que el tamiz No 200	5%	1%
Carbón y lignito	0.5%	0.5%

Los materiales grueso y fino más apropiados por la calidad y la cercanía al lugar del proyecto son los agregados chancados o triturados (arena y piedra) de la del Lugar a precios de mercado.

Deberán cumplir además con los siguientes requisitos granulométricos:



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### Agregado fino.

Tamiz	Límites Totales	% Pasa por los tamices normalizados		
		C	M	F
9.5 mm ( 3/8" )	100	100	100	100
4.75 mm ( N°4 )	89 - 100	95 - 100	85 - 100	89 - 1000
2.38 mm ( N°8 )	65 - 100	80 - 100	65 - 100	80 - 100
1.20 mm ( N° 16 )	45 - 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
0.60 mm ( N° 30 )	25 - 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
0.30 mm ( N° 60 )	5 - 70	10 - 30	5 - 48	5 - 70
0.15 mm ( N° 100 )	0 - 12	2 - 10	0 - 12*	0 - 12*

### Agregado grueso (piedra).

Tamaño Nominal	% Pasa por los tamices normalizados												
	100mm 4"	90mm 3 1/2"	75mm 3"	63mm 2 1/2"	50mm 2"	37.5mm 1 1/2"	25mm 1"	19mm 3/4"	12.5mm 1/2"	9.5mm 3/8"	4.75mm N°4	2.36mm N°8	1.18mm N°16
90 mm a 37.5 mm ( 3 1/2" a 1 1/2" )	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
63 mm a 37.5 mm ( 2 1/2" a 1 1/2" )			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
50 mm a 25 mm ( 2" a 1" )				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
50 mm a 4.75 mm ( 2" a N°4 )				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
37.5 mm a 19 mm ( 1 1/2" a 3/4" )					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
37.5mm a .75mm ( 1 1/2" a N°4 )						100	95 a 100	35 a 70		10 a 30	0 a 5		
25 mm a 12.5 mm ( 1" a 1/2" )							100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5		
25 mm a 9.5 mm ( 1" a 3/8" )								100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5
25 mm a 4.75 mm ( 1" a N°4 )									100	95 a 100	25 a 60	0 a 10	0 a 5
19 mm a 9.5 mm ( 3/4" a 3/8" )									100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5
19 mm a 4.75 mm ( 3/4" a N°4 )										100	90 a 100	20 a 55	0 a 10
12.5mm a 4.75mm ( 1/2" a N°4 )											100	90 a 100	40 a 70
9.5mm a 2.38mm ( 3/8" a N°8 )												100	85 a 100

Nota: Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concretos con la calidad requerida, esto, en referencia a los materiales tipo hormigón a partir de los cuales podrán hacerse mezclas o combinaciones que finalmente deberán reproducir cualquiera de los usos granulométricos requeridos.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### Agua de mezcla.

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088, se considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1,000 ppm Máximo
Sulfatos (ion SO <sub>4</sub> )	600 ppm Máximo
Cloruros (ion Cl <sup>-</sup> )	1,000 ppm Máximo
pH	5 a 8 Máximo

*Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088*

El agua utilizada en los diseños realizados se tomará directamente de las fuentes locales.

### Ensayos de agregados.

Los ensayos realizados en los agregados que se usarán en la elaboración de concretos para las estructuras proyectadas se ajustaron a las normas de ensayo vigentes:

ENSAYO	NORMA	NTP
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS	ASTM C 127-128	400.022
ANALISIS GRANLOMETRICO	ASTM C 33-83	400.012
PESO UNITARIOS DE AGREGADOS	ASTM C 29	400.017
ABRASION DE AGREGADOS	ASTM C 131	400.019
DURABILIDAD DE AGREGADOS	ASTM C 88	400.036





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 9. POTENCIAL DE EXPANSION.

De acuerdo a Seed, Woodward y Lundgren, establecieron la siguiente tabla de potencial de expansión determinado en laboratorio.

INDICE DE PLASTICIDAD	POTENCIAL DE EXPANSION
0 - 15	BAJO
15 - 35	MEDIO
35 - 55	ALTO
>55	MUY ALTO

Con los datos obtenidos en el laboratorio se tiene:

CALICATA	PROF. (m)	INDICE PLASTICO	POTENCIAL DE EXPANSION
C-1	0.30 - 1.50	9.3	BAJO

Comparando estos valores con los Índices Plásticos de los suelos encontrados I.P= 9.3, se concluye que el potencial de expansión es **BAJO**.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 10. AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO.

El suelo bajo el cual se pavimenta toda la Estructura tiene un efecto Alto a la pavimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos (sulfatos y cloruros principales), que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las Estructuras.

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea por ascensión capilar del suelo que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro de concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

De los resultados de los análisis químicos obtenidos para efectos de este informe se ha seleccionado las muestras respectivas de los sondeos de cada calicata.

Los resultados se pueden observar en los anexos del Estudio en ppm.

\*ppm.: Partes por Millón.

#### CUADRO N°07: PARÁMETROS DE AGRESIVIDAD QUÍMICA.

<i>Elemento Químico</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Grado de Agresividad</i>
Cloruros	0 – 1,000.0 ppm	Moderado
Sulfatos	1,000.0 – 2,000.0 ppm	Leve
Sales Solubles Totales	0 – 15,000.0 ppm	Moderado

Se concluye que el estrato del suelo que forma parte del contorno donde irá plantada la cimentación contiene concentraciones Moderadas de sales solubles totales, sulfatos y cloruros, que podrán atacar el concreto y la armadura de la cimentación.

Se recomienda Usar el **Cemento Tipo I (uno)**.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. El área de estudio del proyecto **DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022.**
2. Se realizó las pruebas de campo que consistió en 01 calicatas a cielo abierto, realizado hasta una profundidad máxima de 1.50m, a partir de la superficie inicial del terreno, no encontrándose problemas de deslizamiento, presencia de grietas bajo el estrato de cimentación.
3. Los suelos para este proyecto están clasificados (según el sistema de clasificación SUCS) como el suelo SC, ARENAS ARCILLOSAS de baja a regular capacidad de soporte.
4. No se encontró la presencia de Napa Freática en las calicatas a una profundidad de 1.50m.
5. Los resultados del análisis químico muestran que el suelo de cimentación no mostrará problemas de alteración química en las estructuras a colocar. Por lo tanto, las varillas de acero (o similar) y la cimentación del proyecto serán recubiertas usando el Cemento Portland Tipo I (uno).
6. Se recomienda de la siguiente forma:
  - Se recomienda considerar el cuadro que se presenta a continuación, para las diferentes capacidades portantes del suelo a profundidades de cimentación indicadas con diferentes anchos de zapata, con la finalidad que el proyectista pueda considerar mejor el diseño:

<b>CALICATA</b>	<b>C-01</b>
<b>Clasif. SUCS</b>	<b>SC</b>
$\phi$	17.4
$C$ (Tn/m <sup>2</sup> )	0.155
$\gamma$	1.653
$N_c$	12.64
$N_q$	4.96
$N_\gamma$	3.74
$D_f$	1.50
$F_s$	3
$q_{adm}$ [kg/cm <sup>2</sup> ] B= 1.00	0.68







## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

- Con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo arenosos, con el área de contacto de la estructura a cimentar, se podrá mejorar los suelos naturales con material grava limosas, o gravas con poco finos, ya sea proveniente de río, o material de cantera cerro (Previo zarandeo para los dos casos) con espesor de 25 cm, compactando al 95% de su máxima densidad seca del proctor modificado, incrementando así la densidad propia del suelo de apoyo y elevar su resistencia al esfuerzo cortante reduciendo los asentamientos probables.
- En lo referente a la sismicidad del área de estudio, ésta se encuentra ubicada dentro de la **Zona Sísmica 2** (Zona de Sismicidad Media), por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de gran magnitud.
- Para el análisis sísmo-resistente según el RNC se recomienda considerar un suelo de un perfil tipo S2, con un periodo  $T_p(s) = 0.6$  seg., factor de suelo  $S = 2.0$
- Es conveniente tener presente el cuidado necesario para que los empalmes de las tuberías de agua y desagüe estén bien instalados de tal forma evitar fugas que pueden generar la reacción de los sulfatos y cloruros.
- Teniendo en cuenta las características del perfil estratigráfico del subsuelo registrado en la calicata, recomendamos cimentar los edificios en forma superficial con cimentación cuadrada.
- El espesor final de las cimentaciones deberá ser determinado por el ingeniero estructural de tal forma que garantice la rigidez de la cimentación y una transmisión uniforme de las cargas al subsuelo.
- De los análisis de suelos (químicos) realizados a la muestra del suelo donde irá desplantada la cimentación y de la inspección de la zona en estudio se recomienda el uso de CEMENTO TIPO I.
- Se tendrá cuidado con los rellenos que se pueden encontrar en la zona del proyecto.



*Nota: Las conclusiones y recomendaciones se aplican exclusivamente al área de estudio*



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

### 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Manual de Carreteras. “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”. Sección: Suelos y Pavimentos. MTC.
- Norma E-050, Suelos y Cimentaciones.
- Norma E-030, Diseño Sismo Resistente.
- Alva Hurtado J.E., Meneses J. Y Guzmán V.V (1984), “Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú”, V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Túcna, Perú.
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- Karl Terzaghi / Ralph B. Peck: Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica. Segunda Edición 1973.
- T William Lambe Robert V. Whitman. Pimera Edición 1972.
- Cimentación de Concreto Armado en Edificaciones – ACI American Concrete Institute. Segunda Edición 1993.
- Supervisión de Obras de Concreto - ACI American Concrete Institute. Tercera Edición 1995.
- Geología del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13-h. Boletín N°147 Serie A Carta Geológica Nacional Escala 1:50,000. Ministerio de Energía y Minas. Lima 2012.

### 13. ANEXOS



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

### REGISTRO DE EXCAVACION

**SOLICITANTE** : HORNIA CULQUI, NERLY RONEL  
**PROYECTO** : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAGUA GRANDE - PROVINCIA DE UTCUBAMBA - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2022  
**CALICATA** : C - 01  
**PROFUNDIDAD** : 0.30 - 1.50m

PROF. ( m )	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION																							
				SUCS	AASHTO																						
0.10 0.20 0.30		MATERIA ORGANICA	M-01	-	-																						
0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		SUELO CONFORMADO POR ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR NARANJA CON REGULAR CANTIDAD DE GRAVA (16.02%), SE ENCUENTRA MEDIANTE DENSO, REGULAR HÚMEDAD, SE ENCUENTRA SIN OLOR, Y BAJO CONTENIDO DE SALES SULFATADAS, SIN PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA NI DE DESLIZAMIENTO	M-01	SC	-																						
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00		<table border="1"> <tr><td>% Grava :</td><td>16.02</td></tr> <tr><td>% Arena :</td><td>45.99</td></tr> <tr><td>% Finos :</td><td>37.99</td></tr> <tr><td>D<sub>10</sub> (mm):</td><td>-0.264</td></tr> <tr><td>D<sub>30</sub> (mm):</td><td>-0.02</td></tr> <tr><td>D<sub>60</sub> (mm):</td><td>0.39</td></tr> <tr><td>Cc :</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Cu :</td><td>-1.49</td></tr> <tr><td>LL (%)</td><td>28.6</td></tr> <tr><td>LP (%)</td><td>19.3</td></tr> <tr><td>IP (%)</td><td>9.3</td></tr> </table>	% Grava :	16.02	% Arena :	45.99	% Finos :	37.99	D <sub>10</sub> (mm):	-0.264	D <sub>30</sub> (mm):	-0.02	D <sub>60</sub> (mm):	0.39	Cc :	0.00	Cu :	-1.49	LL (%)	28.6	LP (%)	19.3	IP (%)	9.3			
% Grava :	16.02																										
% Arena :	45.99																										
% Finos :	37.99																										
D <sub>10</sub> (mm):	-0.264																										
D <sub>30</sub> (mm):	-0.02																										
D <sub>60</sub> (mm):	0.39																										
Cc :	0.00																										
Cu :	-1.49																										
LL (%)	28.6																										
LP (%)	19.3																										
IP (%)	9.3																										

Observaciones : Tipo de Excavación manual a cielo abierto ( calicata )



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS INFORME DE ENSAYO

DGEOLAB INGENIEROS S.A.C

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

**SOLICITANTE :** HORNA CULQUI, NERLY RONEL

**FECHA ENTREGA :** DICIEMBRE DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA :** C-01 CHACHAPOYAS  
**MUESTRA :** M-1

**PROFUNDIDAD :** 1.50m  
**TIPO DE SUELO :** SC

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	23.3	2.8	2.8	97.22
3/4"	19.05	42.3	5.1	7.8	92.17
1/2"	12.70	32.6	3.9	11.7	88.28
3/8"	9.53	23.60	2.82	14.54	85.46
N° 4	4.76	12.35	1.48	16.02	83.98
N° 8	2.38	15.82	1.89	17.91	82.09
N° 10	2.00	21.80	2.60	20.51	79.49
N° 16	1.19	31.52	3.77	24.28	75.72
N° 30	0.59	55.92	6.68	30.96	69.04
N° 40	0.43	54.32	6.49	37.45	62.55
N° 50	0.30	82.36	9.84	47.29	52.71
N° 100	0.15	71.23	8.51	55.80	44.20
N° 200	0.074	51.95	6.21	62.01	37.99
FONDO	-	317.96	37.99	100.00	-

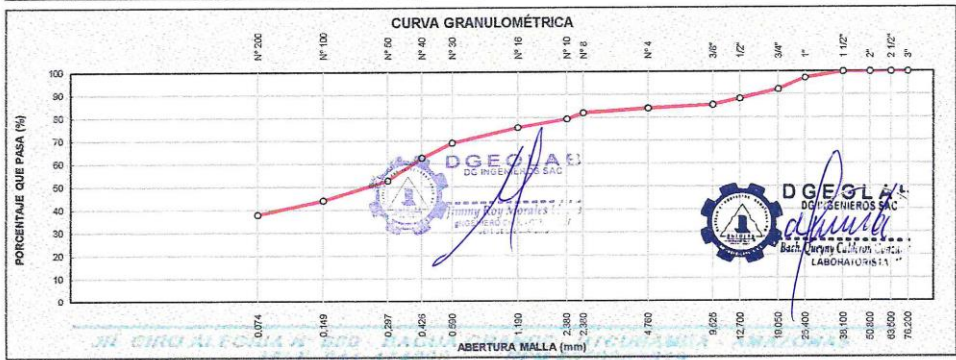
**CRUCE LA CHIVERA**

Peso Inicial Seco (g)	837.0	% Grava =	16.02
Peso Lavado Seco (g)	519.0	% Arena =	45.99
Pérdida por Lavado (g)	318.0	% Finos =	37.99

$D_{10}$  (mm) = 0.26       $C_c$  = 0.00  
 $D_{30}$  (mm) = 0.02       $C_u$  = -1.49  
 $D_{50}$  (mm) = 0.39

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL (%)	28.6
LP (%)	19.3
IP (%)	9.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2407)	SC ARENA ARCILLOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(0)



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

**SOLICITANTE** : HORNA CULQUI, NERLY RONEL

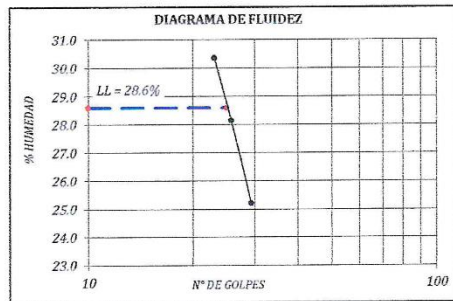
**FECHA ENTREGA** : DICIEMBRE DEL 2022

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

CALICATA : C-01 CHACHAPOYAS PROFUNDIDAD : 1.50m  
MUESTRA : M-1 TIPO DE SUELO : SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	34.4	37.3	34.1	-	23.2	24.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	31.0	33.5	31.2	-	22.7	23.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.0	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.4	28.1	25.2	-	18.5	20.0
NÚMERO DE GOLPES	23	26	29.3	-		



#### RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.6
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	19.3
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	9.3

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE CHACHAPOYAS - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

**SOLICITANTE :** HORNA CULQUI, NERLY RONEL

**FECHA ENTREGA :** DICIEMBRE DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-01 CHACHAPOYAS PROFUNDIDAD : 1.50m  
N° MUESTRA: M-1 TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	97.22
3/4"	19.05	92.17
1/2"	12.70	88.28
3/8"	9.53	85.46
N° 4	4.76	83.98
N° 8	2.38	82.09
N° 10	2.00	79.49
N° 16	1.19	75.72
N° 30	0.59	69.04
N° 40	0.43	62.55
N° 50	0.30	52.71
N° 100	0.15	44.20
N° 200	0.074	37.99
FONDO	-	-
% Grava :		16.02
% Arena :		45.99
% Finos :		37.99
D <sub>10</sub> (mm):		-0.264
D <sub>30</sub> (mm):		-0.02
D <sub>60</sub> (mm):		0.39
Cc :		0.00
Cu :		-1.49
LL (%)		28.6
LP (%)		19.3
IP (%)		9.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(0) SUELO DE REGULAR CALIDAD DE SUB RASANTE

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR BEIGE CON AMARILLENTO, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA. NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.	





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DE INGENIEROS S.A.C

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

Proyecto:

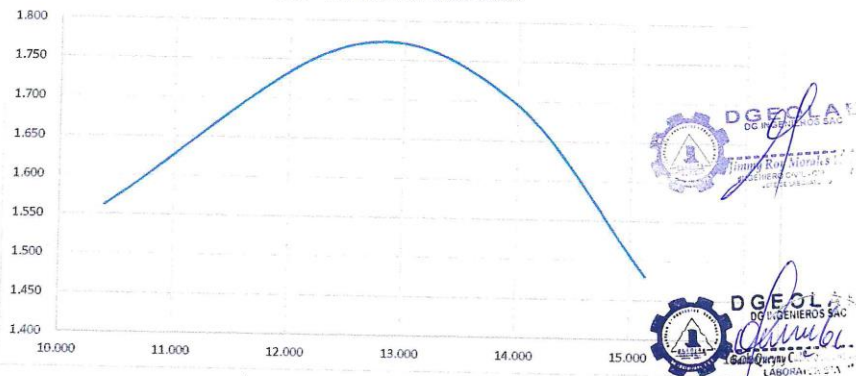
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO  
SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11688.10	12246.00	12145.10	11644.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3666.10	4224.00	4123.10	3622.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.725	1.987	1.940	1.704

Número de Tarro	56	-	44	-	17	-	70	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.10	-	152.80	-	96.40	-	126.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	50.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	3.40	-	8.08	-	9.10	-	14.00	-
Peso de suelo seco (g.)	32.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	10.40	-	12.48	-	13.94	-	15.14	-
Humedad promedio (%)	10.40		12.48		13.94		15.14	
Densidad Seca (g./cm3)	1.562		1.767		1.703		1.480	

OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm³)	1.77
OCH (%)	12.8

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g.):	8022.0
VOLÚMEN(cm3):	2125.5

CAL C-01 : CHACHAPOYAS



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTCE-132

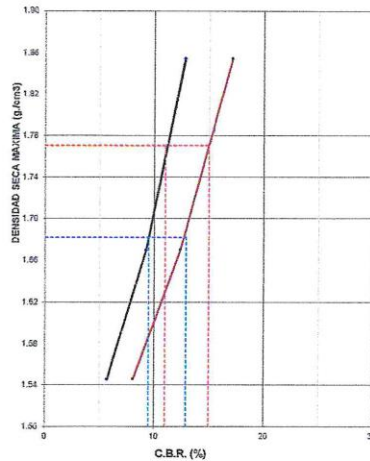
COMPACTACIÓN		MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
Número de Capas/N° Golpes	5/56		5/25		5/12		
Muestra húmeda + Molde (g.)	12482.30	-	12122.40	-	11969.00	-	
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-	
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3955.30	-	3598.40	-	3425.00	-	
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.865	-	1.697	-	1.615	-	

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 22316 / NTP-339.127)						
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Muestra húmeda + Tara (g.)	331.40	-	427.70	-	351.80	-
Muestra seca + Tara (g.)	328.90	-	422.39	-	341.40	-
Peso del Agua (g.)	1.50	-	5.31	-	10.40	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	100.00	-
Muestra Seca (g.)	229.90	-	322.39	-	233.40	-
Contenido de Humedad (%)	0.65	-	1.65	-	4.46	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.65	-	1.85	-	4.46	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.854	-	1.670	-	1.546	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRADOR (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	30.0	1.6	15.0	0.78	12.5	0.65
	1.27	0.050	65.0	3.4	36.5	1.89	26.5	1.37
	1.91	0.075	96.0	5.0	41.5	2.15	32.4	1.67
	2.54	0.100	142.0	7.3	76.4	3.95	52.4	2.71
	3.81	0.125	201.0	10.4	125.3	6.48	90.6	4.68
	5.08	0.150	275.0	14.2	197.6	10.21	135.4	7.00
	6.35	0.200	365.0	18.9	250.0	12.92	188.9	9.76
	7.62	0.300	485.0	25.1	356.0	18.40	251.0	12.97
	12.7	0.400	521.0	26.9	371.0	19.33	270.0	13.96

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm<sup>2</sup>

CARGAS PATRÓN	(2.54 mm) (0.1")	76	kg/cm <sup>2</sup>
	(6.08 mm) (0.2")	105	kg/cm <sup>2</sup>

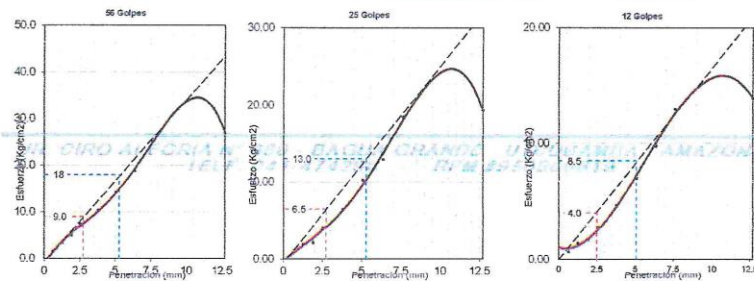
N° GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	12.79	9.24	5.69
	17.14	12.38	8.09

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MÁXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.770  
 HUMEDAD ÓPTIMA (%): 12.80  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.682

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	12.9 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	9.5 (%)
CAL C-01: CHACHAPOYAS	







## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

**PROYECTO** : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO PARA USO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 4 PISOS APLICANDO SOFTWARES ROBOT STRUCTURAL Y REVIT - CHACHAPOYAS - 2022"

**SOLICITANTE** : HORNA CULQUI, NERLY RONEL

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CHACHAPOYAS - PROVINCIA DE UTCUBAMBA - DEPARTAMENTO DE AMAZONAS

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2022

**MUESTRA** : C-1, M-01

**Calicata** : SC

**Prof.(m)** : 0.30 - 1.50 m

**CAPACIDAD ADMISIBLE**

Según TERZAGUI Y PECK (1967):

$$Q_{ult} = S_c * c * N_c + 0,5 * S_{\gamma} * \gamma * B * N_{\gamma} + S_q * q * N_q$$

Calculo de Asentamientos:

$$S_i = \frac{B (1 - \nu^2)}{E_s} I_f$$

$$q_{adm} = Q_{ult} / FS$$

$E_s$

Parámetros de cálculo	
Angulo de Fricción interna $\varphi$	17.4
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) c'	0.155
Densidad de Natural	1.653
Densidad seca	1.625
Humedad del Suelo (%)	13.2
Factor de Seguridad	3

**DATOS DE ASENTAMIENTO:**

q : Variable ton/m<sup>2</sup>

$\nu$  : 0.25

$I_f$  : 112.0 cm/m

$E_s$  : 80.0 kg/cm<sup>2</sup>

Coef. de empuje de tierras	
ka =	0.540
Kp =	1.85
ko =	0.70

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA (vesic)				FACTORES DE FORMA			
				Corrid.	Cuad.	Rect.	
$N_c =$	12.64	$N_q/N_c =$	0.39	$S_c =$	1	1.39	1.26
$N_q =$	4.96	$\tan \varphi =$	0.31	$S_q =$	1	1.31	1.21
$N_{\gamma} =$	3.74			$S_{\gamma} =$	1	0.60	0.73

**Cimentacion Corrida:**

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m <sup>2</sup>	Qad kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta e$ cm	$\Delta c$ cm	$\Delta adm$ cm
1.00		1.00	13.11	0.44	0.04	0.80	0.42
1.00		1.20	14.72	0.49	0.05	0.80	0.43
1.00		1.50	17.14	0.57	0.06	0.80	0.43
1.00		2.00	21.17	0.71	0.07	0.80	0.44

**Cimentacion Cuadrada:**

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m <sup>2</sup>	Qad kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta e$ cm	$\Delta c$ cm	$\Delta d$ cm
1.00	1.00	1.00	15.17	0.51	0.05	0.80	0.43
1.00	1.20	1.50	20.46	0.68	0.07	0.80	0.43
2.00	2.50	2.00	27.61	0.92	0.09	0.80	0.51
2.50	3.00	3.00	39.12	1.30	0.13	0.80	0.47

**Cimentacion Rectangular:**

Ancho de Ciment. B (m)	Larg. Ciment. L (m)	Desplante Df (m)	Qu t/m <sup>2</sup>	Qad kg/cm <sup>2</sup>	$\Delta e$ cm	$\Delta c$ cm	$\Delta d$ cm
1.00	1.50	0.50	9.61	0.32	0.03	0.80	0.42
1.00	1.20	1.50	19.35	0.65	0.06	0.80	0.43
2.00	2.50	2.00	26.49	0.88	0.09	0.80	0.45
2.50	3.00	3.00	37.36	1.25	0.12	0.80	0.46



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño Estructural de Edificio para uso de Vivienda Multifamiliar de 4 Pisos Aplicando Softwares Robot Structural y Revit - Chachapoyas - 2022", cuyo autor es HORNA CULQUI NERLY RONEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 31 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GUSTAVO ADOLFO AYBAR ARRIOLA <b>DNI:</b> 08185308 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8625-3989	Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 02-04- 2023 10:14:05

Código documento Trilce: TRI - 0540244