

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Implementación de una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Cotrina Luna, Evelyn Milagros

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76386507

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
3	Davila Herrera, Percy Mello	Ingeniero civil	41050949	0000-0001-5484-6982

D

H

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:15 horas del día **lunes 20 de mayo de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

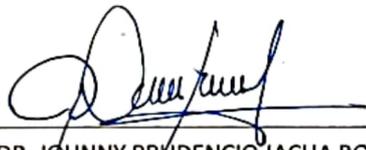
- ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA - SECRETARIO
- ❖ ING. PERCY MELLO DÁVILA HERRERA - VOCAL

Nombrados mediante la resolución No 1100-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESCALERA HELICOIDAL PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS – HUÁNUCO – 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Evelyn Milagros COTRINA LUNA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrollo en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que les fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las restricciones disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *14* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

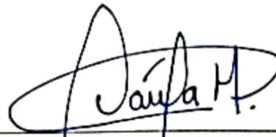
Siendo las *17:15* horas del día 20 del mes de mayo del año 2024, lo miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente



MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
DNI: 43415813
ORCID: 0000-0002-0877-5922
Secretario



ING. PERCY MELLO DÁVILA HERRERA
DNI: 41050949
ORCID: 0000-0001-5484-6982
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: EVELYN MILAGROS COTRINA LUNA, de la investigación titulada "Implementación de una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco - 2023", con asesora YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA, designada mediante documento: RESOLUCIÓN N° 811-2023-D-FI-UDH, del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 15 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 16 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

12. COTRINA LUNA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

www.coursehero.com

Fuente de Internet

2%

4

repository.ugc.edu.co

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO

D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Va dedicado a mi madre, quien me enseñó a perseverar en la consecución de todas mis metas a lo largo de mi carrera universitaria, fue la inspiración para este estudio y la razón por la que seguí persiguiendo todas mis metas. También dedico este trabajo agradeciendo a Dios por ofrecerme la dicha de hacerlo.

AGRADECIMIENTO

La Universidad de Huánuco me ha dado permiso para participar en este grupo, el cual fue fundado y se ha consolidado como organización de formación profesional. Para poder culminar esta tesis, quisiera agradecer a mi familia por apoyarme en todas y cada una de las acciones que realicé.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	15
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPITULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	22
2.2.2. ESCALERAS EN EDIFICACIONES.....	26
2.2.3. ESCALERAS HELICOIDALES	29

2.2.4. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	32
2.2.5. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	35
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	38
2.4. HIPÓTESIS	39
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	39
2.5. VARIABLES.....	40
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	40
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
CAPITULO III.....	41
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. ENFOQUE	41
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	41
3.1.3. DISEÑO	41
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
3.2.1. POBLACIÓN	42
3.2.2. MUESTRA	42
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	42
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	43
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ...	43
CAPITULO IV.....	44
RESULTADOS.....	44
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	44
4.1.1. ARQUITECTURA Y SUELO DE EDIFICACIÓN	44
4.1.2. PREDIMENSIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO	
.....	45
4.1.3. MODELO MEJORADO	50
4.1.4. MODELO SIN ESCALERAS	54
4.1.5. MODELO CON ESCALERAS EN ESPIRAL	57
4.1.6. ANÁLISIS DE MOMENTOS Y CORTANTE EN ESCALERAS ..	61
4.1.7. COMPARACIÓN DE MODELOS	62
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	62

CAPITULO V.....	65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	65
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	40
Tabla 2 Caracterización de suelo.....	45
Tabla 3 Parámetros de predimensionamiento de CA	46
Tabla 4 Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos	49
Tabla 5 Elementos optimizados	50
Tabla 6 Periodo de vibración de edificación	51
Tabla 7 Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos	53
Tabla 8 Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos	57
Tabla 9 Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos	60
Tabla 10 Análisis comparativo de sistemas	62
Tabla 11 Análisis comparativo de sistemas	62
Tabla 12 Participaciones modales – Predimensionado	79
Tabla 13 Desplazamientos – Predimensionado.....	80
Tabla 14 Derivas – Predimensionado	83
Tabla 15 Participaciones modales – Optimizado	85
Tabla 16 Desplazamientos – Optimizado	86
Tabla 17 Derivas – Optimizado.....	87
Tabla 18 Participaciones modales – Sien escalera.....	89
Tabla 19 Desplazamientos – Sien escalera	90
Tabla 20 Derivas – Sien escalera	91
Tabla 21 Participaciones modales – Espiral	93
Tabla 22 Desplazamientos – Espiral.....	94
Tabla 23 Derivas – Espiral	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de pórtico mediante la acción de fuerzas.....	26
Figura 2 Distribución de planta	44
Figura 3 Modelo realizado en ETABS.....	47
Figura 4 Periodo de vibración de edificación	47
Figura 5 Comportamientos modales fundamentales.....	48
Figura 6 Análisis de derivas y desplazamientos X.....	48
Figura 7 Análisis de derivas y desplazamientos Y	49
Figura 8 Modelo realizado en ETABS.....	51
Figura 9 Comportamientos modales fundamentales.....	52
Figura 10 Análisis de derivas y desplazamientos X.....	52
Figura 11 Análisis de derivas y desplazamientos Y	53
Figura 12 Modelo ETABS sin escalera	54
Figura 13 Periodo de vibración de edificación	55
Figura 14 Comportamientos modales fundamentales.....	55
Figura 15 Análisis de derivas y desplazamientos X.....	56
Figura 16 Análisis de derivas y desplazamientos Y	56
Figura 17 Modelo ETABS espiral.....	58
Figura 18 Periodo de vibración de edificación	58
Figura 19 Comportamientos modales fundamentales.....	59
Figura 20 Análisis de derivas y desplazamientos X.....	59
Figura 21 Análisis de derivas y desplazamientos Y	60
Figura 22 Momentos de escalera convencional.....	61
Figura 23 Momentos de escalera espiral	61
Figura 24 Momentos de escalera convencional.....	63
Figura 25 Momentos de escalera espiral	64
Figura 26 Ubicación de edificación	75
Figura 27 Arquitectura	76
Figura 28 Detalles de zapatas	77
Figura 29 Detalles de aligerado	78
Figura 30 Render estructural – Predimensionamiento.....	85
Figura 31 Render estructural – Optimizado	89
Figura 32 Render estructural – Sien escalera.....	92

Figura 33 Render estructural – Espiral	97
Figura 34 Ubicación del lugar de estudio con el tesista	98
Figura 35 Ubicación de la calicata dentro del terreno	99
Figura 36 Estudio del contenido de Humedad	100
Figura 37 Estudio del contenido de Humedad-secado de la muestra.....	100
Figura 38 Estudio del Análisis granulométrico	101
Figura 39 Estudio del Limite Liquido	102
Figura 40 Estudio del Limite liquido-Peso de la muestra	102
Figura 41 Estudio del Límite liquido-Casagrande.....	103
Figura 42 Estudio del Limite Liquido-Registro	103
Figura 43 Estudio del Limite Plástico	104
Figura 44 Estudio del Limite Plástico-Hilo de la muestra	104
Figura 45 Delimitación del área del terreno	105
Figura 46 Delimitación del área del terreno-colindancia	105

RESUMEN

El trabajo de investigación plantea el problema general de como la implementación de una escalera helicoidal pudo mejorar el comportamiento estructural de una estructura construida con hormigón armado en la ciudad de Amarilis, partiendo de esta premisa se buscó información respecto a este sistema de construcción, en donde se encontró escasa y casi nula información referente a este sistema, para el desarrollo de la tesis primeramente se definió la estructuración de la edificación de 6 niveles, y se predimensionó los componentes de la estructura siguiendo los criterios de diferentes ingenieros, se identificó los criterios de resistencia sísmica aplicados en la ubicación de la estructura según la normativa E030 fueron considerados, y se llevó a cabo la creación del modelo estructural de la edificación empleando el programa ETABS tanto para el modelamiento, como para el examen estático como dinámico, y finalmente, se aplicó en la concepción de los componentes estructurales. Todo el proceso Se realizó siguiendo las pautas indicadas del Reglamento Nacional de Edificaciones, incluyendo la normativa E030, la E060 y la E020.

De los resultados se obtuvo que el sistema con la escalera helicoidal presenta periodos de vibración más cortos ($T_x = 0,491$ y $T_y = 0,371$), derivas más pequeñas ($XX = 0,0042$ y $YY = 0,0051$), y desplazamientos reducidos en semejanza con la escalera recta. Este hallazgo indica que la escalera helicoidal confiere mayor rigidez a la estructura, mejor resistencia a vibraciones externas y menor deformación ante cargas, manteniendo la estabilidad y experimentando movimientos reducidos bajo cargas. En cuanto a la cuantificación de costos, se realizó un análisis detallado de precios unitarios del concreto por m^3 y del acero por kg. Este análisis proporcionó una evaluación completa de la viabilidad económica de la escalera helicoidal, con costos directos de construcción estimados en S/ 9444.4.

Palabras clave: escalera helicoidal, presupuesto, periodo de vibración, Norma E030, ETABS, derivas.

ABSTRACT

The research work raises the general problem of how the implementation of a helical staircase could improve the structural behavior of a structure built with reinforced concrete in the city of Amarilis, starting from this premise, information was sought regarding this construction system, where Little and almost no information was found regarding this system. For the development of the thesis, the structuring of the 6-level building was first defined, and the structural elements were pre-sized following the criteria of different engineers, and the seismic resistance criteria were identified. applied to the location of the structure according to the E030 regulations were considered, and the creation of the structural model of the building was carried out using the ETABS program for both modeling and static and dynamic examination, and finally, it was applied in the conception of the structural components. The entire process was carried out following the guidelines indicated in the National Building Regulations, including regulations E030, E060 and E020.

From the results it was obtained that the system with the helical ladder presents shorter vibration periods ($T_x = 0.491$ and $T_y = 0.371$), smaller drifts ($XX = 0.0042$ and $YY = 0.0051$), and reduced displacements in comparison with the straight ladder. This finding indicates that the helical staircase confers greater rigidity to the structure, better resistance to external vibrations and less deformation under loads, maintaining stability and experiencing reduced movements under loads. Regarding cost quantification, a detailed analysis of unit prices of concrete per m³ and steel per kg was carried out. This analysis provided a complete evaluation of the economic viability of the helical staircase, with direct construction costs estimated at S/ 9,444.4.

Keywords: helical staircase, budget, vibration period, Standard E030, ETABS, drifts.

INTRODUCCIÓN

Huayllani (2019) menciona que, Dentro del campo de la ingeniería estructural, La selección del diseño de escaleras para edificaciones de armado concreto es importante para la estabilidad y el comportamiento general de la estructura. En este contexto, la instalación de una escalera helicoidal surge como una alternativa novedosa que promete no solo cumplir con su función práctica de conectividad vertical, sino que también proporcionará mejoras significativas en la estabilidad y resistencia estructural.

Soto (2019) menciona que el Perú carece de datos fidedignos acerca de las diversas categorías de escaleras construidas con hormigón armado. Asimismo, se debe tener en cuenta que este tipo de estructura es importante dentro de la edificación. Esto permite al usuario el desplazamiento entre niveles, las escaleras de hormigón armado, cuando cuentan el diseño estructural apropiado en la construcción, dan a los beneficiarios una sensación de seguridad, y se puede observar que faltan métodos apropiados para el diseño estructural y la construcción.

La investigación actual se enfoca en examinar minuciosamente esta propuesta, enfocándose en una construcción específica de armado concreto ubicada en Amarilis, Huánuco. El objetivo es comprender y evaluar su comportamiento estructural en semejanza con la escalera tradicional recta. Además, se realiza un análisis sismorresistente para examinar las consecuencias prácticas de usar una escalera helicoidal en términos de rigidez, resistencia a vibraciones externas y deformación estructural ante cargas. Adicionalmente, la investigación aborda la cuantificación de costos utilizando un estudio de precios unitarios con el propósito de analizar la factibilidad financiera de implementar la escalera helicoidal.

Para la elaboración de la tesis, implico una subdivisión del estudio en cinco secciones:

La tesis está estructurada en cinco capítulos generales, que incluyen los siguientes aspectos:

El primer capítulo aborda la presentación de cada problema planteado, cada objetivo general y específico, así como la justificación del trabajo presentado, las restricciones y la factibilidad fueron considerados.

En el capítulo II se recopilan los antecedentes de diversos autores, las bases teóricas provenientes de diversas fuentes bibliográficas, además de la formulación de la hipótesis y la identificación de las variables.

El capítulo III detalla una exposición minuciosa sobre la perspectiva, alcance y estructura de la investigación, incluyendo las metodologías y herramientas empleadas para la adquisición de información.

El capítulo IV se enfocará en la evaluación preliminar, la determinación de los elementos resistentes a sismos, así como el modelado y análisis realizado mediante el software ETABS, y también la elaboración del diseño de la base estructural utilizando el programa SAFE.

El quinto capítulo aborda las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad a nivel mundial la construcción de edificaciones de concreto armado es uno de los materiales más empleados por su excelencia ante las distintas cargas que soporta así también como lo económico que resulta este material, y en conjunto con el acero forman el concreto armado el cual es la materia prima En lo que respecta a los componentes estructurales tales como vigas, columnas, placas, zapatas, etc. (Costafreda et al., 2010)

La conexión entre columnas y vigas da lugar a los llamados pórticos, estructuras que pueden soportar tanto las fuerzas verticales como horizontales es esencial para este sistema. Dentro de esta configuración, las vigas desempeñan el papel de elementos horizontales en la estructura y comúnmente, se encargan de resistir fuerzas de flexión. Constituyen un componente fundamental en cualquier estructura, y sus características, forma, diseño y propiedades son aspectos esenciales que influyen en su rendimiento. En la nación, la mayor parte de los edificios poseen estructuras de escaleras que presentan defectos en ambas fases, ya sea en la planificación del diseño estructural o en la ejecución durante la edificación; lo que muestra claramente la falta de métodos adecuados para estos sistemas. Hay reportes de bajas humanas, porque esas estructuras no resistieron lo suficiente los fenómenos naturales. (Rodas, 2014).

El mismo problema se observó en la ciudad de Amarilis, la mayoría de las construcciones se realiza una escalera recta simétrica y estas no se incluyen el momento de realizar el análisis por lo que la cargas e influencia de estas son dejadas de lado, debido a ello es necesario analizar una metodología que incluya procedimientos apropiados con el propósito de analizar y diseñar dichas estructuras, con el objetivo de obtener construcciones sólidas y efectivas para cumplir con las solicitudes requeridas. Dada la escasez de literatura técnica en relación a un tema tan

contemporáneo como el análisis estructural de escaleras helicoidales de concreto armado, se propondrá la investigación del tema con el objeto a desarrollar un método sólido para el diseño de estructuras helicoidales que cuenten con un soporte central.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo implementar una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cómo realizar el modelamiento en el software ETABS de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023?

¿Cómo efectuar el análisis sismorresistente de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023?

¿Cómo cuantificar los costos de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar el modelamiento en el software ETABS de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco - 2023.

Efectuar el análisis sismorresistente de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023.

Cuantificar los costos de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El trabajo actual se sustenta teóricamente al emplear las normativas actuales del Reglamento Nacional de Edificaciones, dado que se llevará a cabo un análisis de la estructura para determinar si estas cumplen con las normas E030, E060 y también emplearemos el programa ETABS, diseñado para la evaluación de la norma E030 y para la revisión de la estructura en la norma ACI 318-14.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El trabajo presentará un gran aporte para futuras investigación, ya que propone dar solución a la problemática que se presenta al diseñar escaleras de caracol con el fin de mejorar la capacidad portante de los elementos que componen el sistema.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

El trabajo presentara instrumentos diseñados y desarrollados para este estudio ayudaron tanto a recolectar información como a analizar datos, siempre guiados y dirigidos a través del método científico. Se ha empleado una metodología que puede servir como fundamento para investigaciones de índole similar.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La elemental limitante que se presentara será el factor económico, ya que la investigación requiere gastos los cuales se detallaran en el cuadro de presupuestos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo será viable, ya que para la elaboración de la investigación se empleó fichas los cuales son accesibles, también se empleó las normas de diseño de RNE con lo cual la investigación está justificada, y también se cuenta con software estructurales como el ETABS para el análisis de la estructura.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Valencia (2020) en su tesis “Edificios de baja altura con sistemas estructurales de ductilidad limitada, tipo paredes portantes ante acciones sísmicas altas”; presentada a la Universidad técnica de Machala; este trabajo busca el desarrollo de este trabajo valida los procesos y estándares adoptados de NEC2015 y ACI318-19 para el diseño de edificios de baja altura utilizando sistemas de construcción de muros tipo muro de carga de ductilidad limitada. Se detalla la relevancia de la adecuada planificación y diseño de los muros en ambos lados de este sistema. El modelado comprende una edificación de cuatro plantas con muros de carga de 10 cm de grosor y losas sólidas de 12 cm de grosor, destinadas a funcionar como oficinas independientes. La asignación incluye habitaciones con baños internos en cada oficina, así como baños públicos, pasillos y escaleras según NTE INEN 2249, para garantizar el acceso suficiente de las personas en estas áreas. En el presente estudio, se deducen las siguientes inferencias: Para sistemas estructurales de ductilidad limitada, se han analizado los requisitos mínimos de diseño de muros de carga especificados en NEC y ACI318-19, para lograr un diseño óptimo en términos de aspectos arquitectónicos y estáticos relacionados con la construcción estructural. , la regularidad de muros planos y verticales, la adecuada densidad de muros en dos sentidos, lo que contribuye a la eficacia sísmica del sistema y previniendo posibles fallos causados por la flexión., cortante o torsión. Según los cálculos de vistos el espesor de la pared es de 10 cm, un panel de entrepiso típico es de 12 cm, reforzado con dos capas de malla con un diámetro de 5 mm cada una espaciada a intervalos de 15 cm. Esto es consistente con el estudio de curvatura. Actuar sobre la pared analizada está dentro del diagrama de iteración.

García y Suárez (2020) en su tesis “Propuesta de diseño estructural de un edificio de estacionamientos de cinco niveles para la Universidad Santo Tomas sede Aguas Claras en Villavicencio, Meta”; presentada a la Universidad Santo Tomas sede Aguas Claras en Villavicencio; El principal objetivo de este estudio es elaborar el diseño de un hospital de dos niveles localizado en el municipio de Santa María Visitación, en el departamento de Sololá. El diseño se centra en un edificio de dos niveles destinado a funciones hospitalarias, con una superficie total de 2,798 m². Contempla áreas específicas para servicios médicos, cirugía general, ginecología y obstetricia, incluyendo salas de operaciones, sala de partos y área de emergencias. Asimismo, se prevé un espacio para hospitalización con un mínimo de 20 camas. Los beneficiarios directos serán los 3,538 habitantes de la población, mientras que los beneficiarios indirectos serán los residentes de los municipios cercanos a Santa María Visitación. Las conclusiones del estudio indican que el diseño propuesto contribuirá al desarrollo del municipio al abordar diversas necesidades y mejorar la atención médica en la zona y sus alrededores. Además, la construcción del hospital se ha concebido considerando las características sísmicas para garantizar la resistencia estructural ante movimientos de esta naturaleza.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Tolentino (2019) en tesis “Análisis comparativo entre muros de ductilidad limitada y muros de albañilería confinada para un edificio de vivienda social de departamentos, Piura 2018”; presentada a la Universidad Privada de Trujillo; el propósito del proyecto es aplicar los conocimientos obtenidos durante la educación básica. y utilizar este proyecto para dominar completamente la formulación de proyectos constructivos, desde los conceptos básicos de planificación arquitectónica hasta el diseño de elementos de construcción. Desde este último sistema constructivo, los paneles de pared han dado más continuidad a nuestro entorno y han dado un gran paso adelante, lo que significa que pasamos de la teoría a la práctica. La letra más pequeña

se traduce en reducir el impacto ambiental durante la construcción, y mejorar el rendimiento económico, en consecuencia, una reducción de costes. Suministrar servicios esenciales como agua, alcantarillado, electricidad, telefonía, transporte, etc. En esta tesis se llegaron a las siguientes conclusiones: para muros con ductilidad limitada, dxx y dyy se permiten 31,55% y 18,1 respectivamente, y de manera similar para mampostería combinada, dxx y dyy se permiten 35,75% y 27,1, respectivamente. Por lo tanto, el desplazamiento lateral máximo entre pisos de un sistema de muros con difusividad limitada es menor a 2.40% en la dirección "X" y "-dirección" en la dirección "Y" con respecto al muro de mampostería de apoyo. Indica que la resistencia a la deformación lateral del muro con una capacidad limitada de flexibilidad es superior que la rigidez lateral de la mampostería restringida. Comparando los pesos de los cálculos manuales y programáticos para sistemas con ductilidad limitada, la diferencia es de 0,88 % y para sistemas de mampostería de 1,05 %, lo que significa que los cálculos manuales son bastante precisos. Asimismo, la diferencia entre ambos sistemas es del 16,19%. De ahora en adelante, llegamos a la conclusión de que ETABS es un software en la que se puede confiar. No se consideran los lados, como el área de la placa, no se consideran la altura total de las paredes, etc. Es importante tener en cuenta la herramienta, sobre todo al momento de establecer la proporción del procedimiento de albañilería.

Soto (2019) en tesis "Implementación de Metodología para el Diseño Estructural de Escaleras Helicoidales con Apoyo Central de Concreto Armado en Edificaciones"; presentada a la Universidad Peruana los Andes; con el objetivo de evaluar los productos obtenidos del análisis estructural para aplicar El enfoque utilizado en la concepción de escaleras de tipo helicoidal que incorporan un refuerzo central de hormigón armado en edificios, donde llego a las siguientes conclusiones: Es que empotrar este sistema de escaleras dará como resultado Un desempeño superior estructural , El análisis de momentos en el punto de apoyo central revela un momento de 23.56 Tn-m se observa en una escalera no arriostrada, en contraste con un sistema empotrado que

muestra un momento de 0.798 Toneladas-metro. En condiciones de flexo-compresión, se nota una carga axial de 21.11 Tn con un momento de 0.798 Toneladas-metro. Para la flexión en vuelo, se registra un momento de 0.408 Tn-m, mientras que la zapata presenta un momento de 1.22 Tn-m. En cuanto al cortante, en vuelo se tiene un momento de $V_u = 1.122$ Tn, mientras que en la componente clave se nota un momento de $V_u = 4.31$ Tn.

Llerena (2021) en tesis “Evaluación de la influencia de los sistemas de muros de ductilidad limitada y aporticado en la respuesta estructural de un edificio multifamiliar de cinco niveles, ciudad de Puno”; presentada a la Universidad Nacional del Altiplano; El incremento en la población ha resultado en un significativo déficit habitacional en la región de Puno. Durante la última década, ha habido un incremento en las edificaciones de mediana y gran altura. ha surgido como una alternativa de solución a este problema en el país. Sin embargo, para los ingenieros, la pregunta clave radica en la elección del diseño estructural más adecuado para mejorar la conducta sísmica en este tipo de edificaciones. El propósito principal fue estimar cómo un sistema de muros dúctiles limitados con marco afecta la respuesta estructural de un departamento de 5 pisos ubicado en Puno. En esta tesis, se han obtenido las siguientes conclusiones: Para el entrepiso de la edificación investigada, el desplazamiento máximo del sistema de pórtico es 0.0083 en el análisis sísmico estático, lo que corresponde al estándar permisible 118.39, y el desplazamiento máximo es 0.00259 en el sismo dinámico. 00696, que corresponde a los 99,5 permitidos por la norma. Un examen sísmico estático de un sistema de muros con capacidad de deformación limitada revela una deriva máxima de 0.00259. Cumple con los estándares aceptados.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

2.2.1.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO Y COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

El diseño y comportamiento de las estructuras de concreto armado se fundamenta en la combinación de dos materiales: el concreto, que ofrece resistencia a compresión, y el acero de refuerzo, que proporciona resistencia a la tracción. Estos dos materiales trabajan en conjunto para crear estructuras sólidas y duraderas.

En el diseño de estructuras de concreto armado, es fundamental considerar las cargas que actuarán sobre la estructura, como las cargas muertas (peso propio de la estructura), las cargas vivas (como el tráfico humano o vehicular), las cargas de viento y sísmicas, entre otras. Además, se deben tener en cuenta las condiciones del suelo donde se asentará la estructura para garantizar su estabilidad.

El comportamiento de las estructuras de concreto armado está influenciado por diversos factores, como la distribución de esfuerzos dentro de los elementos estructurales, la capacidad de carga, la resistencia a la deformación y la durabilidad frente a agentes ambientales como la corrosión.

La normativa peruana, en particular, establece los requisitos y criterios de diseño que deben seguirse para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras de concreto armado. Estas normativas se actualizan regularmente para incorporar avances en la ingeniería estructural y mejorar las prácticas de diseño y construcción. (Valderrama Herrera, 2018)

2.2.1.2. CONCEPTOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES

La resistencia de materiales es un campo de la ingeniería que se encarga de estudiar cómo los materiales responden a las fuerzas aplicadas sobre ellos. Se basa en conceptos como la tensión, que es la fuerza aplicada por unidad de área, y la deformación, que es el cambio en la forma o dimensiones del material debido a la aplicación de fuerzas.

En el caso específico del concreto armado, se consideran propiedades como la resistencia a la compresión del concreto y la resistencia a la tracción del acero de refuerzo. Estas propiedades son fundamentales para determinar la capacidad de carga y la seguridad de las estructuras.

El análisis de resistencia de materiales también implica estudiar el comportamiento de los materiales ante cargas estáticas y dinámicas, así como frente a condiciones extremas como terremotos o vientos fuertes. Esto permite diseñar estructuras que sean capaces de resistir las fuerzas a las que estarán expuestas durante su vida útil.

Es importante tener en cuenta que los conceptos de resistencia de materiales se aplican en todas las etapas del proceso de diseño y construcción de estructuras de concreto armado, desde la selección de materiales hasta la evaluación de la seguridad y durabilidad de la estructura final. (Flores Cárdenas, 2016)

2.2.1.3. CONCEPTOS DE CARGAS ACTUANTES

Las cargas actuantes son todas aquellas fuerzas externas que actúan sobre una estructura y que deben ser consideradas durante su diseño y construcción para garantizar su estabilidad y seguridad. Estas cargas pueden ser estáticas o dinámicas y provienen de diversas fuentes, como el peso propio de la estructura, las cargas vivas (como el tráfico humano o vehicular),

las cargas de viento, las cargas de nieve, las cargas sísmicas, entre otras.

En el contexto de las estructuras de concreto armado, es crucial identificar y cuantificar las cargas actuantes para dimensionar correctamente los elementos estructurales y asegurar que la estructura pueda soportarlas de manera segura. Esto implica conocer las normativas y estándares aplicables, así como realizar análisis detallados que consideren todas las posibles fuentes de carga y sus efectos sobre la estructura.

La comprensión de los conceptos de cargas actuantes es fundamental para diseñar estructuras que sean capaces de resistir las fuerzas a las que estarán expuestas durante su vida útil y para garantizar la seguridad de las personas que las utilizarán. (Huamán Mamani, 2019)

2.2.1.4. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

En estructuras de concreto armado es un aspecto fundamental para entender cómo se comportan bajo cargas externas. Cuando una carga se aplica a una estructura, esta distribución de esfuerzos y deformaciones determina cómo se transmiten y redistribuyen las fuerzas a lo largo de los elementos estructurales.

En el concreto armado, las cargas se distribuyen entre el concreto y el acero de refuerzo de manera que el concreto resiste las cargas de compresión y el acero las cargas de tracción. La distribución de esfuerzos se produce en función de las propiedades mecánicas de estos materiales y de la geometría de la estructura.

Las deformaciones, por otro lado, se refieren a los cambios en la forma o dimensiones de la estructura debido a la aplicación de cargas. Estas deformaciones pueden ser elásticas, es decir,

reversibles cuando se retiran las cargas, o plásticas, en el caso de que la estructura experimente deformaciones permanentes.

Entender cómo se distribuyen los esfuerzos y cómo se producen las deformaciones en una estructura de concreto armado es crucial para diseñar estructuras seguras y eficientes, así como para predecir su comportamiento ante diferentes condiciones de carga. (Torres Morales, 2017)

2.2.1.5. CRITERIOS DE DISEÑO PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD Y SEGURIDAD DE LA ESTRUCTURA

Son fundamentales en el proceso de ingeniería civil. Estos criterios se basan en una combinación de normativas técnicas, estándares de construcción y principios de ingeniería estructural que buscan garantizar que la estructura sea capaz de resistir las cargas a las que estará expuesta a lo largo de su vida útil.

Entre los criterios de diseño más importantes se encuentran:

Resistencia estructural adecuada: La estructura debe ser capaz de resistir las cargas esperadas sin exceder sus capacidades de carga y resistencia. Esto implica dimensionar adecuadamente los elementos estructurales y seleccionar materiales con propiedades mecánicas adecuadas.

Estabilidad global: La estructura debe ser estable bajo todas las condiciones de carga, incluyendo cargas gravitacionales, sísmicas y de viento. Esto implica considerar la distribución de masas, la geometría de la estructura y la resistencia a la torsión y al pandeo.

Seguridad frente a acciones extremas: La estructura debe ser capaz de resistir eventos extremos como terremotos, incendios o impactos accidentales. Esto puede implicar el uso de sistemas de refuerzo estructural, como muros de corte, armaduras adicionales o materiales ignífugos.

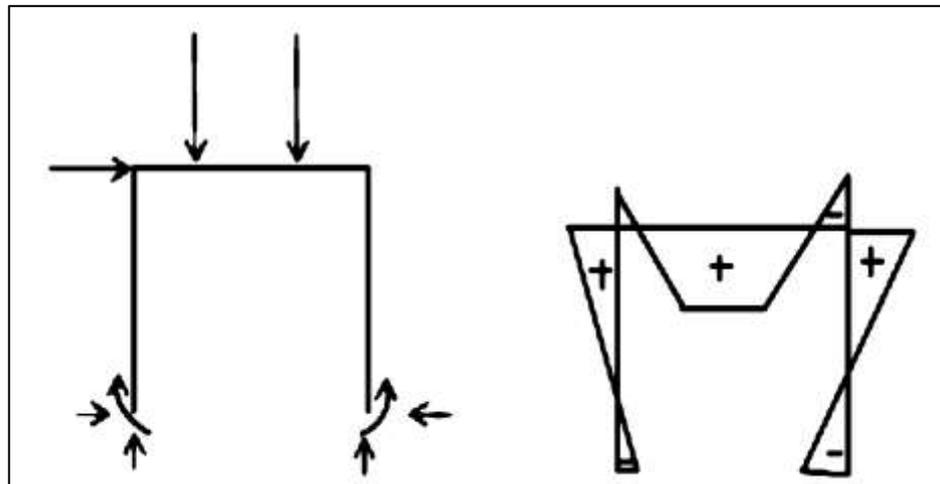
Durabilidad y mantenibilidad: La estructura debe ser diseñada para resistir la acción de agentes ambientales como la humedad, la corrosión y la abrasión, y debe poder mantenerse y repararse fácilmente a lo largo del tiempo.

Cumplimiento de normativas y estándares: El diseño de la estructura debe cumplir con todas las normativas y estándares locales, nacionales e internacionales aplicables, así como con los requisitos específicos del proyecto y del cliente.

Al seguir estos criterios de diseño, los ingenieros pueden asegurar que las estructuras de concreto armado sean seguras, estables y duraderas, proporcionando protección y confort a sus ocupantes durante su vida útil. (Rojas Guerra, 2020)

Figura 1

Sistema de pórtico mediante la acción de fuerzas



Fuente: Nilson, (1999)

2.2.2. ESCALERAS EN EDIFICACIONES

2.2.2.1. IMPORTANCIA DE LAS ESCALERAS EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Las escaleras desempeñan un papel crucial en el diseño arquitectónico, ya que no solo facilitan la circulación vertical entre diferentes niveles de un edificio, sino que también tienen un impacto significativo en la estética y funcionalidad del espacio.

Además de su función práctica, las escaleras pueden ser elementos destacados en el diseño arquitectónico, agregando carácter y personalidad a una estructura.

En términos prácticos, las escaleras permiten la conexión fluida y eficiente entre pisos, lo que es esencial para la accesibilidad y funcionalidad de un edificio. Además, las escaleras pueden contribuir a la distribución espacial y al flujo de circulación dentro de un espacio, influyendo en la percepción y experiencia del usuario.

Desde un punto de vista estético, las escaleras pueden ser elementos arquitectónicos distintivos que realzan la belleza y originalidad de un diseño. Pueden convertirse en puntos focales visuales dentro de un espacio, añadiendo interés visual y contribuyendo a la identidad y estilo arquitectónico del edificio.

En resumen, las escaleras son mucho más que simples elementos funcionales en el diseño arquitectónico; son componentes integrales que pueden mejorar tanto la utilidad como la estética de un espacio. (Gutiérrez Ramírez, 2017)

2.2.2.2. IMPORTANCIA DE LAS ESCALERAS EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL

Las escaleras desempeñan un papel crucial en el diseño estructural de un edificio, ya que no solo proporcionan la conexión vertical entre diferentes niveles, sino que también afectan la distribución de cargas y la estabilidad general de la estructura. Desde una perspectiva estructural, las escaleras deben ser diseñadas para soportar las cargas que se les apliquen, garantizando la seguridad y estabilidad del edificio en su conjunto.

Las escaleras no solo son elementos de circulación, sino que también pueden servir como núcleos de resistencia en el diseño estructural. En muchos casos, las escaleras están integradas en el

diseño como parte de los sistemas de refuerzo sísmico o como elementos que contribuyen a la estabilidad lateral de la estructura. Por lo tanto, su diseño debe considerar cuidadosamente aspectos como la distribución de cargas, la transferencia de fuerzas y la resistencia a diferentes tipos de cargas, como las cargas gravitatorias y sísmicas.

Además, las escaleras pueden tener un impacto significativo en la distribución de masas y la rigidez de la estructura. Dependiendo de su ubicación y diseño, las escaleras pueden afectar la respuesta dinámica del edificio ante cargas sísmicas, viento u otras fuerzas externas. Por lo tanto, es importante considerar su influencia en el comportamiento estructural global durante el proceso de diseño.

En resumen, las escaleras no solo son elementos de circulación en un edificio, sino que también desempeñan un papel importante en el diseño estructural al contribuir a la estabilidad, resistencia y rigidez de la estructura en su conjunto. (Escobar Hinostroza, 2018)

2.2.2.3. TIPOS DE ESCALERAS UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCIÓN, CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Escaleras rectas: Son las más simples y comunes. Se componen de un tramo único que conecta dos niveles de manera directa. Su principal ventaja es su simplicidad y facilidad de construcción. Sin embargo, pueden ocupar más espacio horizontalmente y ser menos estéticamente atractivas que otros diseños más elaborados.

Escaleras de caracol: Estas escaleras se curvan alrededor de un eje central y ocupan menos espacio en planta que las escaleras rectas. Son ideales para espacios reducidos o para crear un elemento arquitectónico distintivo. Sin embargo, su diseño

puede dificultar la circulación de personas y objetos grandes, y pueden resultar incómodas para algunas personas.

Escaleras helicoidales: Similar a las escaleras de caracol, pero con un tramo más ancho y menos pronunciado. Ofrecen una circulación más cómoda y suave que las escaleras de caracol, además de ser visualmente atractivas. Sin embargo, su construcción puede ser más compleja y costosa.

Escaleras rectas con descanso: Son escaleras rectas que incluyen uno o más descansos intermedios entre tramos. Estos descansos pueden proporcionar una transición suave entre niveles y mejorar la seguridad al dividir el tramo en secciones más cortas. Sin embargo, pueden ocupar más espacio que las escaleras rectas simples.

2.2.3. ESCALERAS HELICOIDALES

2.2.3.1. ESCALERAS HELICOIDALES COMO UNA OPCIÓN ESPECÍFICA EN EL DISEÑO DE ESCALERAS

Las escaleras helicoidales se caracterizan por su forma curva y suavemente ascendente alrededor de un eje central. Estas escaleras son distintivas por su apariencia elegante y su capacidad para crear un impacto visual impresionante en cualquier espacio arquitectónico.

Lo que hace que las escaleras helicoidales sean únicas es su capacidad para ocupar menos espacio en planta en comparación con las escaleras rectas tradicionales. Esto las convierte en una opción popular para proyectos donde el espacio es limitado o donde se desea maximizar el área utilizable.

Además de su aspecto estético, las escaleras helicoidales ofrecen una circulación fluida y continua entre niveles, lo que las hace cómodas de usar y eficientes en términos de flujo de tráfico. Su diseño curvo también puede mejorar la iluminación y ventilación

natural del espacio circundante, creando una atmósfera más agradable y acogedora.

Sin embargo, construir escaleras helicoidales puede ser más complicado y costoso que otros diseños debido a la necesidad de calcular cuidadosamente la geometría y la distribución de cargas para garantizar su estabilidad y seguridad estructural. (Torres Alcántara, 2019)

2.2.3.2. VENTAJAS EN TÉRMINOS DE ESPACIO

Las escaleras helicoidales ofrecen varias ventajas en términos de espacio en comparación con otros tipos de escaleras. Estas ventajas se derivan principalmente de su diseño curvo y suavemente ascendente alrededor de un eje central. Algunas de estas ventajas incluyen:

Menor ocupación de espacio en planta: Debido a su forma curva, las escaleras helicoidales ocupan menos espacio en planta que las escaleras rectas tradicionales. Esto las hace ideales para proyectos donde el espacio es limitado o donde se desea maximizar el área utilizable.

Mayor eficiencia espacial: Al ocupar menos espacio en planta, las escaleras helicoidales permiten una distribución más eficiente del espacio en el edificio. Esto puede resultar en una mayor superficie útil para otros usos, como áreas de estar, oficinas o espacios comerciales.

Diseño versátil: Las escaleras helicoidales pueden adaptarse a una variedad de configuraciones y estilos arquitectónicos. Su diseño curvo puede complementar la estética de cualquier espacio, desde interiores modernos y minimalistas hasta ambientes más clásicos y tradicionales.

Mejora del flujo de circulación: La forma suavemente ascendente de las escaleras helicoidales proporciona una

circulación fluida y continua entre niveles. Esto puede mejorar el flujo de tráfico y la accesibilidad dentro del edificio, especialmente en áreas de alta afluencia de personas. (Cueva Gonzales, 2018)

2.2.3.3. ESTÉTICA Y FLUJO DE TRÁFICO

Las escaleras helicoidales no solo son funcionales, sino que también tienen un impacto significativo en la estética y el flujo de tráfico dentro de un edificio. Estas son algunas consideraciones sobre estos aspectos:

Estética: Las escaleras helicoidales son visualmente impactantes y pueden convertirse en un punto focal en el diseño arquitectónico de un edificio. Su forma curva y elegante puede agregar un elemento de belleza y sofisticación al espacio, convirtiéndolas en una característica distintiva y atractiva. Dependiendo del diseño y los materiales utilizados, pueden adaptarse a una variedad de estilos arquitectónicos, desde moderno y minimalista hasta clásico y ornamental.

Flujo de tráfico: A pesar de su diseño curvo, las escaleras helicoidales están diseñadas para proporcionar un flujo de tráfico fluido y cómodo entre niveles. La suavidad de su ascenso permite que las personas suban y bajen con facilidad, sin los abruptos cambios de dirección que pueden experimentarse en otros tipos de escaleras. Esto puede mejorar la circulación y la accesibilidad dentro del edificio, especialmente en áreas de alta afluencia de personas. (Torres Gómez, 2021)

2.2.3.4. DESAFÍOS ASOCIADOS CON SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El diseño y la construcción de escaleras helicoidales presentan varios desafíos que deben abordarse cuidadosamente para garantizar su seguridad, estabilidad y funcionalidad. Estos desafíos incluyen:

Cálculos y geometría complejos: Debido a su forma curva y helicoidal, el diseño de escaleras helicoidales requiere cálculos y geometría más complejos en comparación con otros tipos de escaleras. Es crucial calcular correctamente la distribución de cargas, la resistencia estructural y la geometría de la escalera para garantizar su estabilidad y seguridad.

Espacio y accesibilidad: Aunque las escaleras helicoidales ocupan menos espacio en planta que las escaleras rectas, su diseño curvo puede presentar desafíos en términos de accesibilidad y circulación. Es importante asegurarse de que la escalera cumpla con los requisitos de accesibilidad y seguridad, incluyendo anchura adecuada, pasamanos y pasos uniformes.

Construcción precisa: La construcción de escaleras helicoidales requiere precisión y cuidado para garantizar que todas las partes se ajusten correctamente y que la escalera sea estructuralmente sólida. Los errores durante la construcción pueden resultar en problemas de estabilidad y seguridad a largo plazo.

Costo y tiempo: Debido a su diseño complejo y la necesidad de materiales y mano de obra especializados, las escaleras helicoidales pueden ser más costosas y llevar más tiempo construir que otros tipos de escaleras. Es importante tener en cuenta estos factores al planificar y presupuestar un proyecto que incluya escaleras helicoidales. (Torres Delgado, 2020)

2.2.4. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

2.2.4.1. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS ESCALERAS HELICOIDALES

Es un tema crucial en la ingeniería civil y arquitectura. Estas escaleras, debido a su diseño curvo y helicoidal, presentan

características estructurales únicas que deben ser comprendidas y analizadas cuidadosamente.

El comportamiento estructural de las escaleras helicoidales se ve influenciado por varios factores, incluyendo la distribución de cargas, la resistencia de los materiales utilizados, la geometría de la escalera y la interacción entre los diferentes componentes estructurales.

La carga aplicada a una escalera helicoidal se distribuye de manera diferente en comparación con una escalera recta. La forma curva de la escalera puede generar momentos torsionales y flexionales que deben ser tenidos en cuenta en el diseño para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.

Además, el comportamiento estructural de las escaleras helicoidales puede variar según el tipo de material utilizado, la forma y el tamaño de los escalones, la ubicación de los apoyos y otros factores de diseño. Es crucial realizar análisis estructurales detallados para comprender cómo la escalera responderá a las cargas y asegurar que cumpla con los requisitos de resistencia y seguridad. (Gómez Cruz, 2019)

2.2.4.2. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS Y TRANSFERENCIA DE ESFUERZOS ENTRE LA ESCALERA Y LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

Son aspectos fundamentales en el diseño y la construcción de escaleras en un edificio. Cuando una escalera helicoidal se integra en la estructura de un edificio, es crucial que la carga aplicada a la escalera se transfiera de manera adecuada a la estructura principal para garantizar su estabilidad y seguridad.

La distribución de cargas se refiere a cómo se reparten las fuerzas que actúan sobre la escalera, como el peso de las personas que la utilizan, las cargas muertas y vivas, así como las cargas

sísmicas y de viento. Estas cargas deben distribuirse de manera uniforme y eficiente a lo largo de la estructura de la escalera y transferirse de manera efectiva a la estructura principal del edificio.

La transferencia de esfuerzos implica cómo se transmiten estas cargas desde la escalera a la estructura principal del edificio a través de conexiones adecuadas. Esto puede implicar el uso de elementos estructurales adicionales, como columnas, vigas o muros de carga, para garantizar una transferencia de carga segura y efectiva.

Es crucial que la distribución de cargas y la transferencia de esfuerzos se diseñen cuidadosamente para evitar puntos de concentración de esfuerzos que puedan provocar fallas estructurales o deformaciones no deseadas en la escalera o en la estructura principal del edificio (Salazar Ramos, "Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones", 2020)

2.2.4.3. INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD GLOBAL DEL EDIFICIO

Es un aspecto crucial a considerar durante el diseño y la construcción. Las escaleras, especialmente las escaleras helicoidales que se integran en la estructura principal del edificio, pueden afectar significativamente su estabilidad general.

La presencia de una escalera en un edificio puede alterar la distribución de cargas y fuerzas dentro de la estructura, especialmente si la escalera se encuentra cerca de los núcleos de resistencia o en áreas críticas de la edificación. Esto puede tener un impacto en la respuesta estructural del edificio ante cargas estáticas y dinámicas, como las cargas gravitatorias, sísmicas y de viento.

Las escaleras helicoidales, en particular, debido a su forma curva y helicoidal, pueden generar momentos torsionales y flexionales que deben ser tenidos en cuenta en el diseño para garantizar la estabilidad del edificio. Además, la transferencia de cargas entre la escalera y la estructura principal debe realizarse de manera adecuada para evitar puntos de concentración de esfuerzos que puedan comprometer la integridad estructural del conjunto.

Por lo tanto, es crucial que los ingenieros y arquitectos consideren cuidadosamente la ubicación, geometría y diseño de las escaleras al planificar un edificio, y realicen análisis estructurales detallados para evaluar su influencia en la estabilidad global de la edificación. (Velasco Díaz, 2018)

2.2.5. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

2.2.5.1. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESCALERAS HELICOIDALES

Son fundamentales para garantizar su seguridad, estabilidad y funcionalidad. Algunos de estos métodos y herramientas incluyen:

Software de modelado estructural: Se utilizan programas de modelado estructural como SAP2000, ETABS o Robot Structural Analysis para crear modelos tridimensionales de la escalera y la estructura circundante. Estos modelos permiten realizar análisis estructurales detallados, incluyendo análisis de cargas, análisis de elementos finitos y simulaciones de comportamiento estructural bajo diferentes condiciones de carga.

Análisis de cargas y fuerzas: Se realizan cálculos detallados para determinar las cargas que actúan sobre la escalera, incluyendo cargas gravitatorias, cargas sísmicas y de viento. Estos

cálculos son fundamentales para dimensionar adecuadamente los elementos estructurales de la escalera y garantizar su resistencia y estabilidad.

Diseño de conexiones y apoyos: Se diseñan conexiones y apoyos adecuados para asegurar la transferencia de cargas entre la escalera y la estructura principal del edificio. Esto puede incluir el uso de placas de apoyo, anclajes, conexiones soldadas o pernos de anclaje para garantizar una conexión segura y efectiva.

Verificación de normativas y estándares: Se verifican las normativas y estándares locales, nacionales e internacionales aplicables para asegurar que el diseño y la construcción de la escalera cumplan con todos los requisitos de seguridad y rendimiento estructural.

Estos métodos y herramientas se utilizan en conjunto para realizar un análisis y diseño estructural integral de las escaleras helicoidales, asegurando que cumplan con los más altos estándares de calidad y seguridad. (Salazar Ramos, "Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones", 2020)

2.2.5.2. SOFTWARE DE MODELADO ESTRUCTURAL, CÁLCULOS DE RESISTENCIA Y RIGIDEZ

El uso de software de modelado estructural es fundamental para realizar cálculos de resistencia y rigidez en el diseño de estructuras, incluyendo escaleras helicoidales. Estos programas permiten a los ingenieros crear modelos virtuales tridimensionales de la escalera y la estructura circundante, lo que facilita el análisis detallado de su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga.

Algunos de los softwares de modelado estructural más utilizados en la ingeniería civil incluyen SAP2000, ETABS, Robot

Structural Analysis y Staad.Pro. Estas herramientas permiten realizar análisis de elementos finitos, análisis estáticos y dinámicos, análisis de tensiones y deformaciones, entre otros. Además, proporcionan capacidades avanzadas para la modelización de materiales, elementos estructurales y cargas.

Se utilizan estos programas para realizar cálculos de resistencia y rigidez, determinando cómo la estructura responderá a las cargas aplicadas y asegurando que cumpla con los requisitos de seguridad y rendimiento estructural. Esto incluye el dimensionamiento adecuado de los elementos estructurales, como columnas, vigas, losas y conexiones, así como la verificación de normativas y estándares aplicables. (Torres Delgado, "Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones", 2020)

2.2.5.3. CONSIDERACIONES SÍSMICAS Y DE VIENTO

Son aspectos críticos en el análisis y diseño estructural de cualquier edificación, incluyendo escaleras helicoidales. Estos fenómenos naturales pueden ejercer fuerzas significativas sobre la estructura, poniendo en riesgo la seguridad y estabilidad del edificio.

En el contexto sísmico, es fundamental evaluar la respuesta estructural de la escalera y su interacción con la estructura principal del edificio durante un evento sísmico. Esto implica considerar la ubicación geográfica del proyecto, la peligrosidad sísmica del área, la respuesta dinámica de la estructura y la capacidad de resistencia a sismos de los materiales y elementos estructurales.

Por otro lado, en cuanto a las cargas de viento, es esencial tener en cuenta la exposición del edificio a diferentes velocidades y direcciones del viento, así como la forma y altura de la estructura. Se deben realizar análisis detallados para determinar cómo el viento afectará la estabilidad y seguridad de la escalera,

considerando factores como la presión del viento, la forma de la escalera y su interacción con elementos cercanos.

Ambas consideraciones requieren el uso de software especializado de modelado estructural, como SAP2000 o ETABS, que permiten realizar análisis dinámicos y estáticos para evaluar el comportamiento de la estructura frente a cargas sísmicas y de viento. (Salazar Ramos, "Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones", 2020)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Análisis: Definir las reacciones a las acciones planificadas mediante la aplicación de modelos matemáticos. (NORMA E.030, 2018)

Carga Muerta: Se refiere a la carga originada por los materiales, instrumentos de mantenimiento, equipos, paredes divisorias y otros componentes que sostienen el edificio, incluyendo su propio peso, el cual puede ser constante o variar con el tiempo. Norma Técnica Peruana. E.020 Cargas. (NORMA E.020, 2018)

Carga Viva: Representa la carga asociada a la carga total que soporta la estructura, incluyendo la carga generada por los ocupantes, materiales, dispositivos, mobiliario y otros elementos en movimiento. Norma Técnica Peruana E.020 Cargas (NTP E.020, 2018).

Carga de servicio: Se refiere a la carga definida en la norma NTP (sin amplificación), específicamente en NTP. E.020 Cargas, que forma parte de las normativas de construcción locales a los que esta normativa está vinculada. (NORMA E.020, 2018)

Columna: Se utiliza primordialmente para resistir cargas de compresión axial una sección que presenta una proporción entre su altura y su medida lateral más pequeña que excede el valor de tres. (Norma E.060, 2018)

Comportamiento estructural: Se denomina como la reacción ante las aplicaciones de carga, definiendo las fuerzas y deformaciones internas, constituye el comportamiento estructural. (NORMA E.030, 2018)

Concreto estructural: Se refiere al conjunto de concreto empleado con propósitos constructivos, abarcando tanto el concreto simple como el concreto reforzado. (NORMATIVA E.060, 2018)

Espectro de diseño: Es aquel que incorpora un cofactor de disminución de resolución particular para un sistema sísmico que ha sido validado. (NORMATIVA E.030, 2018)

Fuerza Sísmica: Se refiere a las fuerzas externas con la capacidad de replicar los Intervalos máximos de desplazamientos y tensiones internas generadas por la actividad sísmica en el suelo. (NORMATIVA E.030, 2018)

Losa: Un componente de un sistema estructural empleado como techo o piso, con mínimo grosor en semejanza con sus dimensiones restantes, comúnmente dispuesto en posición fortalecido en sentido horizontal y reforzado en una o dos orientaciones (NORMATIVA E.060, 2018)

Viga: Componente de un sistema estructural que fundamentalmente opera a flexión y cortante. (NORMATIVA E.060, 2018)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ho: La implementación de una escalera helicoidal no mejora el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.

Hi: La implementación de una escalera helicoidal mejora el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento estructural.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Escalera helicoidal.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. dependiente Comportamiento estructural	<ul style="list-style-type: none">• Modelamiento estructural• Análisis estructural• Comprobaciones de diseño	<ul style="list-style-type: none">• Cuantía de acero• Fuerzas axiales• Fuerzas fraccionales• Momentos flectores	Cuantitativa	Discreta
V. independiente Escalera helicoidal	<ul style="list-style-type: none">• Propiedades estructurales• Costo de la edificación• Escalera de concreto armado	<ul style="list-style-type: none">• Diseño de peldaño• Espesor de garganta• Diseño de pasos• Resistencia de compresión	Cuantitativa	Discreta

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Se consideró al enfoque como cuantitativo debido a que los datos obtenidos se consiguieron mediante simulaciones y análisis. Saldana (2021) nos menciona que este tipo de enfoque permite examinar patrones, relaciones y tendencias de manera objetiva en los resultados obtenidos, obteniendo así una comprensión sólida y generalizada del fenómeno estudiado. Por lo tanto, en esta tesis, se empleó un enfoque cuantitativo para el análisis de datos, centrándose en la recolección y el análisis de datos numéricos y estadísticos.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Del libro de Saldana (2021) se puede deducir que la investigación descriptiva complementa a la investigación explicativa al brindar una visión más completa y contextualizada de las variables y relaciones identificadas por la investigación explicativa. En esta tesis, se dio uso de una investigación explicativa y descriptiva, para analizar detalladamente las características y comportamientos de la escalera helicoidal al implementarla en una edificación de concreto armado.

3.1.3. DISEÑO

La tesis presente tuvo un diseño no experimental. Con respecto a este tipo de diseño Saldana (2021) dice que permite capturar una instantánea precisa de las condiciones y características del fenómeno en estudio en un punto específico en el tiempo, sin intervenir en él ni manipular variables, lo que resultó especialmente adecuado para analizar la situación actual de la estructura del edificio y las condiciones de su entorno de manera objetiva y descriptiva.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Lee & Lee (2019) definen a la población como el grupo de elementos que podrían potencialmente ser objeto de estudio y tienen relación al tema estudiado. Guiándonos de esta definición se estableció a la población para esta tesis como edificaciones de seis niveles ubicadas en Amarilis.

3.2.2. MUESTRA

Lee & Lee (2019) definen a la muestra como una porción específica de la población que se selecciona para participar en un estudio. Esta muestra al ser no probabilística, es seleccionada de manera específica y no al azar. Guiándonos de esta definición la muestra seleccionada fue: una edificación de seis niveles que consta con una escalera helicoidal y está ubicada en Amarilis.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de datos, se inició con un análisis de los desafíos relacionados con las escaleras convencionales y cómo afectan la capacidad de resistencia ante sismos. Después, se dio paso al levantamiento topográfico en la ubicación prevista para la construcción. Asimismo, se llevó a cabo una investigación sobre la mecánica de suelos. Todo este proceso se realizó en conformidad con las regulaciones técnicas establecidas en Perú para edificaciones.

Una vez obtenidos los datos los ordenamos y recopilamos dando uso de diversos instrumentos como fichas de compilación de datos, material bibliográfico, documentos nacionales, programas informáticos y normativas técnicas del Perú, en específico se consideraron las normas E020 Cargas, E030 Diseño Sismorresistente, E060 Concreto Armado y ACI 314-19.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de la información de este proyecto todo el proceso fue modelado y analizado en el software ETABS, siguiendo la normativa técnica E 030 para garantizar su resistencia sísmica. Se comenzó recolectando datos sobre el terreno, mediante un levantamiento topográfico realizado con una estación total, donde, los puntos obtenidos se transfirieron a un software especializado. Además, se llevó a cabo una excavación para comprender las propiedades mecánicas del suelo. Se realizó también una determinación preliminar de las dimensiones de los componentes estructurales de la escalera, utilizando una hoja de cálculo en Excel. Los parámetros de diseño sísmico se definieron según lo establecido en la norma peruana E 030 y en base al estudio de suelos realizado.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos se dio uso de 3 softwares, siendo el primero el software CIVIL 3D para procesar los datos obtenidos del levantamiento topográfico. El segundo software fue Excel que se utilizó para realizar una estimación preliminar de las dimensiones de todos los elementos del diseño estructural y para definir los parámetros de resistencia sísmica según el estudio de suelos. Por último, en el software ETABS se llevó a cabo el análisis de resistencia sísmica y se realizó el modelado de una edificación de 5 niveles, considerando los parámetros y características específicas del lugar, siguiendo las normas establecidas en la norma E 030. Además, se llevó a cabo una evaluación de la estructura en este mismo software para verificar el cumplimiento de los componentes estructurales con las comprobaciones de diseño de flexión y compresión.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ARQUITECTURA Y SUELO DE EDIFICACIÓN

Figura 2

Distribución de planta



Nota. A partir de los parámetros arquitectónicos se pudo distribuir la planta de la edificación teniendo en cuenta que para el primer nivel se dividieron en 02 espacios de uso tipo tienda cada uno con su respectivo servicio higiénico, en parte posterior de la edificación se planteó un minidepartamento con 02 dormitorios, zona de lavandería, cocina, comedor, sala y terraza. A partir del segundo nivel se distribuyó como un departamento completo incrementándose 02 habitaciones completas y dos traga luz en la parte posterior de la edificación. El terreno se ubica en la región de Huánuco, en el distrito de Amarilis, el terreno consta de 160 m², del área total se tiene 10 m² de área libre en la edificación y 150 m² de área construida.

Tabla 2*Caracterización de suelo*

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN VALOR
ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO	SC-ARENA ARCILLA
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.20%
LÍMITE PLÁSTICO	8.20%
LÍMITE LÍQUIDO	20%
ÍNDICE PLÁSTICO	12%
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35.48°
FACTOR DE COHESIÓN	0.02 kg/cm ²
ALTURA FREÁTICA	-
CAPACIDAD DE DISEÑO	3.71 kg/cm ²
ASENTAMIENTO PERMISIBLE	1.08 cm
COEFICIENTE DE BALASTO	6.5 kg/cm ³

Nota. A partir de la realización de la calicata en el terreno analizado se pudo determinar sus características, siendo así que el suelo analizado presenta una estratigrafía tipo areno arcilloso, con un contenido de humedad de 15.20%, de la muestra se determinó que el límite plástico es de 8.20%, el valor del límite líquido es de 20%, el valor del índice plástico es de 12%, el ángulo de fricción calculado fue de 35°, con un factor de cohesión de 0.02 kg/cm², no se encontró una altura freática en la calicata, se determinó que la capacidad de diseño de la edificación fue de 3.71 kg/cm², el valor del asentamiento permisible fue de 1.08 cm y el coeficiente de balasto determinado fue de 6.50 kg/cm³.

4.1.2. PREDIMENSIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

A partir de la determinación de los muros arquitectónicos y las distribuciones por piso de la edificación se elaboraron las dimensiones preliminares de las secciones de tanto vigas, columnas y losas que componen a la edificación.

Tabla 3

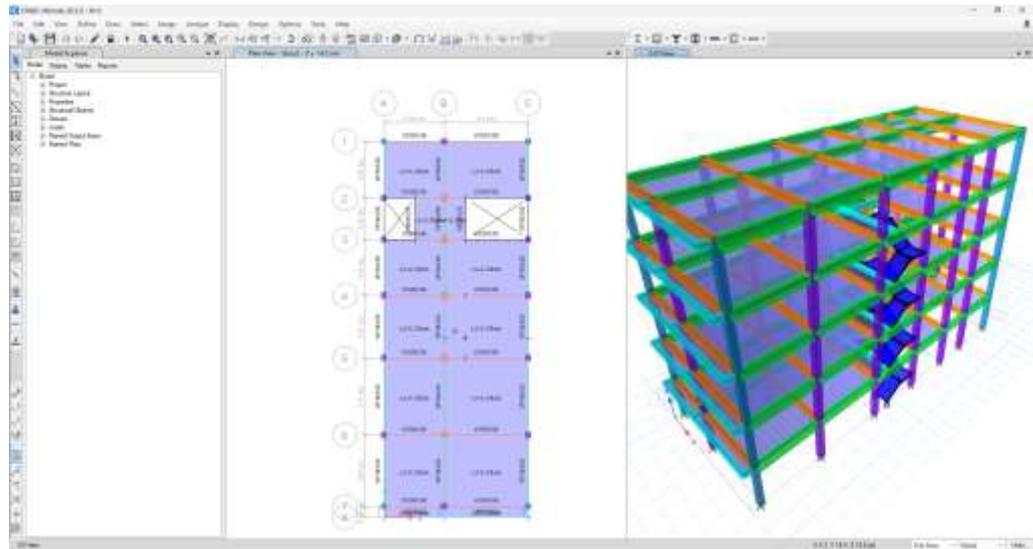
Parámetros de predimensionamiento de CA

FICHA DE PREDIMENSIONAMIENTO			
CONCRETO ARMADO	F'c 280 kg/cm ²	PE 2400 kg/m ³	
ACERO	F'y 4200 kg/cm ²	PE 7800 kg/m ³	
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	CONCRETO ARMADO - TIPO PÓRTICO - MDL		
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	EDIFICACIÓN COMÚN "C"		
ZONA SÍSMICA	Z-2		
TIPO DE SUELO	SUELO INTERMEDIO S2		
CAPACIDAD PORTANTE	3.71 kg/cm ²		
REACCIÓN DEL SUELO	6.5 kg/cm ³		
COLUMNAS CENTRALES	30	X	35
COLUMNAS LATERALES	30	X	35
COLUMNAS DE ESQUINA	30	X	30
VIGA PRINCIPAL	30	X	50
VIGA SECUNDARIA	30	X	30
VIGA DE BORDE	20	X	25
MURO	e= 20 cm		
LOSA ALIGERADA	e= 20 cm Unidireccional		
ESCALERA TÍPICA	e= 17.5 cm		
CARGAS APLICADAS			
CARGA VIVA EN LOSA	250 kg/m ²		
CARGA MUERTA EN LOSA	175 kg/m ²		
CARGA VIVA EN ESCALERA	300 kg/m ²		
CARGA MUERTA EN ESCALERA	100 kg/m ²		
CARGA VIVA DE TECHO	50 kg/m ²		
CARGA MUERTA EN TECHO	110 kg/m ²		
CARGA MUERTA DE MUROS	500 kg/m		
CARGA MUERTA DE PARAPETOS	225 kg/m		

Nota. En la caracterización de la edificación se tomó en cuenta un concreto de resistencia F'c 280 kg/cm², con un acero de resistencia F'y 4200 kg/cm², la composición de la estructura inicialmente se compuso por un sistema de construcción tipo aporricado, al ser un edificio de 5 niveles se categoriza como una edificación tipo común y por su ubicación se determinó que se encuentra en la zona sísmica 2, de la caracterización del suelo se pudo determinar que es un suelo intermedio tipo S2. Con

ello se determinó que las dimensiones preliminares son 30x35, 30x35 y 30x30 cm para columnas centrales, columnas laterales y columnas de esquina, 30x50, 30x30 y 30x25 cm para vigas principales, vigas secundarias y vigas de borde, muros de espesor de 30 cm, losas aligeradas en una dirección de espesor 20 cm y un espesor de escalera de 17.50 cm.

Figura 3
Modelo realizado en ETABS



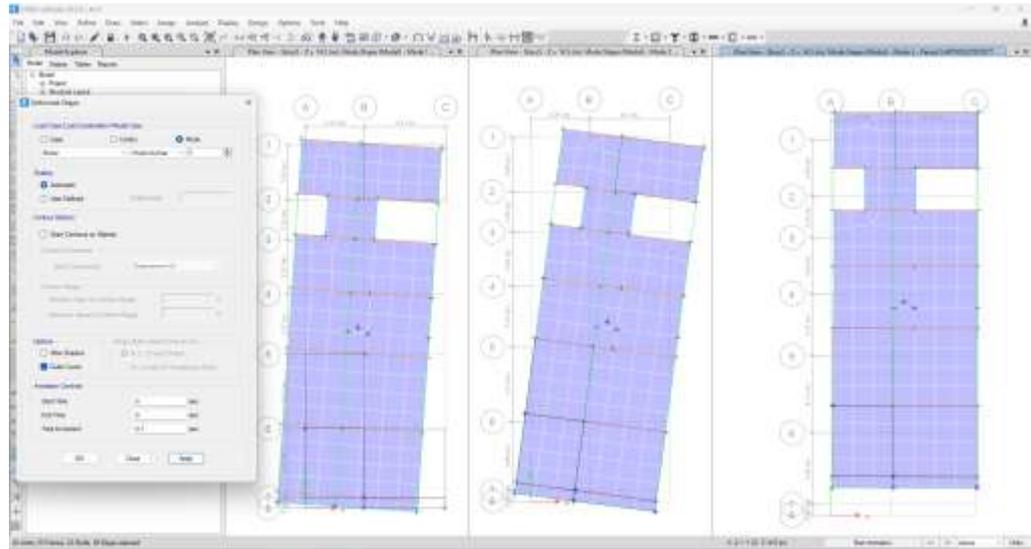
Nota. Modelo de la edificación de 5 niveles con escalera convencional, este modelo inicial se realizó a fin de verificar el comportamiento de los elementos de concreto.

Figura 4
Periodo de vibración de edificación

Case	Mode	Period sec	EE	UY	SE	SurE	SurUY	SurSE	EE	UY	SE	SurEE	SurUY	SurSE
Model	1	0.711	0.0071	0.0034	0	0.0071	0.0034	0	0.0067	0.0294	0.1773	0.0007	0.1304	0.1712
Model	2	0.005	0.1794	0.0033	0	0.0076	0.0086	0	0.0023	0.0363	0.0768	0.0009	0.1739	0.0032
Model	3	0.436	0.0003	0.0019	0	0.0038	0.0011	0	0.1007	0.0012	0.0003	0.1017	0.1717	0.0033
Model	4	0.236	0.0034	0.0032	0	0.0031	0.0033	0	0.0040	0.0444	0.0102	0.1034	0.1710	0.0100
Model	5	0.207	0.0100	0.0034	0	0.0038	0.0077	0	0.0034	0.1239	0.00	0.1009	0.0003	0.0003
Model	6	0.107	0.0003	0.000	0	0.0042	0.0077	0	0.1100	0.0020	0.0003	0.0754	0.042	0.0007
Model	7	0.19	0.0000	0.0000	0	0.012	0.0071	0	0.0000	0.0077	0.0000	0.076	0.0031	0.0000
Model	8	0.120	0.0000	0.0000	0	0.0100	0.0070	0	0.0004	0.0122	0.0074	0.0703	0.0103	0.0000
Model	9	0.100	0.0014	0.0101	0	0.0020	0.017	0	0.0000	0.0102	0.0070	0.0140	0.0100	0.0014
Model	10	0.101	0.000	0.0100	0	0.0010	0.0070	0	0.0100	0.0000	0.001	0.0000	0.0000	0.0000
Model	11	0.090	0.0000	0.0000	0	0.0040	0.0070	0	0.0000	0.0101	0.0107	0.0000	0.000	0.0011
Model	12	0.090	0.0000	0.0000	0	0.0004	0.0070	0	0.0000	0.0104	0.0004	0.0040	0.0004	0.0011
Model	13	0.077	0.0001	0.0100	0	0.0000	0.0070	0	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Model	14	0.073	0.0014	1.421E-05	0	0.0000	0.0070	0	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
Model	15	0.066	0.0001	0.0000	0	0	0	0	0.0040	0.0000	0.0001	0	0	0

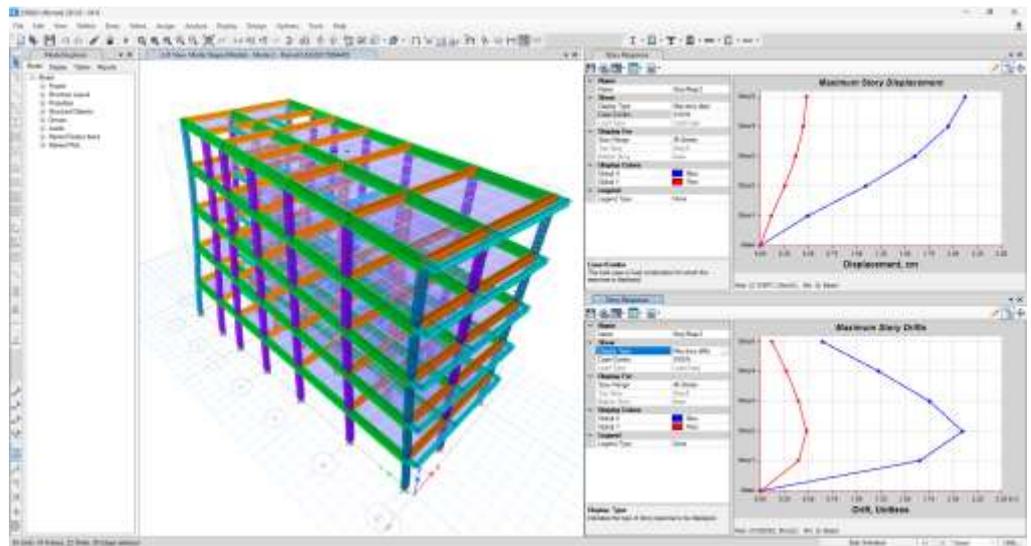
Nota. La edificación fue analizada en 15 modos determinados a partir de los 3 grados de libertad generados por cada entrepiso, en la cual se determinó que el periodo de la edificación es de 0.712 seg.

Figura 5
Comportamientos modales fundamentales



Nota. A partir de la aplicación de los espectros sísmicos que se aplican en la edificación se determinó que el comportamiento de los desplazamientos en el primer modo fueron en el sentido X del 66.71%, en el sentido Y 0.34% y para la rotación en Z fue del 17.72%, en el segundo modo fueron en el sentido X del 83.75%, en el sentido Y 0.56% y para la rotación en Z fue del 85.20% y en el tercer modo fueron en el sentido X del 84.26%, en el sentido Y 86.11% y para la rotación en Z fue del 85.23%.

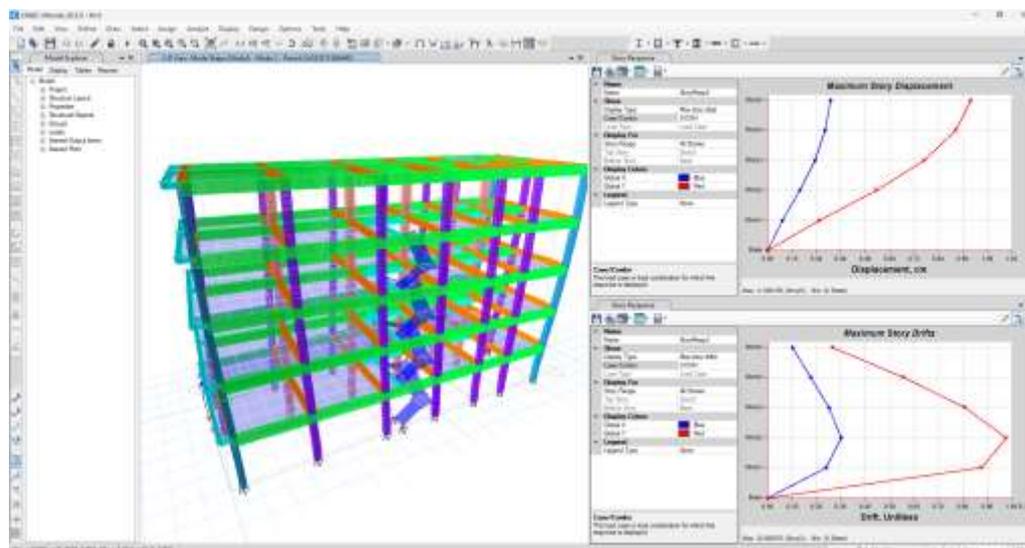
Figura 6
Análisis de derivas y desplazamientos X



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido X del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 2.12 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.002092 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Figura 7

Análisis de derivas y desplazamientos Y



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido X del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 1.00 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000978 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Tabla 4

Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos

DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS			
X			
MÁXIMA DERIVA	0.0142	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	4.13 cm	<	2.03 cm
Y			
MÁXIMA DERIVA	0.0067	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.93 cm	<	2.03 cm

Nota. Del análisis de la edificación en el sentido X de la edificación con los parámetros de diseño sísmico se pudo determinar que la máxima deriva calculada es de 0.0142 dicho valor es superior al límite establecido por la normativa de diseño de concreto armado el cual lo establece en 0.007, para el mismo sentido se pudo determinar que el máximo desplazamiento de entrepiso es de 4.13 cm y se estimó que el límite de desplazamiento de entrepiso para la edificación es de 2.03 cm. Para el análisis de los efectos de desplazamiento y deriva en el sentido Y de la edificación se estimó que la deriva máxima de la edificación es de 0.0067 el cual es menor al límite de 0.007 siendo, pero un valor muy cercano al límite permisible, para el máximo desplazamiento de la edificación se estimó que es de 1.93 cm el cual se encuentra dentro de los límites

estimado en 2.03 cm. Con el análisis inicial de la edificación se pudo determinar que la estructura preliminar requiere de ajustes para optimizar el comportamiento sísmico de la edificación.

4.1.3. MODELO MEJORADO

Tabla 5

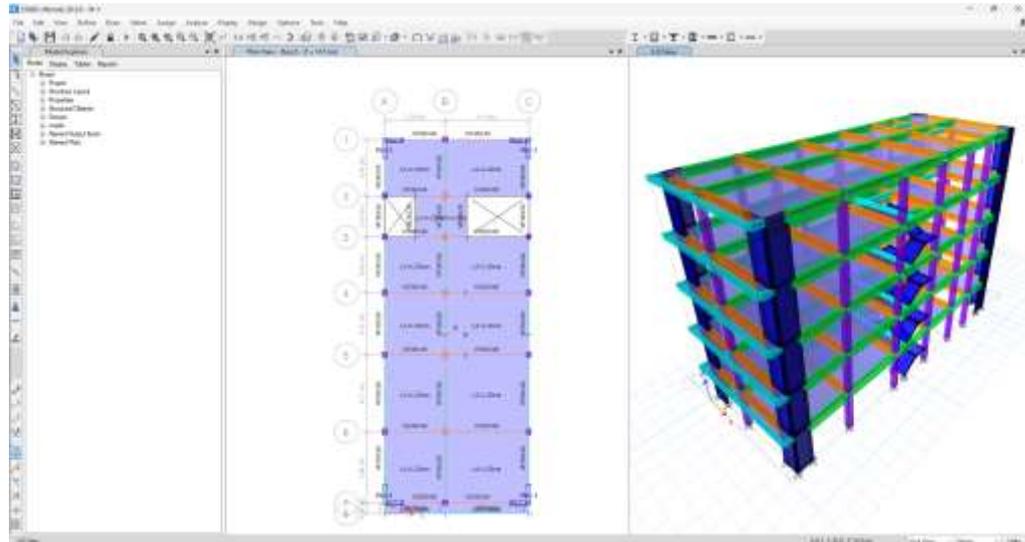
Elementos optimizados

ELEMENTOS ESTRUCTURALES							
ELEMENTO	PREDIMENSIONADO			OPTIMIZADO			
COLUMNAS CENTRALES	30	X	35	30	X	45	
COLUMNAS LATERALES	30	X	35	30	X	35	
COLUMNAS DE ESQUINA	30	X	30	30	X	30	
VIGA PRINCIPAL	30	X	50	30	X	50	
VIGA SECUNDARIA	30	X	30	30	X	40	
VIGA DE BORDE	20	X	25	30	X	25	
MURO	e= 20 cm			e= 20 cm			
LOSA ALIGERADA	e= 20 cm Unidireccional			e= 20 cm Unidireccional			
ESCALERA TÍPICA	e= 17.5 cm			e= 17.5 cm			

Nota. Para el análisis de la edificación se mejoró su estructuración con la inclusión de placas de concreto armado y el redimensionamiento de las columnas centrales 30X45 cm mejorando las secciones de la columna inicialmente planteada, las vigas secundarias se redimensionaron a 30x40 cm, así como la viga de borde el cual fue mejorado a 30x25 cm.

Figura 8

Modelo realizado en ETABS



Nota. Del modelo se pueden evidenciar los cambios más significativos el cual fue la inclusión de placas de concreto armado el cual mejoró el comportamiento rotacional de la edificación.

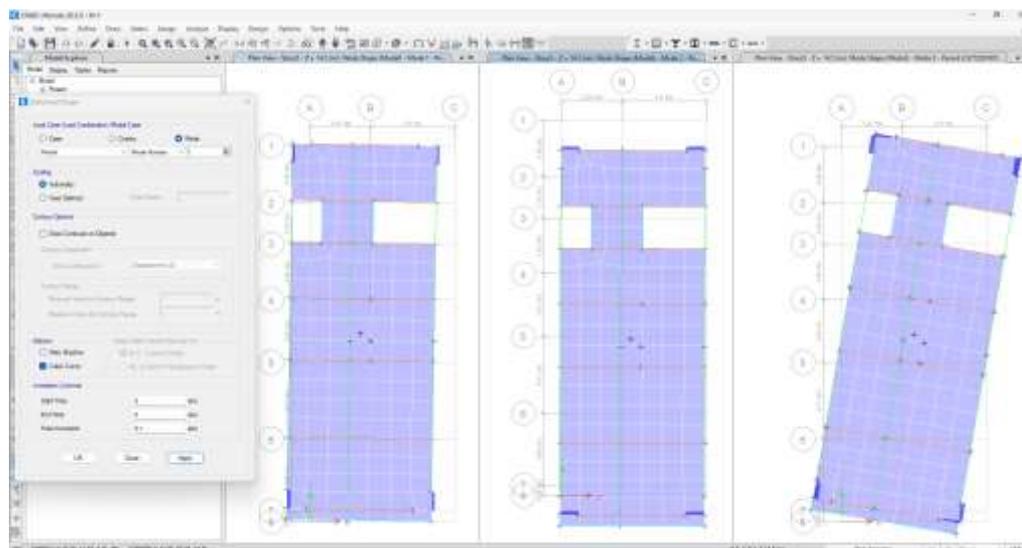
Tabla 6

Periodo de vibración de edificación

Caso	Modo	Periodo (seg)	UX	UY	UZ	SumaX	SumaY	SumaZ	MX	MY	MZ	SumaMX	SumaMY	SumaMZ
Modelo	1	0.465	0.7688	0.0037	0	-0.7688	0.0037	0	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001	0.0001
Modelo	2	0.175	0.003	0.7673	0	0.7716	-0.7664	0	0.0019	0.001	0.0001	0.0019	0.001	0.0001
Modelo	3	0.033	0.0000	2.62E-05	0	0.7784	0.7654	0	2.64E-05	0.0016	0.7407	2.2329	2.2321	0.7503
Modelo	4	0.127	0.1217	0.0002	0	0.0029	-0.1866	0	0.0009	0.0001	0.0001	0.0009	0.0001	0.0001
Modelo	5	0.140	0.0002	0.1177	0	0.0037	0.9129	0	0.0192	0.0007	4.171E-05	0.7173	0.7174	0.7177
Modelo	6	0.086	0.0000	3.305E-05	0	0.0033	0.9129	0	0.0001	0.0023	0.1409	0.7727	0.7407	0.000
Modelo	7	0.267	0.0036	0.0006-06	0	0.0000	-0.9129	0	0.0126-06	0.119	0.0002	0.7120	0.0007	0.0002
Modelo	8	0.09	0.5970-01	0.0437	0	0.0000	0.901	0	0.103	0.0001	1.2000-01	0.0702	0.0000	0.0002
Modelo	9	0.041	0.0001	0.0440E-07	0	0.0017	0.901	0	0	0.0001	0.0000	0.0702	0.000	0.0074
Modelo	10	0.026	0.026	0.022E-26	0	0.000	0.901	0	0.0001	0.0000	0.0001	0.0702	0.0007	0.0075
Modelo	11	0.030	0.0407-01	0.0204	0	0.000	0.0074	0	0.0000	0.0001	0	0.0028	0.0000	0.0075
Modelo	12	0.000	0.0130	0.0001	0	0.0000	0.0075	0	0.0001	0.0007	0	0.003	0.0000	0.0075
Modelo	13	0.020	0.0001	0.0129	0	0.0000	1	0	0.001	0.0002	0.0000-08	0	0.0007	0.0075
Modelo	14	0.023	0.0001	0	0	1	1	0	1.42E-38	0.0002	0.0001	0	0.0000	0.0075
Modelo	15	0.016	0.070E-01	0	0	1	1	0	0	0.0001	0.0121	0	1	1

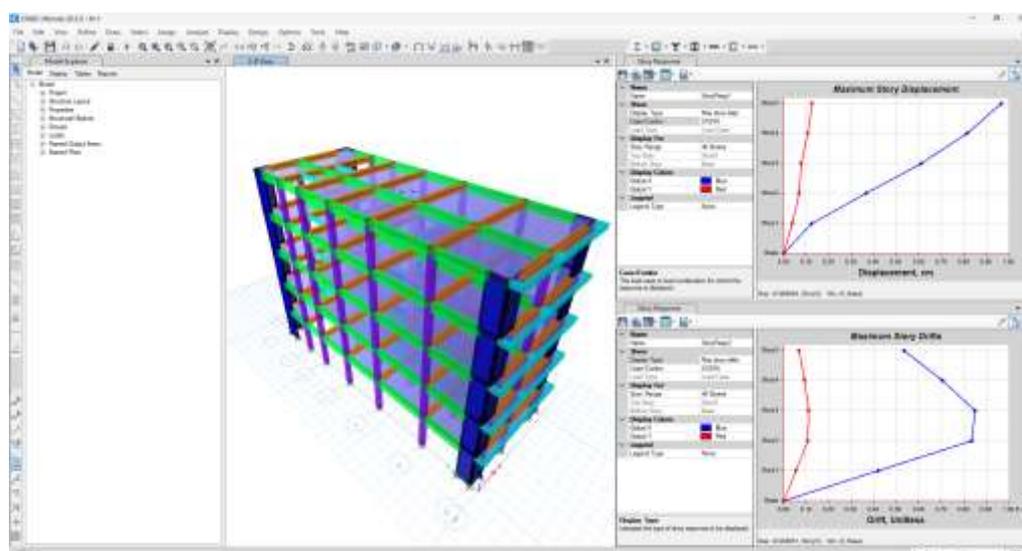
Nota. La edificación fue analizada en 15 modos determinados a partir de los 3 grados de libertad generados por cada entrepiso, en la cual se determinó que el periodo de la edificación es de 0.465 seg.

Figura 9
Comportamientos modales fundamentales



Nota. A partir de la aplicación de los espectros sísmicos que se aplican en la edificación se determinó que el comportamiento de los desplazamientos en el primer modo fueron en el sentido X del 76.86%, en el sentido Y 0.31% y para la rotación en Z fue del 0.65%, en el segundo modo fueron en el sentido X del 77.16%, en el sentido Y 79.54% y para la rotación en Z fue del 0.66% y en el tercer modo fueron en el sentido X del 77.84%, en el sentido Y 79.54% y para la rotación en Z fue del 75.63%.

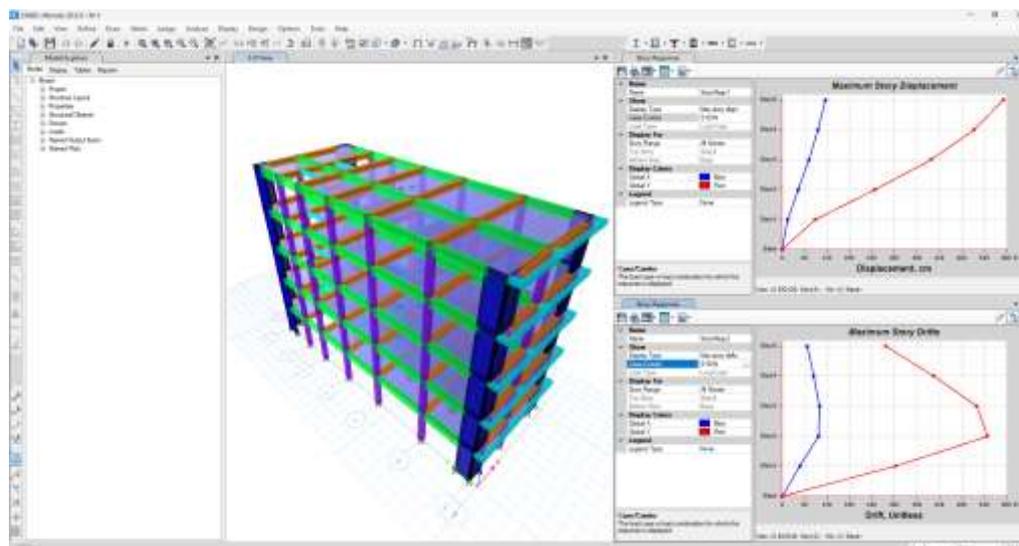
Figura 10
Análisis de derivas y desplazamientos X



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido X del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 0.966 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000851 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Figura 11

Análisis de derivas y desplazamientos Y



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido X del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 0.59 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000549 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Tabla 7

Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos

DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS			
X			
MÁXIMA DERIVA	0.0059	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.72 cm	<	2.03 cm
Y			
MÁXIMA DERIVA	0.0039	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.14 cm	<	2.03 cm

Nota. Del análisis de la edificación en el sentido X de la edificación con los parámetros de diseño sísmico se pudo determinar que la máxima deriva calculada es de 0.0059 dicho valor es superior al límite establecido por la normativa de diseño de concreto armado el cual lo establece en 0.007, para el mismo sentido se pudo determinar que el máximo desplazamiento de entrepiso es de 1.72 cm y se estimó que el límite de desplazamiento de entrepiso para la edificación es de 2.03 cm. Para el análisis de los efectos de desplazamiento y deriva en el sentido Y de la edificación se estimó que la deriva máxima de la edificación es de 0.0039 el cual es menor al límite de 0.007 siendo, pero un valor muy cercano al límite permisible, para el máximo desplazamiento de la

edificación se estimó que es de 1.14 cm el cual se encuentra dentro de los límites estimado en 2.03 cm.

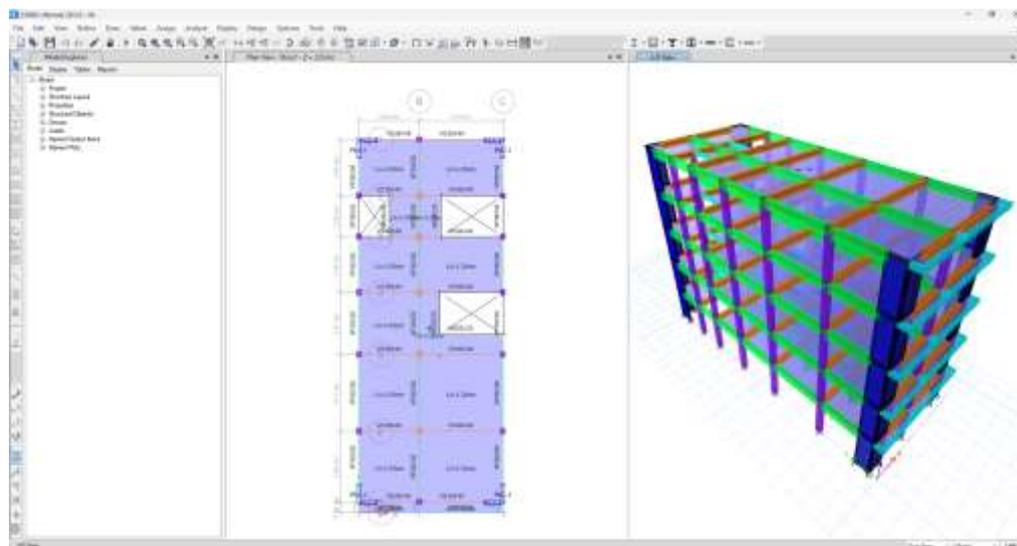
Con la optimización de los elementos estructurales se pudo mejorar los desplazamientos modales tal cual lo exige la normativa peruana de análisis sismo resistente, de este modelo se partió para el análisis de la escalera en tipo espiral y las escaleras convencionales. Ambos modelos fueron comparados con la finalidad de establecer si hay o no una relación directa entre la estructuración de las escaleras con el comportamiento sísmico de la edificación.

4.1.4. MODELO SIN ESCALERAS

Un parámetro comparativo que se tomó en cuenta en la investigación es el análisis sísmico de la edificación elaborada sin la presencia de la escalera convencional a fin de determinar en qué manera influyen los efectos de la escalera en el comportamiento estructura de la edificación.

Figura 12

Modelo ETABS sin escalera



Nota. La realización de un modelo sin escalera se realizó con la finalidad de determinar el comportamiento de la edificación sin la presencia de una escalera que mejore o perjudique la rigidez de la edificación, en dicho modelo se determinaron los siguientes resultados.

Figura 13

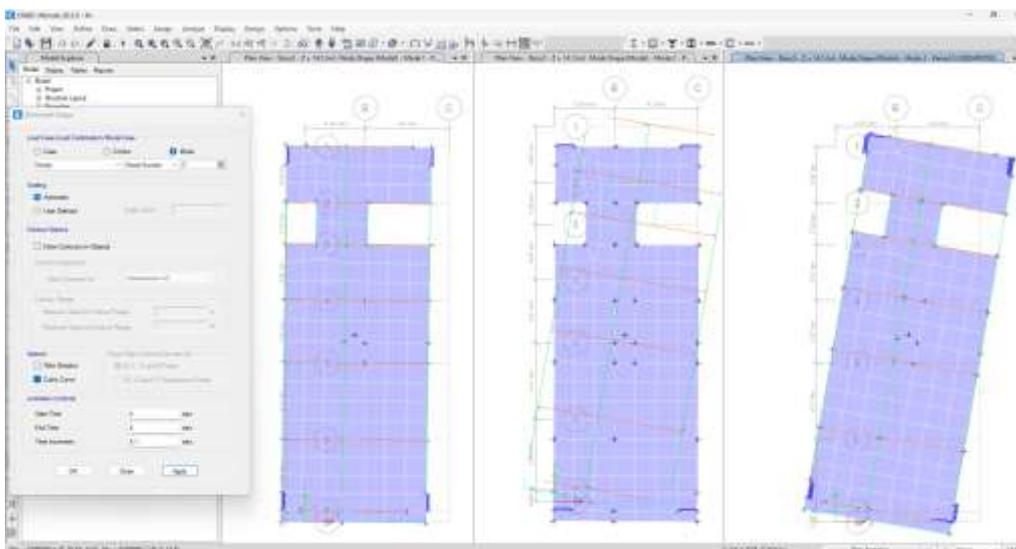
Periodo de vibración de edificación

Case	Mode	Period [sec]	SR	UX	UY	UZ	SumRX	SumRY	SumRZ	MR	MY	MZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Mode1	1	0.485	0.771	2.421E-05	0	0.771	2.421E-05	0	0.602E-08	0.2479	0.9998	0.0002	0.0002	0.2479	0.9998
Mode2	2	0.556	0.0001	0.7937	0	0.791	0.7937	0	0.2281	1.043E-05	0.0008	0.0001	0.2479	0.9995	0.0005
Mode3	3	0.556	0.0003	0.001	0	0.7988	0.7988	0	0.0002	0.0011	0.7987	0.0001	0.2488	0.9999	0.0001
Mode4	4	0.139	0.139	2.448E-06	0	0.0023	0.7949	0	7.47E-08	0.0002	0.0008	0.0001	0.2489	0.7479	0.757
Mode5	5	0.176	0.207E-04	0.118	0	0.0023	0.8128	0	0.0021	1.411E-03	0.0008	0.0001	0.2492	0.7479	0.757
Mode6	6	0.289	0.0001	0.1029	0	0.0023	0.8128	0	0.0002	0.0023	0.101	0.0001	0.2492	0.7479	0.757
Mode7	7	0.087	0.0039	0	0	0.0463	0.8128	0	0	0.1469	0.0002	0.0001	0.2492	0.9999	0.0001
Mode8	8	0.36	0	0.644	0	0.0004	0.8008	0	0.122	0	0.004E-08	0.0001	0.2492	0.9999	0.0001
Mode9	9	0.041	0.0001	2.459E-06	0	0.0001	0.8008	0	7.928E-08	0.0002	0.0002	0.0001	0.2492	0.9999	0.0001
Mode10	10	0.039	0.0001	0	0	0.0001	0.8008	0	0	0.0012	4.322E-06	0.0001	0.2492	0.9999	0.0001
Mode11	11	0.039	0	0.0001	0	0.0001	0.8008	0	0.0012	0	3.017E-06	0.0001	0.2492	0.9999	0.0001
Mode12	12	0.039	0.0001	0.0001	0	0.0001	0.8008	0	3.017E-06	0.0011	0.0001	0.0001	0.2492	0.9999	0.0001
Mode13	13	0.002	1.167E-04	0.8127	0	0.0003	0	0	0.0077	3.473E-06	0	0	0.0001	0.9999	0.0001
Mode14	14	0.002	0.0001	1.228E-06	0	0	0	0	0.014E-08	0.0002	0.0002	0	0.0001	0.9999	0.0001
Mode15	15	0.002	0.14E-04	1.095E-07	0	0	0	0	2.278E-08	0.0001	0.0012	0	0	0	0

Nota. La edificación fue analizada en 15 modos determinados a partir de los 3 grados de libertad generados por cada entrespiso, en la cual se determinó que el periodo de la edificación es de 0.485 seg.

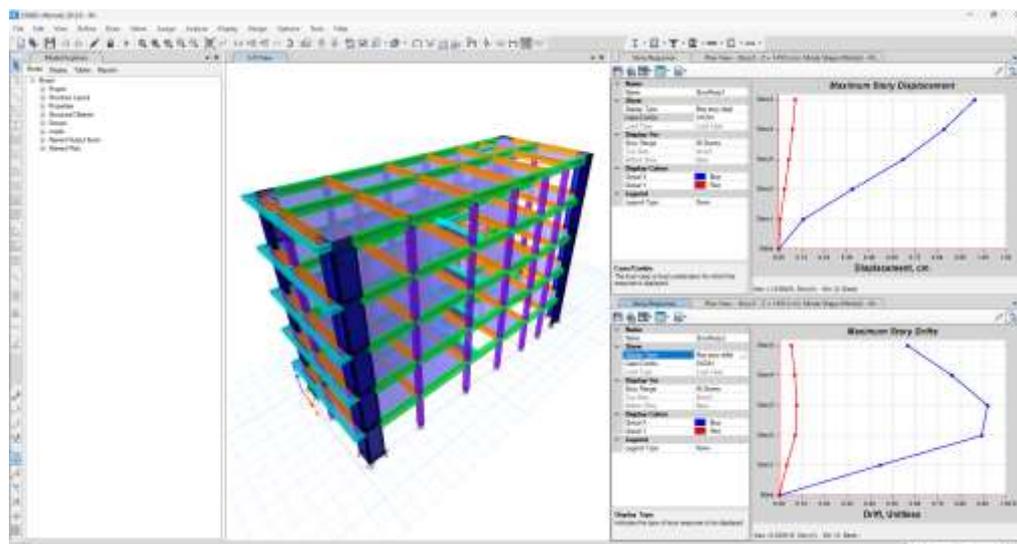
Figura 14

Comportamientos modales fundamentales



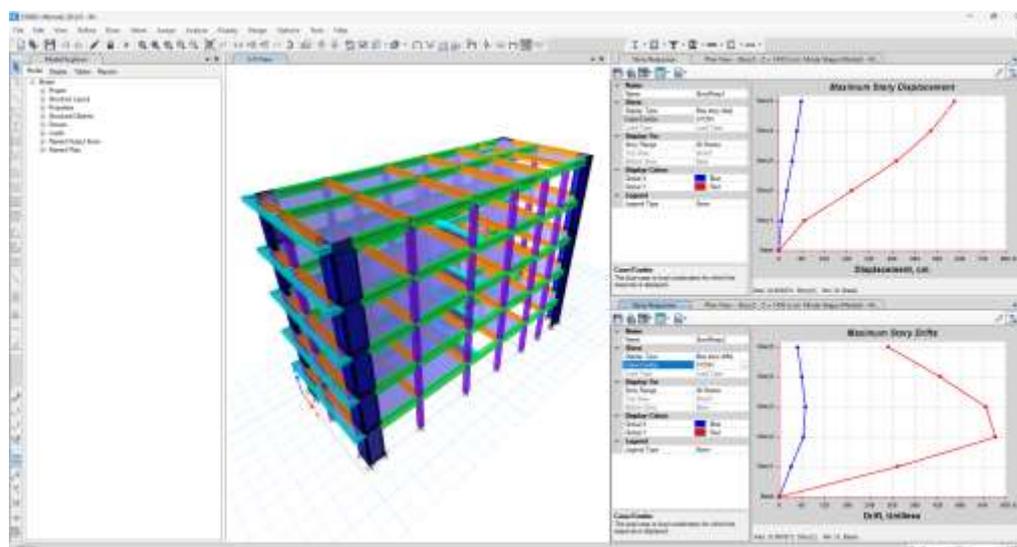
Nota. A partir de la aplicación de los espectros sísmicos que se aplican en la edificación se determinó que el comportamiento de los desplazamientos en el primer modo fueron en el sentido X del 77.10%, en el sentido Y 0.002% y para la rotación en Z fue del 0.56%, en el segundo modo fueron en el sentido X del 77.10%, en el sentido Y 79.37% y para la rotación en Z fue del 0.65% y en el tercer modo fueron en el sentido X del 77.68%, en el sentido Y 79.48% y para la rotación en Z fue del 75.62%.

Figura 15
Análisis de derivas y desplazamientos X



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido X del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 1.03 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000919 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Figura 16
Análisis de derivas y desplazamientos Y



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido Y del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 0.62 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000573 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Tabla 8*Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos*

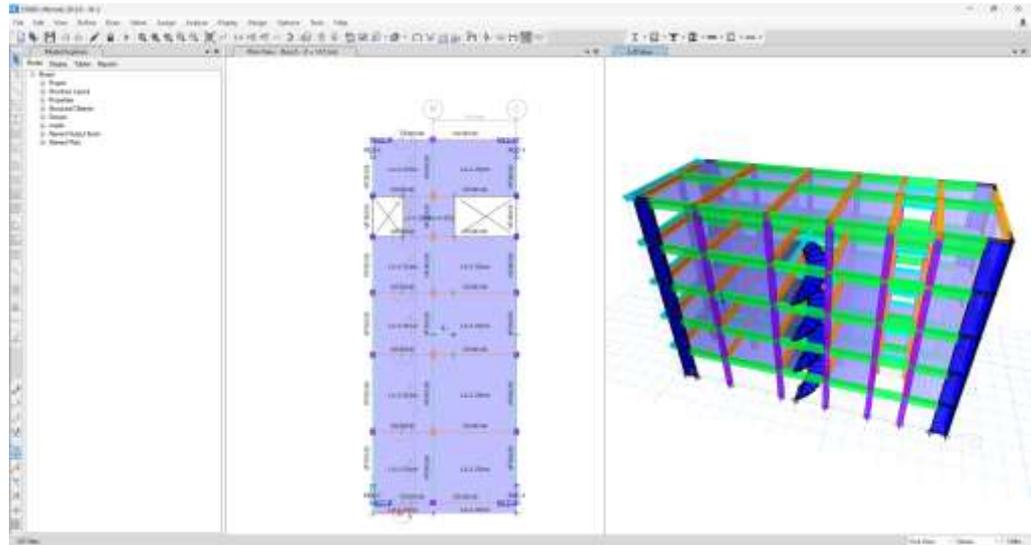
DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS			
X			
MÁXIMA DERIVA	0.0062	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.81 cm	<	2.03 cm
Y			
MÁXIMA DERIVA	0.0039	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.13 cm	<	2.03 cm

Nota. Del análisis de la edificación en el sentido X de la edificación con los parámetros de diseño sísmico se pudo determinar que la máxima deriva calculada es de 0.0062 dicho valor es superior al límite establecido por la normativa de diseño de concreto armado el cual lo establece en 0.007, para el mismo sentido se pudo determinar que el máximo desplazamiento de entrepiso es de 1.81 cm y se estimó que el límite de desplazamiento de entrepiso para la edificación es de 2.03 cm. Para el análisis de los efectos de desplazamiento y deriva en el sentido Y de la edificación se estimó que la deriva máxima de la edificación es de 0.0039 el cual es menor al límite de 0.007 siendo, pero un valor muy cercano al límite permisible, para el máximo desplazamiento de la edificación se estimó que es de 1.13 cm el cual se encuentra dentro de los límites estimado en 2.03 cm.

4.1.5. MODELO CON ESCALERAS EN ESPIRAL

El modelo de escalera helicoidal fue diseñado con un ancho de 1.20 m a partir del cual conecta los entre pisos de la edificación.

Figura 17
Modelo ETABS espiral



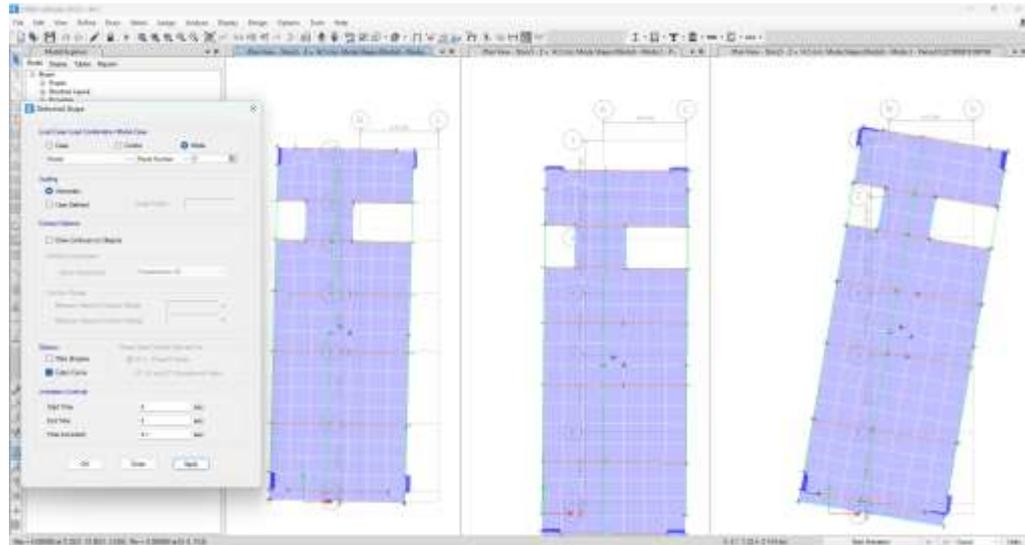
Nota. La realización de un modelo sin escalera se realizó con la finalidad de determinar el comportamiento de la edificación con la composición de una escalera helicoidal en la edificación.

Figura 18
Periodo de vibración de edificación

Case	Mode	Period (sec)	FX	FY	FZ	SumMX	SumMY	SumMZ	RM	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Model	1	0.470	0.1750	0.1750	0	0.1750	0.1750	0	0.2500	0.2500	0	0.2500	0.2500	0.2500
Model	2	2.109	3.645E-02	0.7630	0	0.1750	0.7630	0	0.2333	0.3632	0	0.0990	0.2333	0.2497
Model	3	2.628	0.0073	0.0017	0	0.1750	0.7647	0	0.0020	0.0021	0.7462	0.2338	0.2318	0.1561
Model	4	0.170	0.1240	0.0101	0	0.0020	0.7647	0	0	0.4954	0.0000	0.2325	0.1471	0.1727
Model	5	0.117	1.301E-06	0.116	0	0.0020	0.0127	0	0.541	0.001E-06	0.0001	0.1738	0.1471	0.1727
Model	6	0.099	0.0000	0.0001	0	0.0020	0.0127	0	0.0000	0.0020	0.1489	0.1738	0.1489	0.0000
Model	7	0.097	0.0030	0	0	0.0000	0.0127	0	0.0000	0.1157	0.0000	0.1739	0.0000	0.0000
Model	8	0.26	0	0.2491	0	0.0000	0.0000	0	0.1814	0	1.243E-05	0.0750	0.0000	0.0000
Model	9	0.041	0.0001	1.000E-05	0	0.0000	0.0000	0	4.233E-05	0.0000	0.0000	0.0750	0.0000	0.0000
Model	10	0.038	0.0001	0	0	0.0000	0.0000	0	0	0.0000	0.0000	0.0750	0.0000	0.0000
Model	11	0.037	0	0.0000	0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Model	12	0.028	0.0130	0.0130	0	0.0000	0.0000	0	2.570E-05	0.041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Model	13	0.025	-0.010E-06	0.0127	0	0.0000	0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
Model	14	0.020	0.0000	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000
Model	15	0.019	0.012E-05	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0121	0	0	0

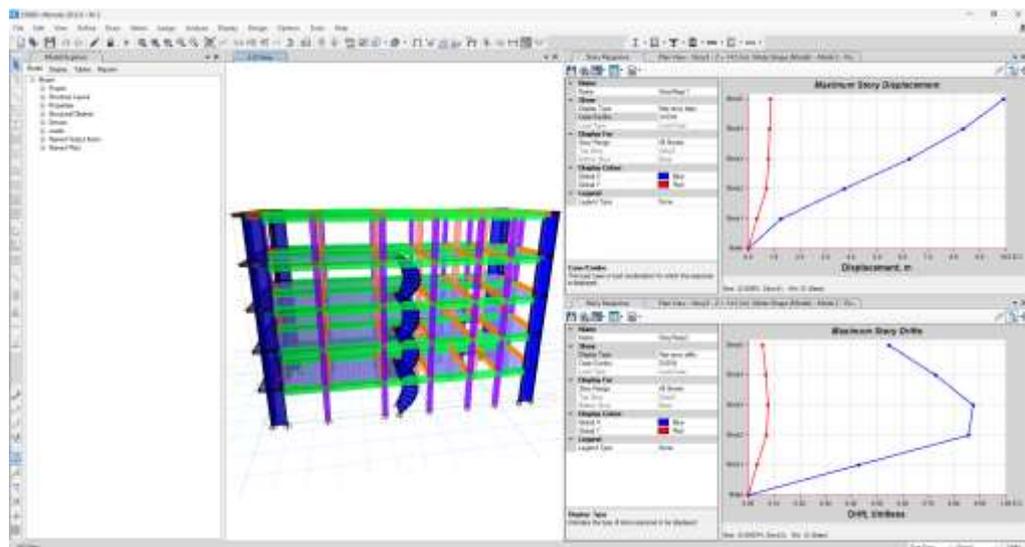
Nota. La edificación fue analizada en 15 modos determinados a partir de los 3 grados de libertad generados por cada entrepiso, en la cual se determinó que el periodo de la edificación es de 0.470 seg.

Figura 19
Comportamientos modales fundamentales



Nota. A partir de la aplicación de los espectros sísmicos que se aplican en la edificación se determinó que el comportamiento de los desplazamientos en el primer modo fueron en el sentido X del 77.05%, en el sentido Y 0.006% y para la rotación en Z fue del 0.70%, en el segundo modo fueron en el sentido X del 77.05%, en el sentido Y 79.36% y para la rotación en Z fue del 0.79% y en el tercer modo fueron en el sentido X del 90.26%, en el sentido Y 79.47% y para la rotación en Z fue del 75.61%.

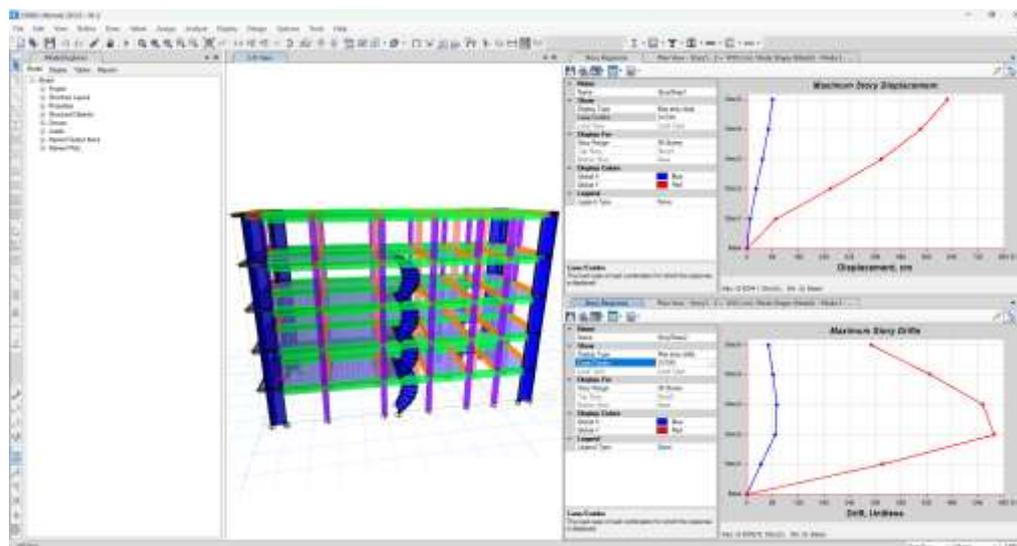
Figura 20
Análisis de derivas y desplazamientos X



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido X del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 0.99 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000874 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Figura 21

Análisis de derivas y desplazamientos Y



Nota. Con el análisis de derivas y desplazamientos de la edificación se determinó que en el sentido Y del espectro de sismo el máximo desplazamiento se presentó en el piso 5 de la edificación con un desplazamiento de 0.62 cm y una deriva en el mismo sentido de 0.000578 presentado en el segundo nivel de la edificación.

Tabla 9

Comportamiento de máximas derivas y desplazamientos

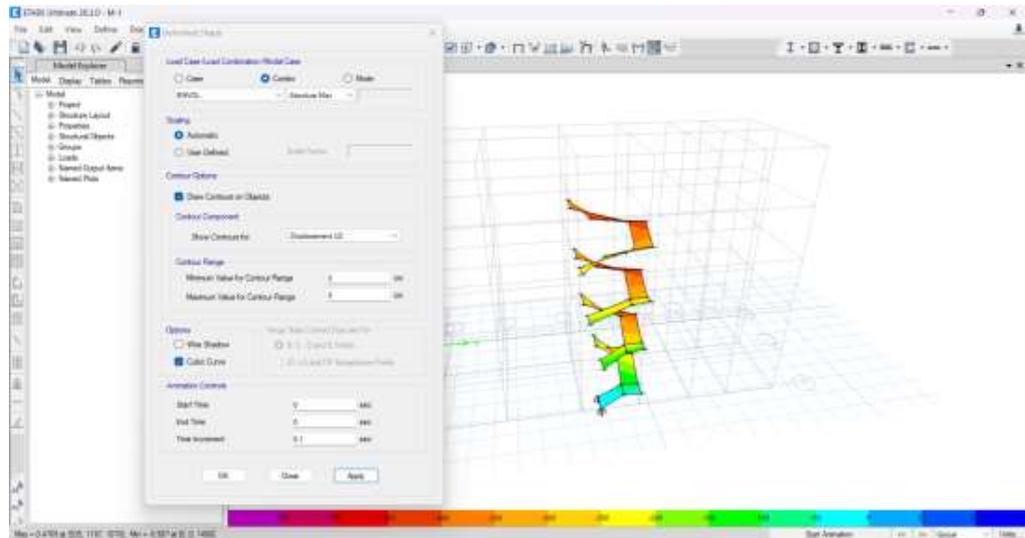
DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS			
X			
MÁXIMA DERIVA	0.0058	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.68 cm	<	2.03 cm
Y			
MÁXIMA DERIVA	0.0037	<	0.007
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO	1.08 cm	<	2.03 cm

Nota. Del análisis de la edificación en el sentido X de la edificación con los parámetros de diseño sísmico se pudo determinar que la máxima deriva calculada es de 0.0058 dicho valor es superior al límite establecido por la normativa de diseño de concreto armado el cual lo establece en 0.007, para el mismo sentido se pudo determinar que el máximo desplazamiento de entrepiso es de 1.68 cm y se estimó que el límite de desplazamiento de entrepiso para la edificación es de 2.03 cm. Para el análisis de los efectos de desplazamiento y deriva en el sentido Y de la edificación se estimó que la deriva máxima de la edificación es de 0.0037 el cual es menor al límite de 0.007 siendo, pero un valor muy cercano al límite permisible, para el máximo desplazamiento de la edificación se estimó que es de 1.08 cm el cual se encuentra dentro de los límites estimado en 2.03 cm.

4.1.6. ANÁLISIS DE MOMENTOS Y CORTANTE EN ESCALERAS

Figura 22

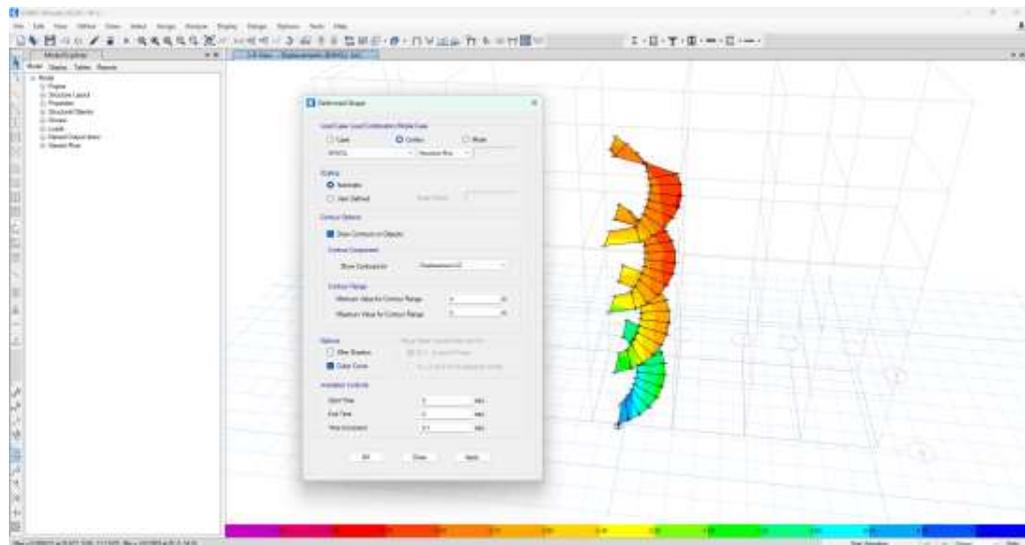
Momentos de escalera convencional



Nota. Del análisis de la escalera típica en desplazamientos se determinó que los traslados máximos fueron de 5.00 cm en su estado más crítico generándose así un traslado no tan crítico, pero si considerable en su desplazamiento.

Figura 23

Momentos de escalera espiral



Nota. Del análisis de la escalera helicoidal en desplazamientos se determinó que los traslados máximos fueron de 4.00 cm en su estado más crítico generándose así un traslado no tan crítico, pero si considerable en su desplazamiento. Se pudo determinar que los desplazamientos más críticos se generan en las zonas perimetrales de su estructuración.

4.1.7. COMPARACIÓN DE MODELOS

Tabla 10

Análisis comparativo de sistemas

COMPARATIVA DE MODELOS			
	MOD. CON ESCALERA ESPIRAL	MOD. SIN ESCALERA	MOD. CON ESCALERA CONVENCIONAL
DESPLAZAMIENTO X	1.68 cm	1.81 cm	1.72 cm
DESPLAZAMIENTO Y	1.08 cm	1.13 cm	1.14 cm
DERIVA EN X	0.0058	0.0062	0.0059
DERIVA EN Y	0.0037	0.0039	0.0039

Nota. De los comportamientos sísmicos analizados en los resultados se determinó que los desplazamientos menores se da con la presencia de las escaleras espirales para el cual se determinó que el desplazamiento de X es de 1.68 cm, en Y es de 1.08 cm, la deriva en X es de 0.0058 y la deriva en Y estimada es de 0.0037, para el modelo sin escalera se estimó un desplazamiento en X de 1.81 cm, en Y 1.13 cm, las derivas en X fue de 0.0062 y las derivas en Y de 0.0039, para el modelo con la escalera convencional se estimó que el desplazamiento en X es de 1.72 cm, en Y es de 1.14 cm, la deriva en X es de 0.0059 y la deriva en Y es de 0.0039.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

H_p: La implementación de una escalera helicoidal mejora el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.

Tabla 11

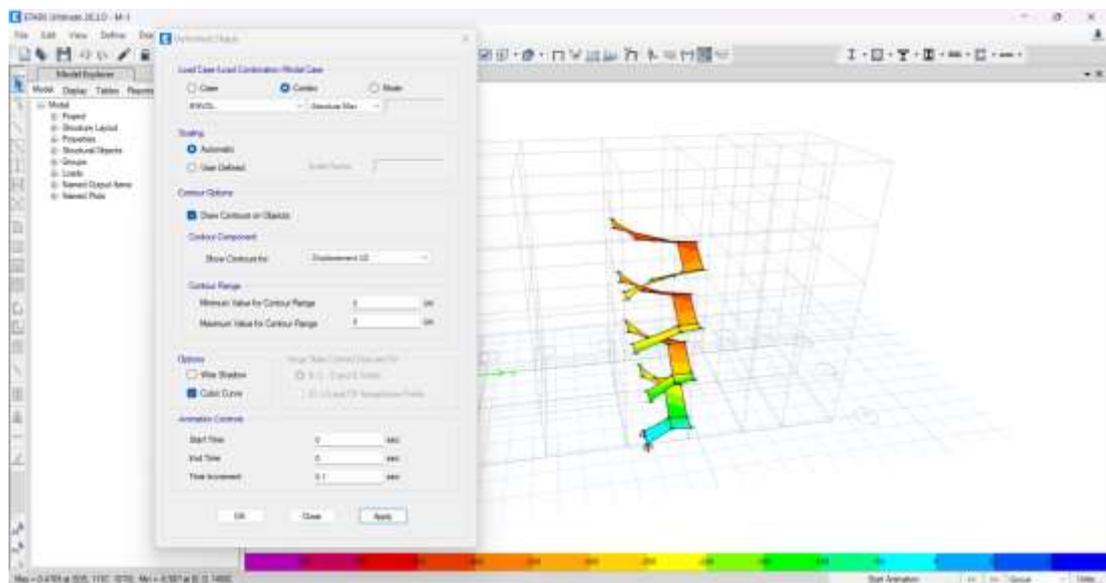
Análisis comparativo de sistemas

COMPARATIVA DE MODELOS			
	MOD. CON ESCALERA ESPIRAL	MOD. SIN ESCALERA	MOD. CON ESCALERA CONVENCIONAL
DESPLAZAMIENTO X	1.68 cm	1.81 cm	1.72 cm
DESPLAZAMIENTO Y	1.08 cm	1.13 cm	1.14 cm
DERIVA EN X	0.0058	0.0062	0.0059
DERIVA EN Y	0.0037	0.0039	0.0039

Del análisis de los comportamientos sísmicos obtenidos en los resultados, se concluyó que los desplazamientos menores ocurren con la presencia de escaleras espirales. En este caso, el desplazamiento en X es de 1.68 cm y en Y es de 1.08 cm, con una deriva en X de 0.0058 y en Y de 0.0037. Para el modelo sin escalera, se estimó un desplazamiento en X de 1.81 cm y en Y de 1.13 cm, con una deriva en X de 0.0062 y en Y de 0.0039. En el modelo con escalera convencional, se estimó un desplazamiento en X de 1.72 cm y en Y de 1.14 cm, con una deriva en X de 0.0059 y en Y de 0.0039.

Figura 24

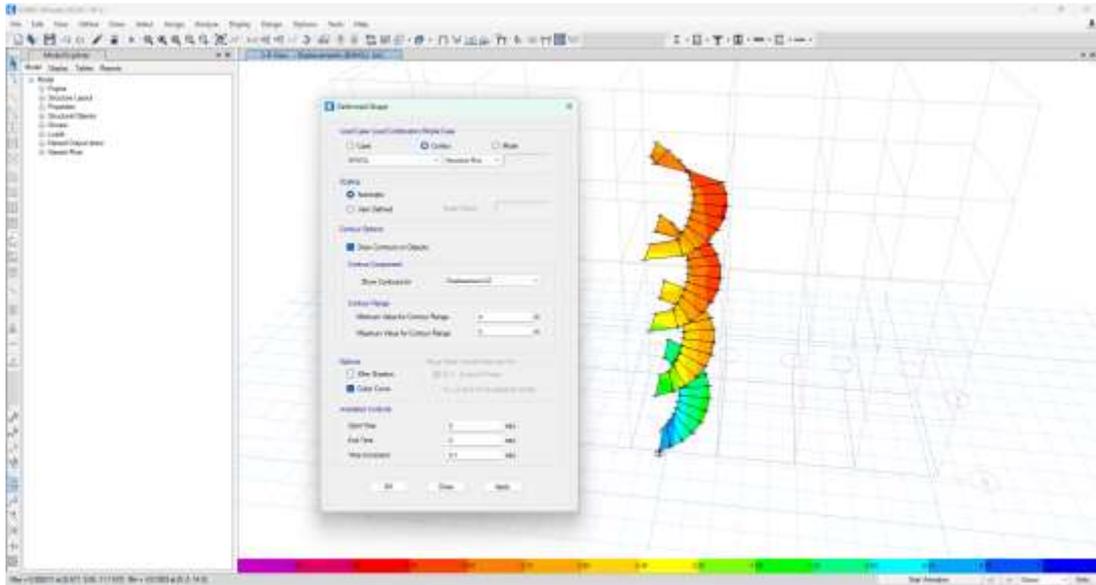
Momentos de escalera convencional



Del análisis de la escalera típica en términos de desplazamientos, se determinó que los traslados máximos alcanzaron los 5.00 cm en su estado más crítico. Aunque no se consideró un desplazamiento extremadamente crítico, sí es significativo.

Figura 25

Momentos de escalera espiral



Del análisis de la escalera típica en términos de desplazamientos, se concluyó que los traslados máximos alcanzaron los 4.00 cm en su estado más crítico. Aunque este desplazamiento no se considera extremadamente crítico, sí es significativo. Además, se determinó que los desplazamientos más críticos ocurren en las zonas perimetrales de su estructura.

Con la presentación de los resultados más relevantes de la investigación se pudo concluir y acertar la hipótesis de que la escalera helicoidal mejor en cierta forma los desplazamientos de la edificación haciendo un poco más flexive en su comportamiento y mejorando sus reacciones estructurales, con dicho resultado se puede concluir que la hipótesis es verdadera.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De lo obtenido por Martínez (2019), dentro de los dispositivos de disipación de energía, se opta por los disipadores debido a sus ventajas sobre los aisladores de base. Estos disipadores pueden aplicarse a edificios de cualquier altura sin alterar significativamente el periodo de la estructura, y su instalación es más práctica, ya que puede realizarse de manera gradual conforme avanza la construcción. Entre los distintos tipos de disipadores, se prefieren los disipadores a fricción, los cuales han demostrado su eficacia en varios proyectos de reforzamiento estructural en Colombia, como el Hospital Tunal, la Clínica Fray Bartolomé de las Casas y la Fundación Clínica Valle de Lili, entre otros. Estos disipadores ofrecen varias ventajas: son capaces de disipar más energía por ciclo, su desempeño no depende de las condiciones ambientales, su diseño se asemeja a un arriostramiento diagonal y no requieren reemplazo tras un evento sísmico. En comparación con lo determinado en la presente investigación es que a diferencia de la utilización de disipadores en este proceso se aplicó una modificación en la estructuración de las escaleras de la edificación, con lo cual si mejora el comportamiento si bien los resultados de mejora no son significativos flexibiliza de mejor manera la edificación frente a efectos de sismo.

Con lo determinado por Pérez (2019), el diseño de una edificación con aislamiento de base garantiza que la estructura mantenga su funcionalidad tanto durante como después de un sismo. Aunque los aisladores incrementan los costos iniciales, este gasto debe considerarse una inversión a largo plazo, ya que reduce los costos futuros de reparación de los elementos estructurales, no estructurales y del contenido de la edificación. En la presente investigación partiendo del análisis económico se pudo determinar que los comportamientos sísmicos en comparación con los aisladores de base no son similares esto debido a que la estructuración de una edificación aislada desde la base es más optima en la edificación de un edificio, sin embargo la aplicación de aisladores como se concluye son caros en el momento en que se requiera de su aplicación más aún si la edificación se compone de más de 07 niveles, sin

embargo como la edificación analizada es de menores pisos es mejor reestructurar la edificación para q tengo un comportamiento más flexible frente a sismos de diferentes intensidades.

CONCLUSIONES

Con la estructuración de una escalera helicoidal en reemplazo de una escalera típica se genera una mejora en la flexibilidad de la edificación, así como en la disminución de los periodos de vibración de la edificación.

Del análisis de los comportamientos sísmicos obtenidos en los resultados, se concluyó que los desplazamientos menores ocurren con la presencia de escaleras espirales. En este caso, el desplazamiento en X es de 1.68 cm y en Y es de 1.08 cm, con una deriva en X de 0.0058 y en Y de 0.0037. Para el modelo sin escalera, se estimó un desplazamiento en X de 1.81 cm y en Y de 1.13 cm, con una deriva en X de 0.0062 y en Y de 0.0039. En el modelo con escalera convencional, se estimó un desplazamiento en X de 1.72 cm y en Y de 1.14 cm, con una deriva en X de 0.0059 y en Y de 0.0039.

Del análisis de la escalera helicoidal en desplazamientos se determinó que los traslados máximos fueron de 4.00 cm en su estado más crítico generándose así un traslado no tan crítico, pero si considerable en su desplazamiento. Se pudo determinar que los desplazamientos más críticos se generan en las zonas perimetrales de su estructuración.

La estructuración de una edificación con una escalera helicoidal genera menos costos debido a que el material de concreto es menor a los que se genera con la estructuración de una escalera típica.

RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar el diseño de escaleras helicoidales en nuevos proyectos de construcción o en renovaciones, para mejorar la flexibilidad y reducir los periodos de vibración de las edificaciones, contribuyendo así a una mayor resistencia y estabilidad estructural.

Se sugiere la implementación de escaleras espirales en edificaciones en zonas sísmicas, ya que estas muestran menores desplazamientos y derivas frente a movimientos sísmicos en comparación con otros modelos de escaleras o estructuras sin escaleras.

Al diseñar y estructurar escaleras helicoidales, es crucial reforzar y monitorear las zonas perimetrales, donde se generan los desplazamientos más críticos, para asegurar la integridad y seguridad de la edificación en su conjunto.

Optar por la implementación de escaleras helicoidales puede ser una estrategia económica para proyectos de construcción, ya que permite reducir los costos de material sin comprometer la funcionalidad y la seguridad de la edificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Costafreda, Parra y Calvo. (2010). *MATERIALES DE CONSTRUCCION: CRITERIOS Y SOSTINIBILIDAD Y DESARROLLO*. Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción: https://oa.upm.es/11669/2/Materiales_de_construcci%C3%B3n.Criterios_de_sostenibilidad_y_desarrollo.pdf.
- Cueva Gonzales, J. (2018). *"Diseño y Construcción de Escaleras Helicoidales"*. LIMA: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- E.020. (2018). *Cargas*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. doi:<https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
- E.060. (2018). *Concreto armado*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. doi:http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Escobar Hinojosa, L. (2018). *"Diseño Estructural de Escaleras: Aspectos Prácticos y Teóricos"*. LIMA: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Flores Cárdenas, G. (2016). *"Resistencia de Materiales Aplicada: Estructuras de Concreto Armado"*. LIMA: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Gómez Cruz, R. (2019). *"Comportamiento Estructural de Escaleras Helicoidales: Análisis y Diseño"*. LIMA: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Gutiérrez Ramírez, R. (2017). *"Escaleras: Funcionalidad y Estética en el Diseño Arquitectónico"*. LIMA: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Huamán Mamani, G. (2019). *"Cargas actuantes en estructuras de concreto armado y madera"*. AREQUIPA: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Huayllani, G. P. (2019). *Diseño estructural de edificio educativo de concreto armado*. Pontificia Universidad Católica del Perú: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14302>.

- Lee, Y., & Lee, K. (2019). Factores relacionados con el estado de fumador entre adultos jóvenes: Un análisis de adultos jóvenes más jóvenes y mayores en Corea. *Journal of Preventive Medicine & Public Health*, 92-100.
- Martinez, D. (2019). *Análisis de viabilidad técnica del sistema de resistencia sísmica de un edificio de siete pisos con y sin dispositivos de disipación de energía y sus costos de implementación*. Universidad la Gran Colombia.
- Pérez, B. (2019). *Análisis comparativo de comportamiento y costos de una estructura convencional y una estructura con aislamiento de base*. Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua.
- RNE. (2019). *NORMA E.030*. Obtenido de NORMA E.030: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
- Rodas, A. H. (2014). *ESTRUCTURAS 1*. Gráficas del Sur: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/693803.pdf>.
doi:file:///C:/Users/Esteban%20Jara/OneDrive/Escritorio/Dialnet-Estructuras1ApuntesDeClase-693803.pdf
- Rojas Guerra, R. (2020). *"Diseño de Estructuras de Concreto Armado: Criterios de Seguridad y Estabilidad"*. LIMA: Universidad de Lima.
- Salazar Ramos, M. (2020). *"Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones"*. LIMA: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Salazar Ramos, M. (2020). *"Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones"*. LIMA: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Saldana, J. (2021). *El Manual de Codificación para Investigadores Cualitativos (7ma ed.)*. Sage Publications. .
- Soto, S. J. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESCALERAS HELICOIDALES CON APOYO CENTRAL DE CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES*. Universidad Peruana los Andes.

doi:https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1277/T037_46098173_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Torres Alcántara, C. (2019). *"Escaleras Helicoidales: Diseño y Construcción"*. LIMA: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Torres Delgado, L. (2020). *"Diseño Estructural de Escaleras en Edificaciones: Fundamentos y Aplicaciones"*. LIMA: Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Torres Delgado, L. (2020). *"Diseño y Construcción de Escaleras Helicoidales: Desafíos y Soluciones"*. LIMA: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Torres Gómez, R. (2021). *"Diseño Arquitectónico de Escaleras Helicoidales"*. LIMA: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Torres Morales, J. (2017). *"Mecánica de Sólidos: Distribución de Esfuerzos y Deformaciones"*. LIMA: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Valderrama Herrera, F. (2018). *"Manual de Diseño para Concreto Reforzado según el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú"*. LIMA: Editorial de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).
- Velasco Díaz, J. (2018). *"Influencia de las Escaleras en la Estabilidad de Edificaciones"*. LIMA: Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Cotrina Luna, E. (2024). *Implementación de una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESCALERA HELICOIDAL PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO AMARILIS - HUÁNUCO -2023					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo implementar una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023?</p> <p>Problema específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo realizar el modelamiento en el software ETABS de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023? • ¿Cómo efectuar el análisis sismorresistente de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023? 	<p>Objetivo General</p> <p>Implementar una escalera helicoidal para mejorar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el modelamiento en el software ETABS de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023. • Efectuar el análisis sismorresistente de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023. • Cuantificar los costos de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023. 	<p>Hipótesis General</p> <p>H0: La implementación de una escalera helicoidal no mejora el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.</p> <p>Hi: La implementación de una escalera helicoidal mejora el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado, Amarilis - Huánuco -2023.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Comportamiento estructural</p> <p>Variable independiente:</p> <p>Escalera helicoidal</p>	<p>Enfoque</p> <p>Será cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel</p> <p>El alcance del proyecto es explicativo.</p> <p>Diseño</p> <p>Es no experimental</p>	<p>Población</p> <p>La población está conformada por la escalera helicoidal de una edificación de 5 niveles.</p> <p>Muestra</p> <p>La Muestra está conformada por la escalera helicoidal de una edificación de 5 niveles.</p>

-
- ¿Cómo cuantificar los costos de una edificación de concreto armado con una escalera helicoidal, Amarilis - Huánuco -2023?

Figura 26

Ubicación de edificación

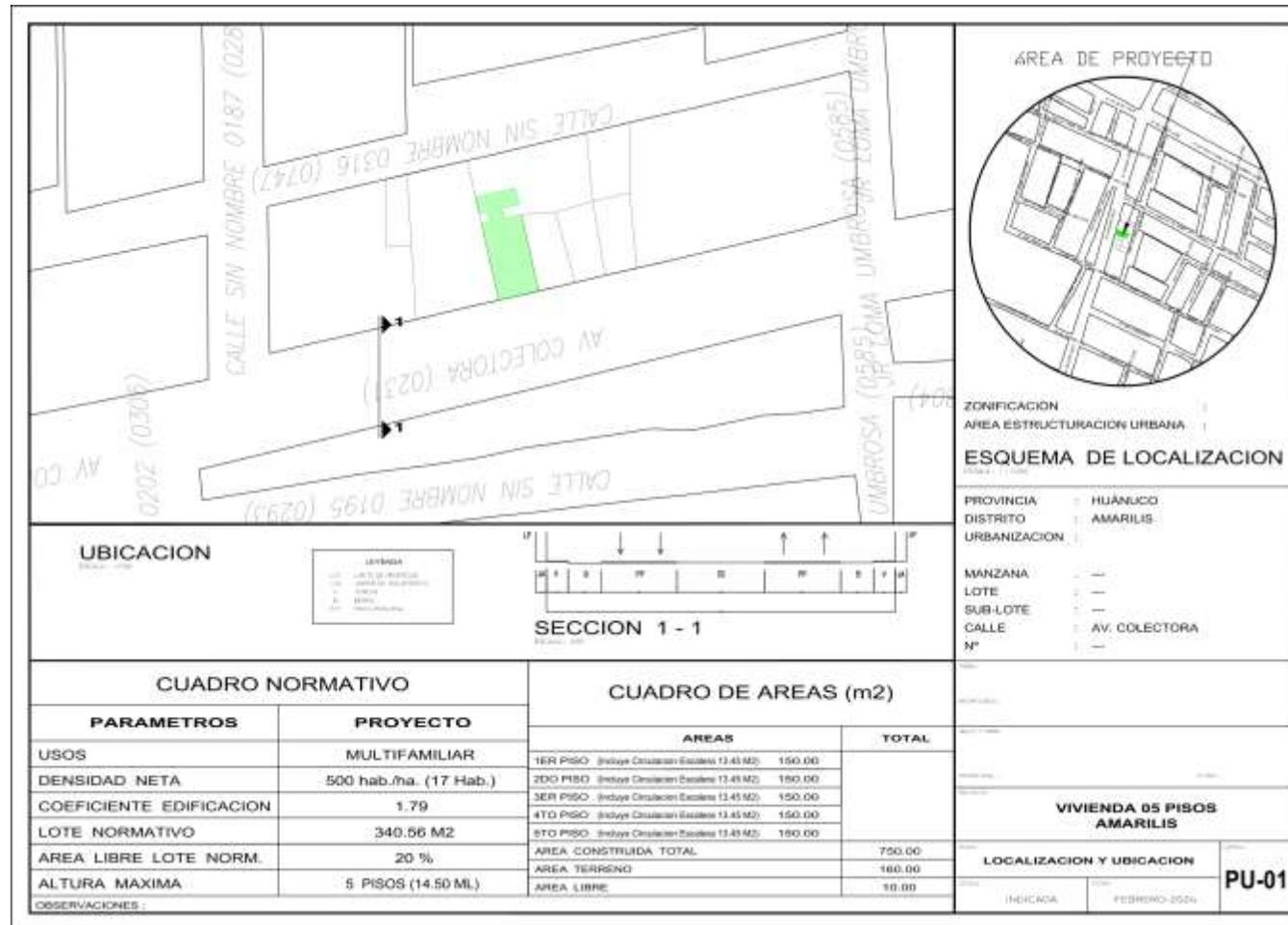


Figura 27
Arquitectura

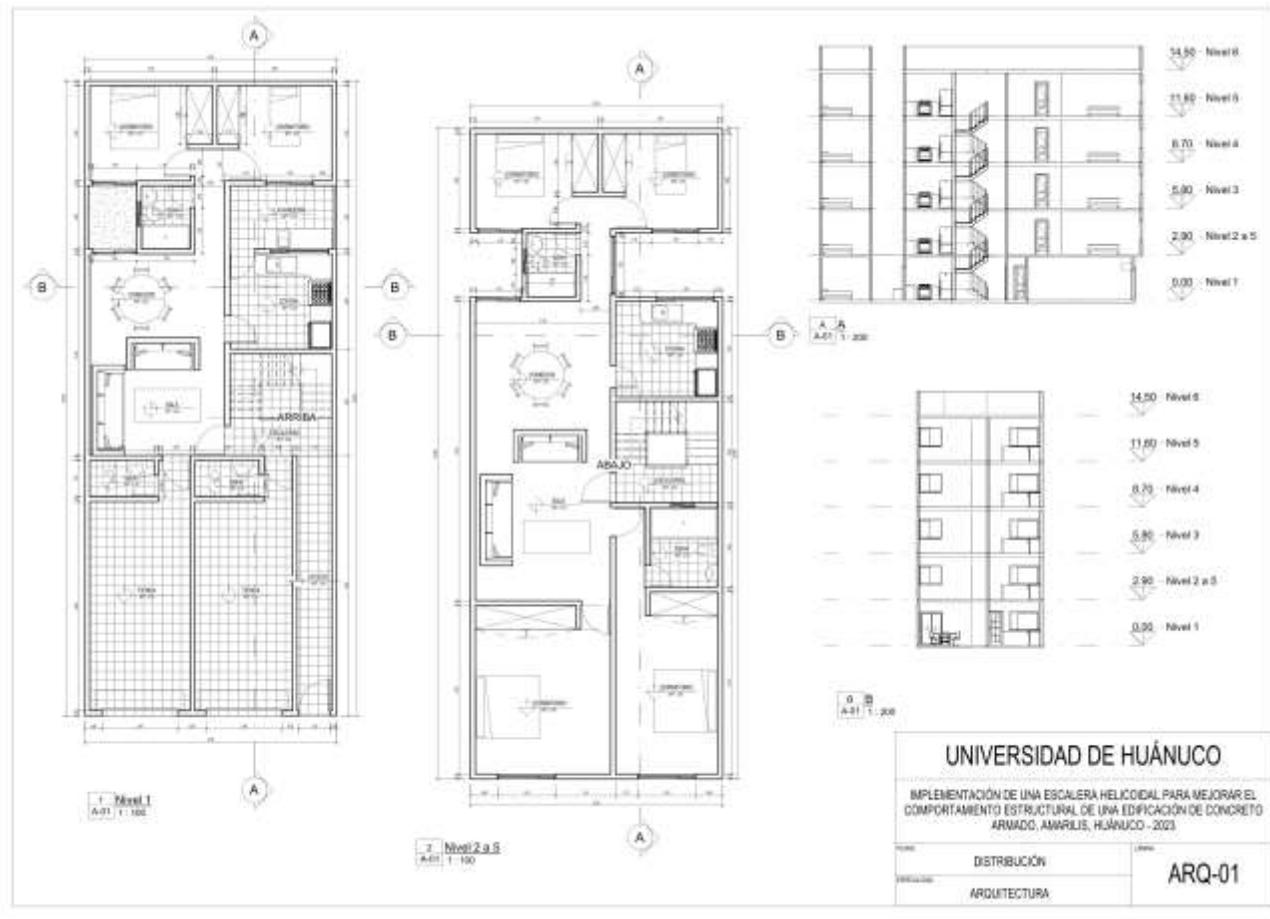


Figura 28

Detalles de zapatas

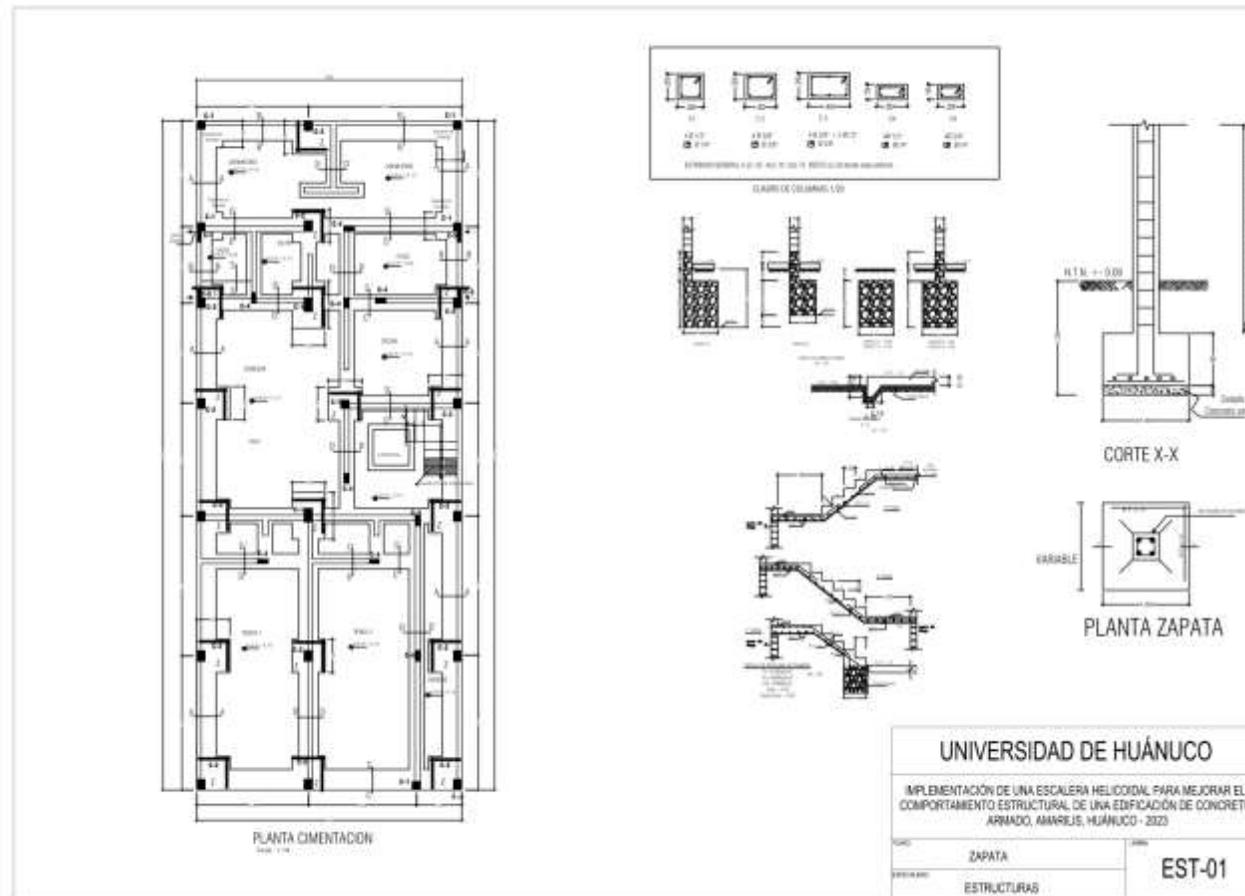


Figura 29

Detalles de aligerado

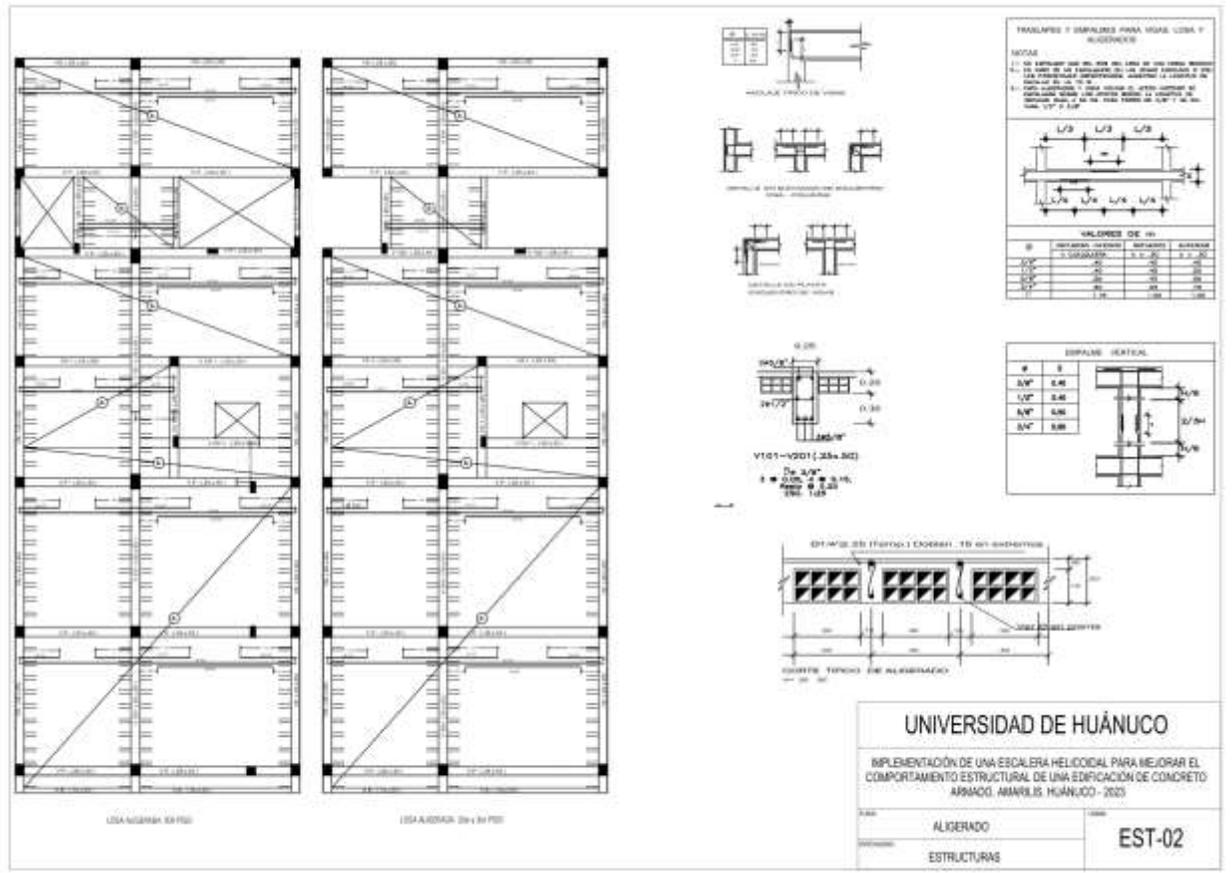


Tabla 12

Participaciones modales – Predimensionado

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	0.712	0.6671	0.0034	0	0.6671	0.0034	0	0.0007	0.1354	0.1772	0.0007	0.1354	0.1772
Modal	2	0.633	0.1704	0.0023	0	0.8375	0.0056	0	0.0003	0.0352	0.6748	0.0009	0.1705	0.852
Modal	3	0.498	0.0052	0.8555	0	0.8426	0.8611	0	0.1507	0.0012	0.0003	0.1517	0.1717	0.8523
Modal	4	0.235	0.0824	0.0002	0	0.9251	0.8613	0	0.0018	0.544	0.0182	0.1534	0.7158	0.8705
Modal	5	0.207	0.0188	0.0004	0	0.9439	0.8617	0	0.0034	0.1235	0.08	0.1569	0.8393	0.9504
Modal	6	0.167	0.0003	0.096	0	0.9442	0.9577	0	0.7186	0.0028	0.0002	0.8754	0.842	0.9507
Modal	7	0.14	0.0288	0.00002406	0	0.973	0.9577	0	0.0006	0.0611	0.0059	0.876	0.9031	0.9565
Modal	8	0.122	0.0064	0.0002	0	0.9795	0.9579	0	0.0004	0.0122	0.0274	0.8763	0.9153	0.9839
Modal	9	0.103	0.0034	0.0191	0	0.9829	0.977	0	0.0386	0.0162	0.0015	0.9149	0.9316	0.9854
Modal	10	0.101	0.009	0.0103	0	0.9919	0.9873	0	0.0184	0.0383	0.001	0.9333	0.9699	0.9864
Modal	11	0.089	0.0029	0.0001	0	0.9948	0.9874	0	0.0006	0.0141	0.0107	0.9339	0.984	0.9971
Modal	12	0.084	0.0036	0.0002	0	0.9984	0.9875	0	0.0006	0.0114	0.0004	0.9346	0.9954	0.9975
Modal	13	0.077	0.0001	0.0102	0	0.9986	0.9978	0	0.0606	0.0005	0.0001	0.9952	0.9959	0.9976
Modal	14	0.073	0.0014	0.00001423	0	0.9999	0.9978	0	6.828E-07	0.0039	0.0023	0.9952	0.9998	0.9999
Modal	15	0.066	0.0001	0.0022	0	1	1	0	0.0048	0.0002	0.0001	1	1	1

Tabla 13

Desplazamientos – Predimensionado

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0392	0.0327	1.199
Story4	PP	LinStatic		X	0.0393	0.0331	1.187
Story3	PP	LinStatic		X	0.0316	0.0266	1.188
Story2	PP	LinStatic		X	0.0205	0.0172	1.192
Story2	PP	LinStatic		Y	0.004	0.0027	1.481
Story1	PP	LinStatic		X	0.0082	0.0067	1.238
Story1	PP	LinStatic		Y	0.0026	0.0019	1.319
Story5	CV	LinStatic		X	0.0367	0.0282	1.303
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0094	0.0061	1.554
Story4	CV	LinStatic		X	0.0373	0.0295	1.262
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0102	0.0072	1.422
Story3	CV	LinStatic		X	0.0291	0.023	1.266
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0087	0.0063	1.383
Story2	CV	LinStatic		X	0.0184	0.0145	1.272
Story2	CV	LinStatic		Y	0.0062	0.0046	1.334
Story1	CV	LinStatic		X	0.0072	0.0054	1.331
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0032	0.0025	1.281
Story5	CM	LinStatic		X	0.0179	0.0155	1.158
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0114	0.0104	1.093

Story4	CM	LinStatic		X	0.0202	0.0181	1.12
Story4	CM	LinStatic		Y	0.0085	0.0076	1.112
Story3	CM	LinStatic		X	0.0163	0.015	1.085
Story3	CM	LinStatic		Y	0.005	0.0045	1.111
Story2	CM	LinStatic		X	0.0108	0.0102	1.054
Story2	CM	LinStatic		Y	0.0021	0.0019	1.114
Story1	CM	LinStatic		X	0.0039	0.0039	1.005
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0003	0.0003	1.322
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.0015	0.0014	1.023
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0006	0.0004	1.52
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0011	0.001	1.087
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0002	0.0001	2.443
Story3	CVT	LinStatic		Y	0.0006	0.0006	1.079
Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0003	1.091
Story1	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.00004671	1.366
Story1	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.105
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	2.0663	1.6575	1.247
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4766	0.3118	1.529
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.8943	1.5145	1.251
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4439	0.2753	1.613
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.5574	1.2422	1.254
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3674	0.228	1.611
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.0675	0.8485	1.258
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2532	0.1575	1.608

Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.4776	0.3766	1.268
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1145	0.0717	1.597
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3002	0.2254	1.332
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	1.0002	0.9751	1.026
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2751	0.2032	1.354
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.927	0.9023	1.027
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.225	0.1659	1.357
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.7692	0.749	1.027
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1536	0.1129	1.36
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5367	0.5233	1.026
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0696	0.0508	1.371
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.254	0.2484	1.023

Tabla 14

Derivas – Predimensionado

TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0008	0.0004	1.707
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0033	0.0032	1.037
Story5	CV	LinStatic		X	0.0022	0.0014	1.609
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0015	0.0011	1.278
Story5	CM	LinStatic		X	0.0029	0.0026	1.115
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0029	0.0028	1.04
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0008	0.0007	1.206
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.0005	0.0004	1.121
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1861	0.1527	1.219
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0344	0.0216	1.591
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0293	0.0229	1.279
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0774	0.0752	1.029
Story4	PP	LinStatic		X	0.0077	0.0065	1.188
Story4	PP	LinStatic		Y	0.0018	0.0013	1.357
Story4	CV	LinStatic		X	0.0082	0.0065	1.255
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0016	0.0009	1.689
Story4	CM	LinStatic		X	0.004	0.0031	1.294
Story4	CM	LinStatic		Y	0.0035	0.0031	1.112
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0005	0.0003	1.316
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0005	0.0004	1.097
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3548	0.2839	1.249
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0784	0.0513	1.528
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0509	0.0385	1.323
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1613	0.157	1.027
Story3	PP	LinStatic		X	0.0111	0.0093	1.188
Story3	CV	LinStatic		X	0.0107	0.0084	1.266
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0025	0.0016	1.523
Story3	CM	LinStatic		X	0.0055	0.0048	1.155
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0029	0.0026	1.109
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0002	0.0001	1.553
Story3	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0003	1.069
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.5077	0.404	1.257
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1152	0.0755	1.526
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0729	0.0545	1.339
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2345	0.2281	1.028

Story2	PP	LinStatic		X	0.0123	0.0105	1.169
Story2	CV	LinStatic		X	0.0112	0.009	1.246
Story2	CV	LinStatic		Y	0.003	0.0021	1.396
Story2	CM	LinStatic		X	0.0069	0.0063	1.093
Story2	CM	LinStatic		Y	0.002	0.0018	1.127
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.00002608	2.625
Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0002	0.0002	1.087
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6067	0.4806	1.262
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1389	0.091	1.526
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0874	0.0647	1.351
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2835	0.276	1.027
Story1	PP	LinStatic		X	0.0082	0.0067	1.238
Story1	PP	LinStatic		Y	0.0026	0.0019	1.319
Story1	CV	LinStatic		X	0.0072	0.0054	1.331
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0032	0.0025	1.281
Story1	CM	LinStatic		X	0.0039	0.0039	1.005
Story1	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.00004671	1.366
Story1	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.105
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.4776	0.3766	1.268
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1145	0.0755	1.517
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0696	0.0508	1.37
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.254	0.2484	1.023

Figura 30

Render estructural – Predimensionamiento

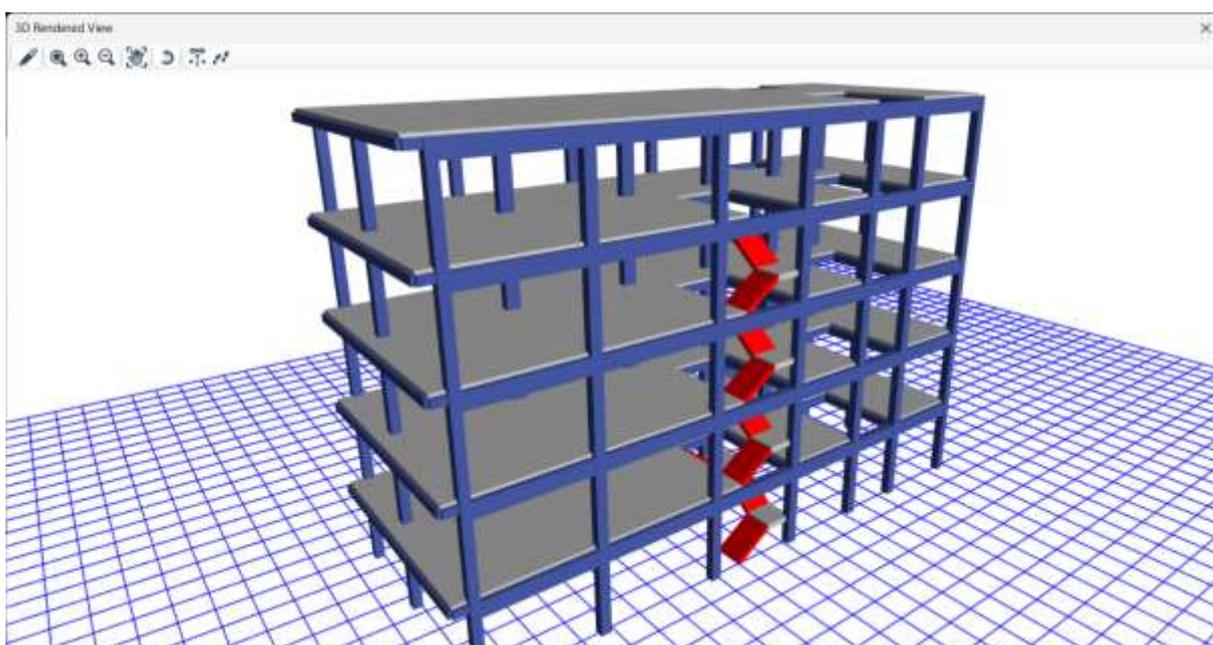


Tabla 15

Participaciones modales – Optimizado

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumU X	SumU Y	SumU Z	RX	RY	RZ	SumR X	SumR Y	SumR Z
		sec												
Modal	1	0.465	0.769	0.00 3	0.00 0	0.769	0.003	0.000	0.00 1	0.24 9	0.00 7	0.001	0.249	0.007
Modal	2	0.379	0.003	0.79 2	0.00 0	0.772	0.795	0.000	0.23 2	0.00 1	0.00 0	0.233	0.250	0.007
Modal	3	0.327	0.007	0.00 0	0.00 0	0.778	0.795	0.000	0.00 0	0.00 2	0.75 0	0.233	0.252	0.756
Modal	4	0.137	0.124	0.00 0	0.00 0	0.903	0.796	0.000	0.00 1	0.49 5	0.00 1	0.234	0.747	0.757
Modal	5	0.116	0.000	0.11 7	0.00 0	0.903	0.913	0.000	0.53 9	0.00 1	0.00 0	0.773	0.747	0.757
Modal	6	0.089	0.001	0.00 0	0.00 0	0.903	0.913	0.000	0.00 0	0.00 2	0.14 1	0.773	0.750	0.898
Modal	7	0.067	0.054	0.00 0	0.00 0	0.957	0.913	0.000	0.00 0	0.11 9	0.00 0	0.773	0.869	0.898
Modal	8	0.060	0.000	0.04 8	0.00 0	0.957	0.961	0.000	0.10 3	0.00 0	0.00 0	0.876	0.869	0.898
Modal	9	0.041	0.000	0.00 0	0.00 0	0.957	0.961	0.000	0.00 0	0.00 0	0.05 9	0.876	0.869	0.957
Modal	10	0.039	0.029	0.00 0	0.00 0	0.986	0.961	0.000	0.00 0	0.09 0	0.00 0	0.876	0.959	0.958
Modal	11	0.036	0.000	0.02 6	0.00 0	0.986	0.987	0.000	0.08 7	0.00 0	0.00 0	0.963	0.959	0.958
Modal	12	0.026	0.014	0.00 0	0.00 0	1.000	0.988	0.000	0.00 0	0.04 1	0.00 0	0.963	1.000	0.958
Modal	13	0.025	0.000	0.01 3	0.00 0	1.000	1.000	0.000	0.03 7	0.00 0	0.00 0	1.000	1.000	0.958

Modal	14	0.023	0.000	0.00	0.00	1.000	1.000	0.000	0.00	0.00	0.03	1.000	1.000	0.988
				0	0				0	0	0			
Modal	15	0.016	0.000	0.00	0.00	1.000	1.000	0.000	0.00	0.00	0.01	1.000	1.000	1.000
				0	0				0	0	2			

Tabla 16

Desplazamientos – Optimizado

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0141	0.0112	1.259
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0025	0.0014	1.838
Story4	PP	LinStatic		X	0.014	0.0117	1.197
Story3	PP	LinStatic		X	0.0116	0.01	1.156
Story2	PP	LinStatic		X	0.0072	0.0064	1.129
Story2	PP	LinStatic		Y	0.0012	0.0009	1.362
Story1	PP	LinStatic		X	0.0025	0.0022	1.116
Story1	PP	LinStatic		Y	0.0006	0.0005	1.203
Story5	CV	LinStatic		X	0.0147	0.0113	1.302
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0073	0.0059	1.226
Story4	CV	LinStatic		X	0.0141	0.0115	1.226
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0064	0.0054	1.191
Story3	CV	LinStatic		X	0.011	0.0092	1.191
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0049	0.0042	1.165
Story2	CV	LinStatic		X	0.0065	0.0056	1.168
Story2	CV	LinStatic		Y	0.003	0.0026	1.141
Story1	CV	LinStatic		X	0.0021	0.0018	1.159
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0011	0.001	1.119
Story5	CM	LinStatic		X	0.0014	0.0011	1.27
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0109	0.0108	1.011
Story4	CM	LinStatic		X	0.0042	0.0036	1.154
Story4	CM	LinStatic		Y	0.0088	0.0086	1.025
Story3	CM	LinStatic		X	0.0046	0.0041	1.132
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0058	0.0056	1.038
Story2	CM	LinStatic		X	0.0034	0.0031	1.119
Story2	CM	LinStatic		Y	0.003	0.0029	1.05
Story1	CM	LinStatic		X	0.0012	0.0011	1.103
Story1	CM	LinStatic		Y	0.0008	0.0008	1.06
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0007	0.0006	1.356
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.0005	0.0004	1.181
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0009	0.0007	1.302

Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0004	0.0004	1.223
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0005	0.0004	1.336
Story3	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0002	1.247
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0002	0.0002	1.386
Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.255
Story1	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.00003459	1.489
Story1	CVT	LinStatic		Y	0.00003098	0.00002433	1.273
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.9553	0.8505	1.123
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1258	0.092	1.367
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.805	0.7193	1.119
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1062	0.0755	1.407
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6045	0.5424	1.114
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0792	0.0568	1.393
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3614	0.3261	1.108
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0467	0.0339	1.376
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1218	0.1106	1.102
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0155	0.0114	1.358
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.112	0.088	1.273
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5921	0.5834	1.015
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0932	0.0736	1.266
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5132	0.5062	1.014
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0693	0.0551	1.259
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.3974	0.3923	1.013
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0411	0.0329	1.25
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2473	0.2443	1.012
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0138	0.0111	1.238
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0882	0.0873	1.011

Tabla 17

Derivas – Optimizado

TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0011	0.0005	2.273
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0015	0.0013	1.184
Story5	CV	LinStatic		X	0.0011	0.0002	4.534
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0009	0.0006	1.544
Story5	CM	LinStatic		X	0.0028	0.0025	1.105
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0023	0.0022	1.046
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.0001	1.047
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.029

Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1547	0.1345	1.15
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0197	0.0139	1.42
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0195	0.0148	1.318
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0807	0.079	1.021
Story4	PP	LinStatic		X	0.0024	0.0017	1.459
Story4	PP	LinStatic		Y	0.0011	0.0008	1.35
Story4	CV	LinStatic		X	0.0031	0.0023	1.381
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0015	0.0012	1.285
Story4	CM	LinStatic		X	0.0005	0.0005	1.043
Story4	CM	LinStatic		Y	0.003	0.003	1.003
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0003	0.0003	1.257
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0002	0.0001	1.188
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2047	0.1797	1.139
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0271	0.0196	1.385
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0246	0.0189	1.3
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1172	0.1153	1.017
Story3	PP	LinStatic		X	0.0043	0.0036	1.212
Story3	CV	LinStatic		X	0.0045	0.0036	1.235
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0019	0.0016	1.204
Story3	CM	LinStatic		X	0.0012	0.001	1.174
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0028	0.0027	1.025
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0003	0.0002	1.305
Story3	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.239
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2467	0.2185	1.129
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0326	0.0237	1.371
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.029	0.0225	1.285
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1508	0.1486	1.015
Story2	PP	LinStatic		X	0.0048	0.0042	1.14
Story2	CV	LinStatic		X	0.0044	0.0037	1.179
Story2	CV	LinStatic		Y	0.0019	0.0016	1.154
Story2	CM	LinStatic		X	0.0022	0.0019	1.132
Story2	CM	LinStatic		Y	0.0022	0.0021	1.046
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0002	0.0001	1.366
Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.249
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2424	0.2169	1.117
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0311	0.0231	1.347
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.028	0.0221	1.267
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1592	0.1572	1.013
Story1	PP	LinStatic		X	0.0025	0.0022	1.116
Story1	PP	LinStatic		Y	0.0006	0.0005	1.203
Story1	CV	LinStatic		X	0.0021	0.0018	1.159

Story1	CV	LinStatic		Y	0.0011	0.001	1.119
Story1	CM	LinStatic		X	0.0012	0.0011	1.103
Story1	CM	LinStatic		Y	0.0008	0.0008	1.06
Story1	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.00003459	1.489
Story1	CVT	LinStatic		Y	0.00003098	0.00002433	1.273
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1218	0.1106	1.102
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0155	0.0118	1.321
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0138	0.0111	1.238
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0882	0.0873	1.011

Figura 31

Render estructural – Optimizado

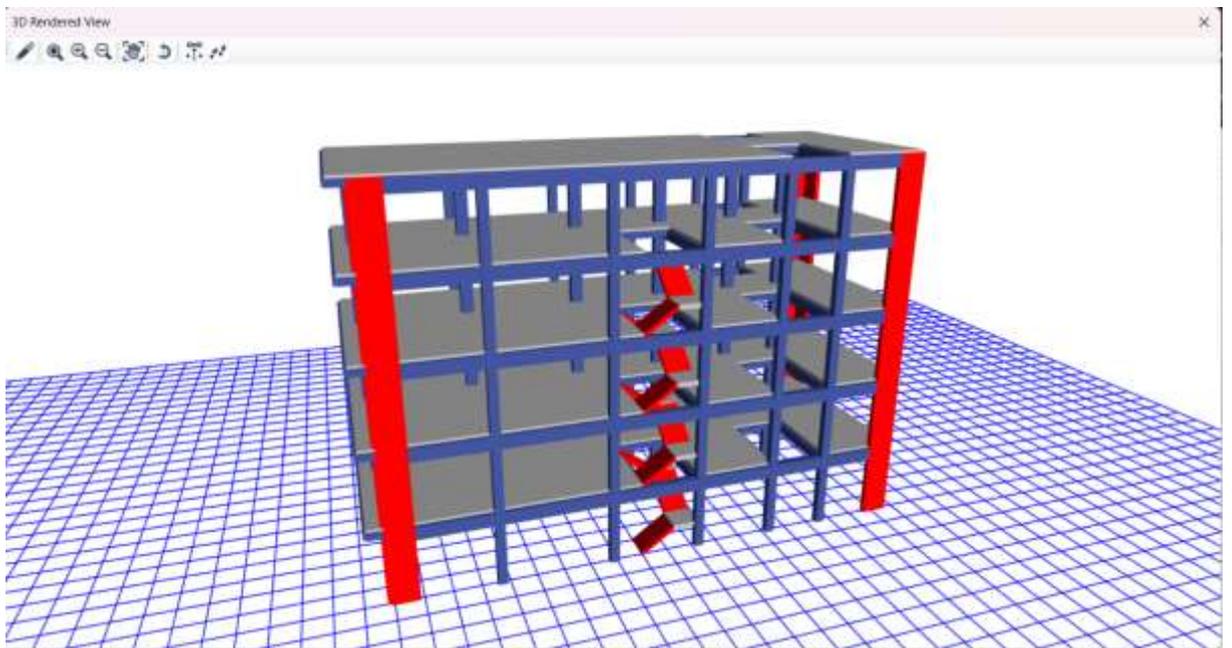


Tabla 18

Participaciones modales – Sin escalera

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumU X	SumU Y	SumU Z	RX	RY	RZ	SumR X	SumR Y	SumR Z
		sec												
Modal	1	0.49	0.77	0.0	0.0	0.77	0.00	0.00	0.0	0.2	0.0	0.00	0.25	0.01
				0	0				0	5	1			
Modal	2	0.39	0.00	0.7	0.0	0.77	0.79	0.00	0.2	0.0	0.0	0.23	0.25	0.01
				9	0				3	0	0			
Modal	3	0.33	0.01	0.0	0.0	0.78	0.79	0.00	0.0	0.0	0.7	0.23	0.25	0.76
				0	0				0	0	5			
Modal	4	0.14	0.13	0.0	0.0	0.90	0.79	0.00	0.0	0.5	0.0	0.23	0.75	0.76
				0	0				0	0	0			
Modal	5	0.12	0.00	0.1	0.0	0.90	0.91	0.00	0.5	0.0	0.0	0.77	0.75	0.76
				2	0				4	0	0			

Modal	6	0.09	0.00	0.0	0.0	0.90	0.91	0.00	0.0	0.0	0.1	0.77	0.75	0.90
				0	0				0	0	4			
Modal	7	0.07	0.05	0.0	0.0	0.96	0.91	0.00	0.0	0.1	0.0	0.77	0.87	0.90
				0	0				0	2	0			
Modal	8	0.06	0.00	0.0	0.0	0.96	0.96	0.00	0.1	0.0	0.0	0.87	0.87	0.90
				5	0				0	0	0			
Modal	9	0.04	0.00	0.0	0.0	0.96	0.96	0.00	0.0	0.0	0.0	0.87	0.87	0.96
				0	0				0	0	6			
Modal	10	0.04	0.03	0.0	0.0	0.99	0.96	0.00	0.0	0.0	0.0	0.87	0.96	0.96
				0	0				0	9	0			
Modal	11	0.04	0.00	0.0	0.0	0.99	0.99	0.00	0.0	0.0	0.0	0.96	0.96	0.96
				3	0				9	0	0			
Modal	12	0.03	0.01	0.0	0.0	1.00	0.99	0.00	0.0	0.0	0.0	0.96	1.00	0.96
				0	0				0	4	0			
Modal	13	0.03	0.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.00	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.96
				1	0				4	0	0			
Modal	14	0.02	0.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.00	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.99
				0	0				0	0	3			
Modal	15	0.02	0.00	0.0	0.0	1.00	1.00	0.00	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.00
				0	0				0	0	1			

Tabla 19

Desplazamientos – Sien escalera

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0088	0.008	1.099
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0067	0.0064	1.049
Story4	PP	LinStatic		X	0.0056	0.0052	1.082
Story4	PP	LinStatic		Y	0.0049	0.0047	1.036
Story3	PP	LinStatic		X	0.0026	0.0024	1.05
Story3	PP	LinStatic		Y	0.0029	0.0029	1.016
Story2	PP	LinStatic		X	0.0006	0.0006	1.063
Story2	PP	LinStatic		Y	0.0015	0.0014	1.01
Story1	PP	LinStatic		Y	0.0004	0.0004	1.038
Story5	CV	LinStatic		X	0.0039	0.0031	1.26
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0007	0.0004	1.747
Story4	CV	LinStatic		X	0.0016	0.0013	1.272
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0006	0.0004	1.306
Story3	CV	LinStatic		X	0.0003	0.0002	1.321
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0003	0.0003	1.102
Story2	CV	LinStatic		X	0.0003	0.0003	1.173
Story2	CV	LinStatic		Y	0.0002	0.0002	1.111
Story1	CV	LinStatic		X	0.0002	0.0002	1.189
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0001	0.00004325	1.303
Story5	CM	LinStatic		X	0.0083	0.0078	1.064

Story5	CM	LinStatic		Y	0.0114	0.0112	1.018
Story4	CM	LinStatic		X	0.005	0.0042	1.186
Story4	CM	LinStatic		Y	0.0093	0.009	1.034
Story3	CM	LinStatic		X	0.0024	0.0016	1.464
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0064	0.0061	1.049
Story2	CM	LinStatic		Y	0.0035	0.0033	1.064
Story1	CM	LinStatic		X	0.0003	0.0002	2.175
Story1	CM	LinStatic		Y	0.001	0.001	1.075
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0018	0.0015	1.176
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0002	1.583
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0017	0.0015	1.174
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0002	1.672
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0011	0.0009	1.18
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0005	0.0004	1.185
Story1	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.0001	1.184
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	1.0252	0.9177	1.117
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.8651	0.7773	1.113
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6482	0.5847	1.109
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3852	0.3492	1.103
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1288	0.1173	1.097
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6202	0.6071	1.022
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5378	0.5271	1.02
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4155	0.4077	1.019
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2572	0.2527	1.018
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.091	0.0896	1.016

Tabla 20

Derivas – Sien escalera

TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0032	0.0028	1.135
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0018	0.0017	1.086
Story5	CV	LinStatic		X	0.0023	0.0019	1.257
Story5	CM	LinStatic		X	0.0039	0.0036	1.081
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0022	0.0021	1.052
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.0001	1.238
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.00003671	0.00003171	1.157
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1644	0.1435	1.145
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0841	0.0817	1.029
Story4	PP	LinStatic		X	0.0031	0.0028	1.113

Story4	PP	LinStatic		Y	0.0019	0.0018	1.068
Story4	CV	LinStatic		X	0.0013	0.001	1.266
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0003	0.0002	1.703
Story4	CM	LinStatic		X	0.0026	0.0026	1.009
Story4	CM	LinStatic		Y	0.003	0.003	1.003
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0006	0.0005	1.169
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.522
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2212	0.1955	1.132
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1238	0.1208	1.024
Story3	PP	LinStatic		X	0.002	0.0019	1.087
Story3	PP	LinStatic		Y	0.0015	0.0015	1.042
Story3	CV	LinStatic		X	0.0006	0.0005	1.25
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0002	0.0001	1.341
Story3	CM	LinStatic		X	0.0017	0.0015	1.159
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0029	0.0028	1.032
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0006	0.0005	1.18
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2666	0.2377	1.122
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1589	0.1556	1.022
Story2	PP	LinStatic		X	0.0006	0.0006	1.001
Story2	PP	LinStatic		Y	0.0011	0.0011	1
Story2	CV	LinStatic		X	0.0001	0.0001	1.14
Story2	CV	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.037
Story2	CM	LinStatic		X	0.0006	0.0003	2.215
Story2	CM	LinStatic		Y	0.0024	0.0023	1.059
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0004	0.0003	1.19
Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.00003378	1.717
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2593	0.2333	1.111
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1662	0.1632	1.019
Story1	PP	LinStatic		Y	0.0004	0.0004	1.038
Story1	CV	LinStatic		X	0.0002	0.0002	1.189
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0001	0.00004325	1.303
Story1	CM	LinStatic		X	0.0003	0.0002	2.175
Story1	CM	LinStatic		Y	0.001	0.001	1.075
Story1	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.0001	1.184
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1288	0.1173	1.097
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.091	0.0896	1.016

Figura 32

Render estructural – Sien escalera

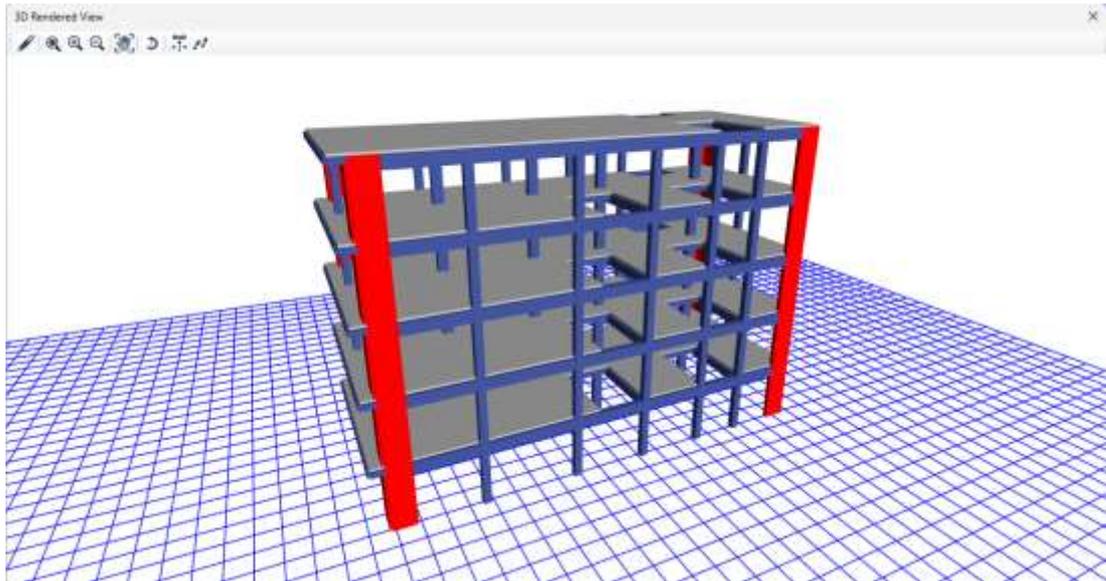


Tabla 21

Participaciones modales – Espiral

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumU X	SumU Y	SumU Z	RX	RY	RZ	SumR X	SumR Y	SumR Z
		sec												
Modal	1	0.47	0.77	0.0 0	0.0 0	0.77	0.00	0.00	0.0 0	0.2 5	0.0 1	0.00	0.25	0.01
Modal	2	0.39	0.00	0.7 9	0.0 0	0.77	0.79	0.00	0.2 3	0.0 0	0.0 0	0.23	0.25	0.01
Modal	3	0.33	0.01	0.0 0	0.0 0	0.78	0.79	0.00	0.0 0	0.0 0	0.7 5	0.23	0.25	0.76
Modal	4	0.14	0.12	0.0 0	0.0 0	0.90	0.79	0.00	0.0 0	0.5 0	0.0 0	0.23	0.75	0.76
Modal	5	0.12	0.00	0.1 2	0.0 0	0.90	0.91	0.00	0.5 4	0.0 0	0.0 0	0.77	0.75	0.76
Modal	6	0.09	0.00	0.0 0	0.0 0	0.90	0.91	0.00	0.0 0	0.0 0	0.1 4	0.77	0.75	0.90
Modal	7	0.07	0.05	0.0 0	0.0 0	0.96	0.91	0.00	0.0 0	0.1 2	0.0 0	0.77	0.87	0.90
Modal	8	0.06	0.00	0.0 5	0.0 0	0.96	0.96	0.00	0.1 0	0.0 0	0.0 0	0.88	0.87	0.90
Modal	9	0.04	0.00	0.0 0	0.0 0	0.96	0.96	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 6	0.88	0.87	0.96
Modal	10	0.04	0.03	0.0 0	0.0 0	0.99	0.96	0.00	0.0 0	0.0 9	0.0 0	0.88	0.96	0.96
Modal	11	0.04	0.00	0.0 3	0.0 0	0.99	0.99	0.00	0.0 9	0.0 0	0.0 0	0.96	0.96	0.96
Modal	12	0.03	0.01	0.0 0	0.0 0	1.00	0.99	0.00	0.0 0	0.0 4	0.0 0	0.96	1.00	0.96
Modal	13	0.03	0.00	0.0 1	0.0 0	1.00	1.00	0.00	0.0 4	0.0 0	0.0 0	1.00	1.00	0.96
Modal	14	0.02	0.00	0.0 0	0.0 0	1.00	1.00	0.00	0.0 0	0.0 0	0.0 3	1.00	1.00	0.99

Modal 15 0.02 0.00 0.0 0.0 1.00 1.00 0.00 0.0 0.0 0.0 1.00 1.00 1.00
0 0 0 0 1

Tabla 22

Desplazamientos – Espiral

TABLE: Story Max Over Avg Displacements							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Maximum	Average	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0076	0.0065	1.168
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0027	0.0023	1.19
Story4	PP	LinStatic		X	0.0082	0.0076	1.085
Story4	PP	LinStatic		Y	0.0012	0.001	1.255
Story3	PP	LinStatic		X	0.0074	0.0072	1.027
Story2	PP	LinStatic		X	0.0051	0.005	1.015
Story1	PP	LinStatic		X	0.002	0.0019	1.045
Story5	CV	LinStatic		X	0.0067	0.0053	1.263
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0034	0.0028	1.195
Story4	CV	LinStatic		X	0.007	0.0061	1.132
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0028	0.0025	1.129
Story3	CV	LinStatic		X	0.0056	0.0053	1.068
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0021	0.0019	1.074
Story2	CV	LinStatic		X	0.0035	0.0034	1.019
Story2	CV	LinStatic		Y	0.0012	0.0011	1.022
Story1	CV	LinStatic		X	0.0012	0.0012	1.019
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0004	0.0004	1.022
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0106	0.0103	1.037
Story4	CM	LinStatic		X	0.0038	0.0026	1.46
Story4	CM	LinStatic		Y	0.0087	0.0082	1.057
Story3	CM	LinStatic		X	0.0046	0.0035	1.312
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0059	0.0055	1.079
Story2	CM	LinStatic		X	0.0037	0.0029	1.26
Story2	CM	LinStatic		Y	0.0032	0.0029	1.102
Story1	CM	LinStatic		X	0.0015	0.0012	1.23
Story1	CM	LinStatic		Y	0.001	0.0009	1.126
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0009	0.0007	1.291
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0002	1.399
Story4	CVT	LinStatic		X	0.001	0.0008	1.264
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0003	0.0002	1.476
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0006	0.0005	1.295
Story3	CVT	LinStatic		Y	0.0002	0.0001	1.535
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0002	0.0002	1.339

Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.478
Story1	CVT	LinStatic		X	0.00004763	0.00003304	1.442
Story1	CVT	LinStatic		Y	0.00001846	0.00001272	1.451
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.9791	0.8674	1.129
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.825	0.7336	1.125
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.6189	0.5527	1.12
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.3692	0.3315	1.114
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1241	0.1121	1.107
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.6244	0.6108	1.022
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.5417	0.5305	1.021
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.4188	0.4107	1.02
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.2595	0.2548	1.018
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0919	0.0904	1.016

Tabla 23

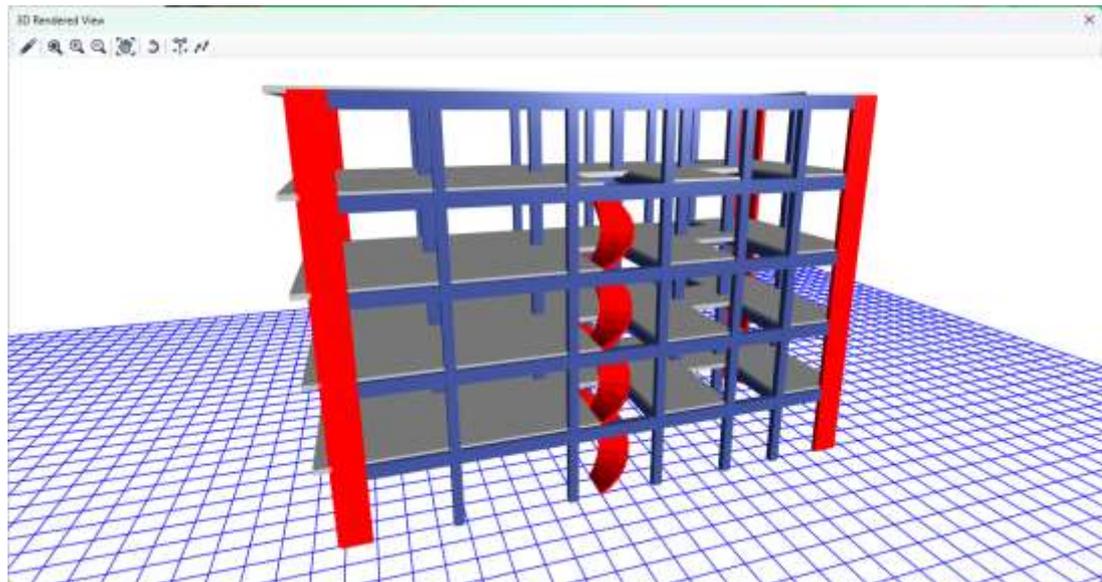
Derivas – Espiral

TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
					cm	cm	
Story5	PP	LinStatic		X	0.0016	0.0011	1.424
Story5	PP	LinStatic		Y	0.0014	0.0013	1.139
Story5	CV	LinStatic		X	0.0015	0.0009	1.68
Story5	CV	LinStatic		Y	0.0006	0.0003	1.682
Story5	CM	LinStatic		X	0.0029	0.0027	1.085
Story5	CM	LinStatic		Y	0.0021	0.002	1.043
Story5	CVT	LinStatic		X	0.0001	0.0001	1.029
Story5	CVT	LinStatic		Y	0.00003639	0.00003564	1.021
Story5	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1584	0.137	1.156
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0143	0.0083	1.72
Story5	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0844	0.082	1.03
Story4	PP	LinStatic		X	0.0009	0.0004	2.171
Story4	PP	LinStatic		Y	0.001	0.0009	1.206
Story4	CV	LinStatic		X	0.0013	0.0008	1.551
Story4	CV	LinStatic		Y	0.0007	0.0006	1.315
Story4	CM	LinStatic		X	0.001	0.0009	1.107
Story4	CM	LinStatic		Y	0.0028	0.0028	1.014
Story4	CVT	LinStatic		X	0.0004	0.0003	1.229
Story4	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0001	1.399
Story4	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2105	0.1839	1.145
Story4	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1243	0.1212	1.025
Story3	PP	LinStatic		X	0.0024	0.0021	1.129
Story3	PP	LinStatic		Y	0.0004	0.0003	1.353

Story3	CV	LinStatic		X	0.0022	0.0019	1.163
Story3	CV	LinStatic		Y	0.0009	0.0008	1.151
Story3	CM	LinStatic		X	0.0009	0.0006	1.577
Story3	CM	LinStatic		Y	0.0027	0.0025	1.053
Story3	CVT	LinStatic		X	0.0003	0.0003	1.27
Story3	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.0000474	1.596
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.2534	0.2234	1.134
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.16	0.1565	1.022
Story2	PP	LinStatic		X	0.0031	0.0031	1.003
Story2	CV	LinStatic		X	0.0023	0.0022	1.04
Story2	CV	LinStatic		Y	0.0008	0.0007	1.045
Story2	CM	LinStatic		X	0.0022	0.0017	1.287
Story2	CM	LinStatic		Y	0.0023	0.0021	1.092
Story2	CVT	LinStatic		X	0.0002	0.0002	1.323
Story2	CVT	LinStatic		Y	0.0001	0.00003885	1.487
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.248	0.2209	1.123
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1677	0.1645	1.019
Story1	PP	LinStatic		X	0.002	0.0019	1.045
Story1	CV	LinStatic		X	0.0012	0.0012	1.019
Story1	CV	LinStatic		Y	0.0004	0.0004	1.022
Story1	CM	LinStatic		X	0.0015	0.0012	1.23
Story1	CM	LinStatic		Y	0.001	0.0009	1.126
Story1	CVT	LinStatic		X	0.00004763	0.00003304	1.442
Story1	CVT	LinStatic		Y	0.00001846	0.00001272	1.451
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1241	0.1121	1.107
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.0919	0.0904	1.016

Figura 33

Render estructural – Espiral



ANEXO 2

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 34

Ubicación del lugar de estudio con el tesista



Nota: En la figura 77 se nota que se llegó al sitio de estudio (en el centro poblado de Jancao entre la esquina de jirón tauro y jirón japon) con el equipo necesario, incluyendo la pala, el pico, el costal, la wincha, libreta de campo y otros instrumentos de medición.

Figura 35

Ubicación de la calicata dentro del terreno



Nota: En la figura 79 se aprecia el lugar donde se realizó la calicata, se comenzó a cavar con la pala, luego se utilizó el pico para romper capas más duras del suelo, posteriormente se midió y se registró el espesor y las características de cada capa de suelo, anotando cualquier cambio significativo o hallazgo relevante. Se recogieron las muestras para análisis. Al finalizar, se tomó precauciones para asegurar la seguridad del área excavada y se tapó adecuadamente.

Figura 36

Estudio del contenido de Humedad



Nota: En la figura 80 se aprecia al tesista sostener la muestra representativa del suelo para ser analizada.

Figura 37

Estudio del contenido de Humedad-secado de la muestra



Nota: En la figura 81 se muestra que el tesista coloco en el horno de secado a una temperatura específica (generalmente entre 105°C y 110°C) durante un período de tiempo determinado (generalmente 24 horas).

Figura 38

Estudio del Análisis granulométrico



Nota: En la figura 82 se aprecia la colocación de la muestra en el tamiz superior y se tamizo agitando manualmente. Después de tamizar y se registró la masa de material retenido en cada tamiz y se calculó el porcentaje de material retenido en cada tamiz respecto al peso inicial de la muestra.

Figura 39

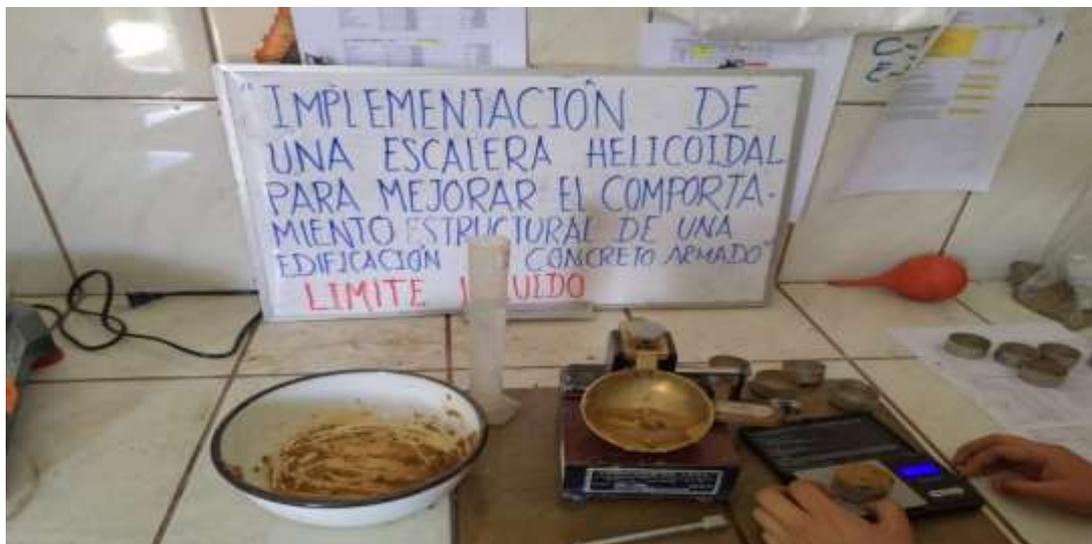
Estudio del Limite Liquido



Nota: En la figura 83 se nota la preparación de la muestra, es decir se tomó una muestra de suelo y se homogenizo con agua para formar una pasta de consistencia uniforme.

Figura 40

Estudio del Limite liquido-Peso de la muestra



Nota: En la figura 84 se nota que posteriormente se tomó una porción de la pasta y se colocó en un recipiente (probeta) especial conocido como copa de Casagrande.

Figura 41

Estudio del límite líquido-Casagrande



Nota: En la figura 85 se nota el ensayo de golpes sobre la copa de Casagrande, aplicando una pequeña cantidad de energía a la muestra. La pasta se va moldeando hasta perder su forma y fluir ligeramente.

Figura 42

Estudio del Límite Líquido-Registro



Nota: En la figura 86 se registró el número de golpes necesarios para que la muestra adquiriera la consistencia suficiente para comenzar a fluir. Finalmente, el límite líquido se calculó con base en el número de golpes.

Figura 43

Estudio del Limite Plástico



Nota: En la figura 87 se nota la preparación de la porción de la muestra homogeneizada y se moldeo hasta formar un hilo con un diámetro de aproximadamente 3mm.

Figura 44

Estudio del Limite Plástico-Hilo de la muestra



Nota: En la figura 88 se realizó el ensayo de enrollamiento del hilo de suelo sobre una placa de vidrio. Se enrolló hasta que se rompió. Finalmente, el límite plástico se calculó con base en la humedad en la que el hilo de suelo se rompió.

Figura 45

Delimitación del área del terreno



Nota: En la figura 89 se aprecia que una vez que se identificó el lugar de estudio, se procedió a delimitar el área del terreno utilizando marcadores temporales.

Figura 46

Delimitación del área del terreno-colindancia



Nota: En la figura 90 se aprecia los puntos de referencia, se procedió a medir con la wincha a lo largo del terreno, manteniéndola recta y sin tensiones. Finalmente se anotó cuidadosamente las medidas tomadas en nuestra libreta de campo.

ANEXO 3
ESTUDIO DE SUELO

**INFORME TECNICO Y ESTUDIO DE
SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO:
**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESCALERA
HELICOIDAL PARA MEJORAR EL
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA
EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS -
HUÁNUCO -2023”**

SOLICITA:
COTRINA LUNA EVELYN MILAGROS

UBICACIÓN:

GENTRO POBLADO: JANGAO
DISTRITO : AMBO
PROVINCIA : AMBO
REGIÓN : HUANUCO

EJECUTADO:
LABORTEC E.I.R.L.

TECNICO ESPECIALISTA:
ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA

NOVIEMBRE DEL 2023



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



INFORME TECNICO

1. GENERALIDADES

- 1.1 Objetivo del Estudio
- 1.2 Características Estructurales de la Obra a Cimentar
- 1.3 Ubicación y Descripción del Área en Estudio

2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología
 - 2.2.1 Lito estratigrafía
- 2.3 Geodinámica Externa
- 2.4 Geodinámica Interna
- 2.5 Sismicidad

3. INVESTIGACIONES EN CAMPO

- 3.1 Metodología
- 3.2 Registro de calicatas
- 3.3 Muestreo de suelos

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

- 4.1 Ensayos Estándar
- 4.2 Trabajos en Laboratorio
 - 4.2.1 Secado
 - 4.2.2 Identificación
 - 4.2.3 Granulometría
 - 4.2.4 Clasificación de Suelos
 - 4.2.5 Contenido de Humedad
 - 4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)

5. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

- 6.1 Tipo de Cimentación.
- 6.2 Profundidad de la Cimentación.
- 6.3 Capacidad admisible de carga
 - 6.3.1 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C-01
- 6.4 Cálculo de Asentamientos totales
 - 6.4.1 Cálculo Asentamientos totales C-01

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirf@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



7. CALCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO

8. AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

8.1 Recomendaciones Para Pisos Interiores, Losas Y Veredas

9. AGUA EN EL SUELO

9.1 Introducción

9.2 Reconocimiento de Aguas Freáticas

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_ark@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



INFORME TÉCNICO

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo para la evaluación geotécnica del proyecto: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESCALERA HELICOIDAL PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”**. Ubicado en el Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco y Departamento de Huánuco; para determinar las características físico-mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño de la estructura. Dichos parámetros son: profundidad, tipo de cimentación, capacidad portante admisible del terreno adoptado como suelo de cimentación, pautas generales de diseño y construcción en relación con los suelos.

1.2 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA OBRA A CIMENTAR:

Para los fines de la determinación del Programa de Investigación Mínimo (PIM) del Estudio de Mecánica de Suelos, las edificaciones serán calificadas, según la Tabla 1, donde I, II y III designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el A más exigente que el II y éste que el III.

TABLA N°01 - TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	N° DE PISOS (INCLUIDOS SOTANOS)			
		<= 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	<12	III	III	III	II
PORTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	<12	II	I	-	-
BASE DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	-	-	-
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
*Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificara en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de	> 9 m de altura		
		II	I		
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA		III			
ES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OB		IV			

Fuente E-050

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_earl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Por información proporcionada por el "Solicitante" el proyecto presenta la siguiente característica.

- Estructura: Elementos estructurales de concreto armado, muros de contención.

Por lo que la edificación califica en una categoría III"

Tabla 02 - Número de puntos de investigación	
Tipo de edificación (tabla 01)	Números de puntos de investigación (n)
I	Uno por cada 225 m ² de área techada
II	Uno por cada 450 m ² de área techada
III	Uno por cada 900 m ² de área techada
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Urbanizaciones para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, **n** se determinará en función del área techada en planta del primer piso de esta; cuando no se conozca dicho emplazamiento, **n** se determinará en función del área total del terreno.

Sabiendo que la estructura se encuentra dentro de una clasificación "III" se tiene que el número de calicatas será de 1 cada 900 m² a investigar.

Según lo calculado se deberían realizar una (1) calicata con lo cual cubrimos el requerimiento mínimo de número de calicatas.

1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO:

El terreno en estudio se encuentra ubicado en el Centro Poblado de Jancao, presenta un área de una topografía plana. La extensión del proyecto se ubica en el distrito Amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirk@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



LABORTEC
Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

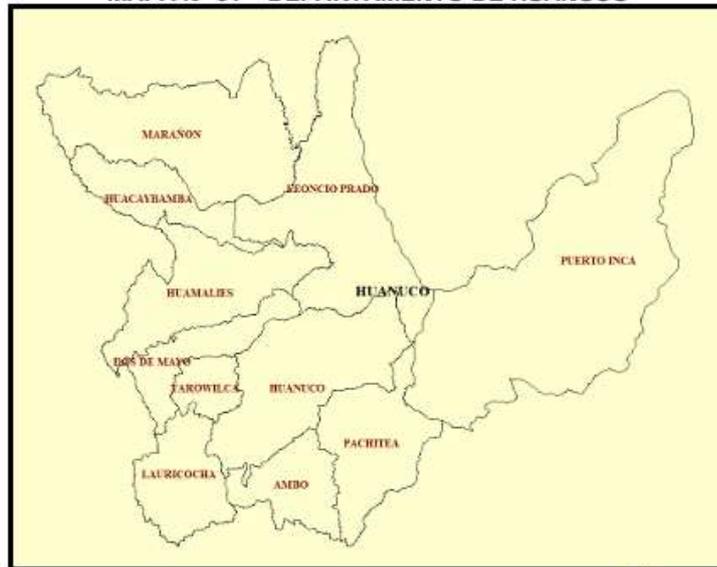


IMAGEN N° 01 – VISTA SATELITAL DEL AREA EN ESTUDIOS



El Distrito peruano de Amarilis es uno de los trece que conforman la Provincia de Huánuco, en el Departamento de Huánuco.

MAPA N° 01 – DEPARTAMENTO DE HUANUCO



El departamento de Huánuco tiene una superficie de 36 848,85 KM².

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922

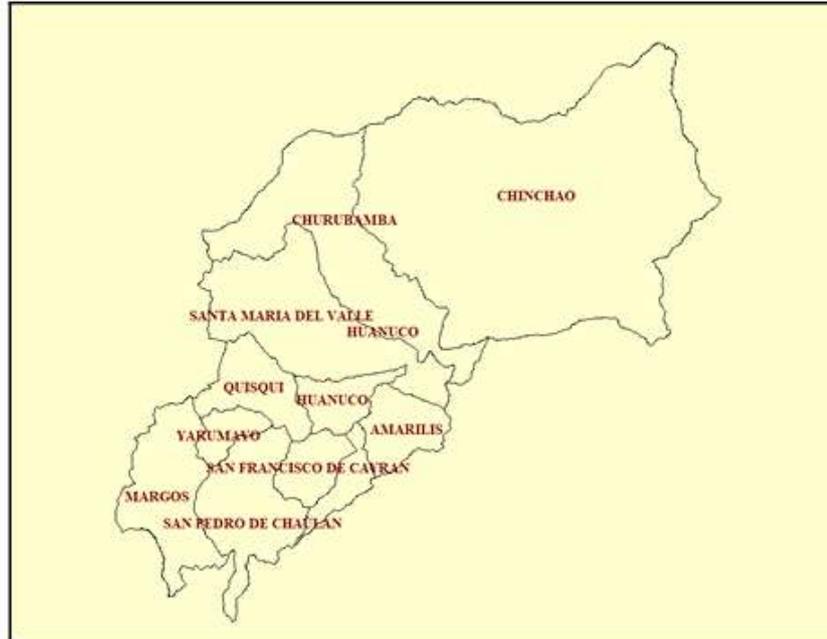


LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

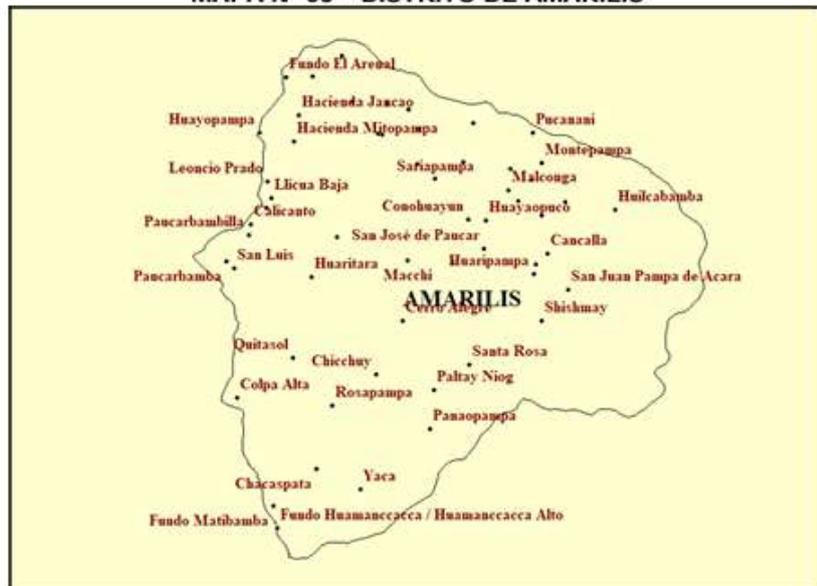


MAPA N° 02 – PROVINCIA DE HUÁNUCO



La provincia de Huánuco tiene una superficie de 4.023 km².

MAPA N° 03 – DISTRITO DE AMARILIS



El distrito de Amariis tiene una superficie de 134.7 km².

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306822



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El distrito de Amarilis limita con los siguientes distritos:

Por el Sur, con el distrito de Pillco marca.

Por el Oeste, con los distritos de Huánuco y Pillco marca.

Por el Este, con los distritos de Umari y Molino.

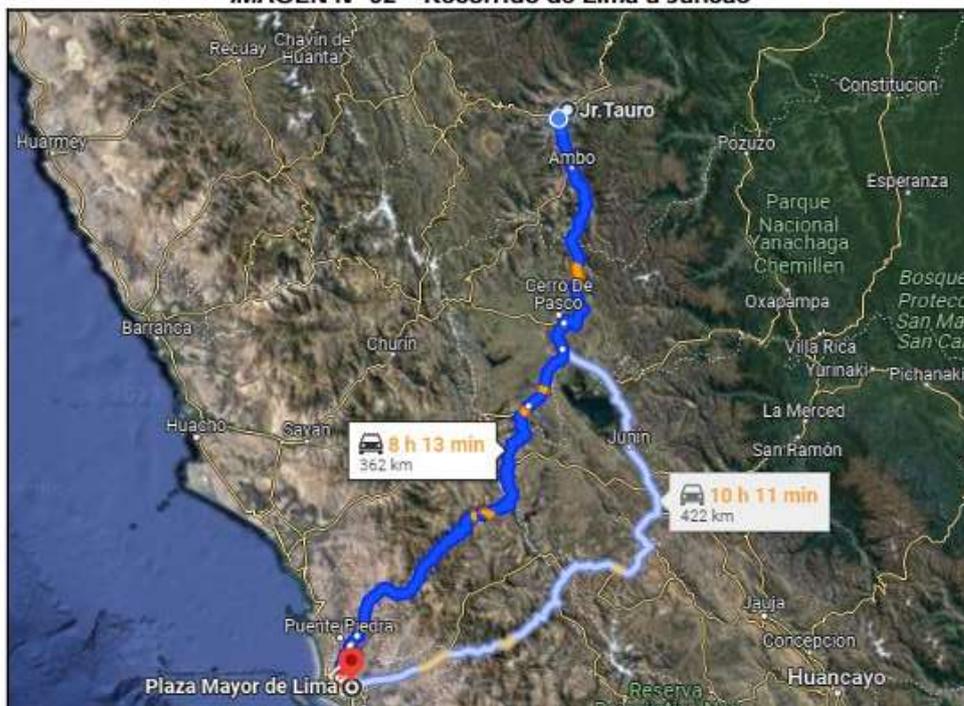
Por el Norte, con los distritos de Huánuco y Santa María del valle.

La vía de acceso más corta desde la ciudad de Lima – al área en estudio es a Través de la Ruta:

Cuadro 01 – Distancia desde la ciudad de Lima al área en estudio

TRAMO	TIPO	DISTANCIA	TIEMPO
Lima - Jancao	Asfaltada - Afirmada	362.00 Km.	8 h 13 m

IMAGEN N° 02 – Recorrido de Lima a Jancao



Desde Lima (capital de Perú) al área en estudio, existe una distancia aproximada de 362 km y el tiempo aproximado en recorrerlo es de 8 horas con 13 min en automóvil.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922

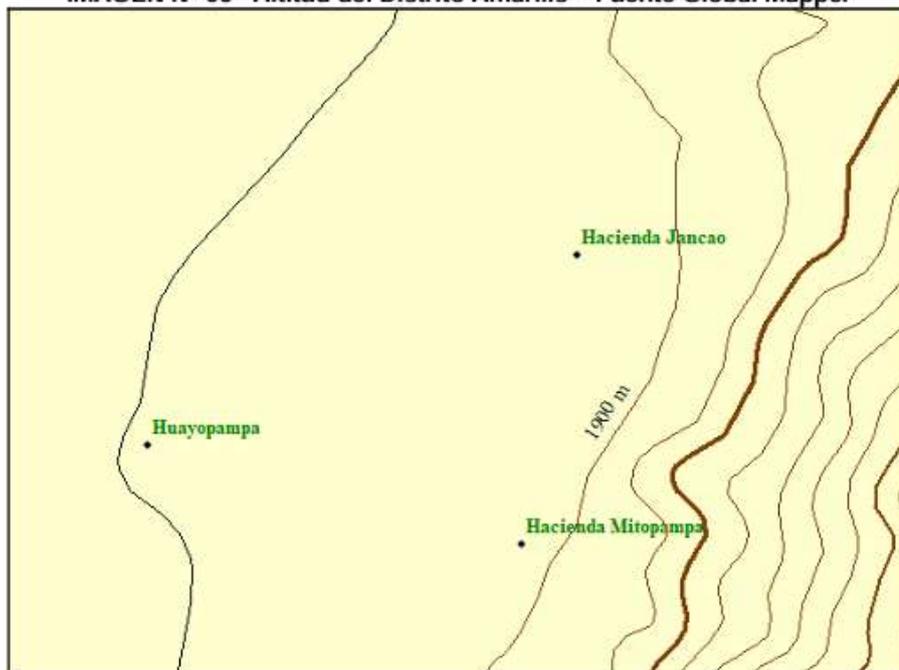


LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



IMAGEN N° 03- Altitud del Distrito Amarilis – Fuente Global Mapper



Por la ubicación del distrito de Amarilis y el área en estudio según el Dr. Javier Pulgar Vidal, corresponde a la región:

Región Quechua.

La región quechua constituye la zona medular de la región andina y se extiende desde los 2000m. a los 3500 m.s.n.m. El relieve de esta región es escarpado conformado por los valles interandinos y los flancos de suave pendiente. Este relieve por efecto de la obra humana ha sido modificado a través de los siglos mediante sistemas de andenería y terraplenes. Sin embargo, la región se encuentra en los valles interandinos. Esta región es la más poblada de la Sierra, debido a las condiciones que presenta para el poblador andino, que se dedica a la agricultura y a la ganadería extensiva, a tal punto que podemos considerarla como la zona en donde la población peruana se ha adaptado mejor.

El clima de esta región es templado-seco, con lluvias periódicas de diciembre a marzo, con variaciones sensibles de temperatura entre el día y la noche, pero con la moderación apropiada y permisible para la vida humana. Durante los meses que corresponden al invierno y a la primavera se produce una fuerte insolación debido a la transparencia de la atmósfera. De otro lado, durante la noche la temperatura baja súbitamente por la escasa humedad existente en el aire. En consecuencia, podemos decir que hay un gran contraste térmico entre el día y la noche, entre las áreas expuestas al sol y la sombra.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco.
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922

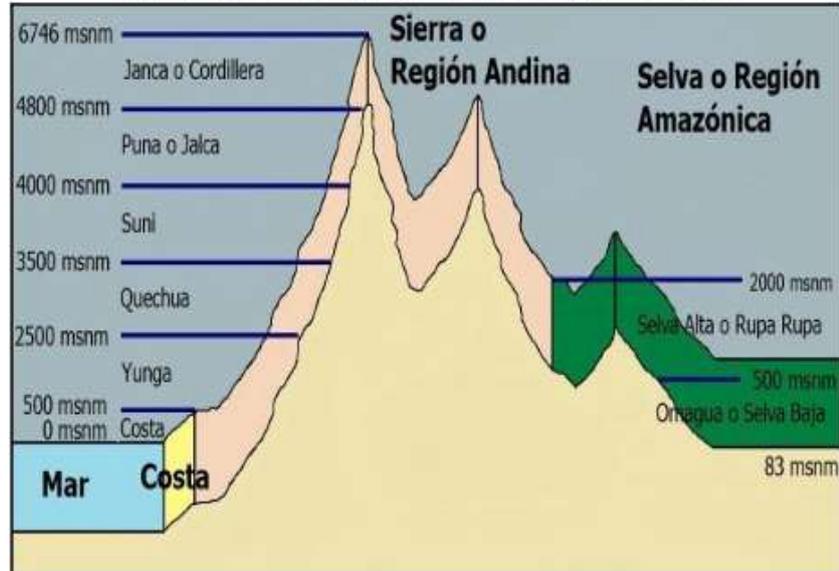


LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



GRAFICO N° 01 – REGIONES NATURALES DEL PERU



2. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geomorfología

La Geomorfología peruana, es el estudio de los relieves que tiene el Perú a lo largo y ancho de su territorio. Geomorfológicamente la forma estructural del área en estudio presenta una topografía plana y moderadamente accidentada.

• Geomorfología Andina:

La sierra, conformada por las altitudes del macizo andino es un conjunto de elevaciones que corren alineadas en cadenas paralelas: tres en el norte, tres en el centro, dos en el sur.

Los Andes del norte confluyen con los del centro en el Nudo de Pasco y los de centro confluyen con los del sur en el Nudo de Vilcanota.

La región andina del Perú se divide en tres sectores:

Los Andes del norte: son más bajos y húmedos que el promedio. Ello ha permitido que parte de la humedad y vegetación de la selva norte pueda trasladarse a la costa. Además, en los Andes del norte podemos encontrar el punto más bajo de toda la Cordillera Andina: el Abra de Porculla que con 2145 metros permite pasar al otro lado de la vertiente.

Los Andes del centro: son los más altos y empinados y ello hace del centro un lugar de difícil acceso sólo impulsado por la dinámica que la ciudad de Lima genera.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Los Andes del sur: son de mayor espesor que los Andes del norte y del centro. En este paisaje se instalan los pueblos de mayor acervo y tradición de nuestro país. Si hacemos un corte transversal que vaya de Arequipa hasta la frontera con Bolivia, veremos que tenemos más de 500 km. de longitud a una gran altitud que sobrepasa los 4.000 m. El territorio andino del Perú muestra una gran diversidad de unidades geomorfológicas, siendo los más importantes:

Las montañas: (nevados y volcanes) Ejemplos: Nevado de Husacarán (el más alto del Perú), Jerupaja el segundo más alto, Alpamayo el más bello de los picos del mundo. Coropuna, el volcán más alto del Perú, volcán Ubinas en Moquegua actualmente activo al igual que Sabancaya, que se encuentra en Arequipa.

Las altiplanicies: (mesetas y llanura intramontanas), son extensas llanuras frías, donde se desarrolla la ganadería de ovinos y camélidos. Las más importantes son: Collao en Puno la más extensa, Bon bon en Junín, Parinacochas en Ayacucho y Castrovirreina en Huncavelica.

Las cordilleras: importantes por contener glaciares. Ejemplos: Cordillera Blanca, cordillera de Carabaya, cordillera de La Chila, etc.

Los pasos o abras: son aberturas entre montañas, son valles en forma de U formado por los glaciares y tienen gran importancia para el trazado de redes viales transversalmente a la cordillera. Los más conocidos del Perú, son: el paso de Ticlio o Anticona, el paso de Porculla, el paso de Crucero Alto y el paso de La Raya.

Los cañones: son quebradas profundas y estrechas con condiciones para producir energía hidroeléctrica. Destacan el cañón del Pato en Ancash, el cañón de Colca en Arequipa, el cañón del Infiernillo en Lima y el cañón de Cotahausi el más profundo de América en Arequipa.

Los valles interandinos: son los relieves que se encuentran entre las cordilleras. Presenta dos partes bien diferenciados: vertiente y planicie. La planicie aluvial concentra las grandes urbes del territorio andino. Los valles interandinos más importantes son: el valle de Mantaro en Junín, el valle Callejón de Huaylas en Ancash, el valle de Urubamaba en el Cuzco, el valle de Huancabamba en Piura.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.2 Geología

La Geología actual del área de estudio es producto de millones de años de desarrollo y modificaciones a lo largo de diferentes procesos y la geodinámica externa como son los huaycos, deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, y migraciones de arena por efecto tectónico – Neoproterozoico del Complejo Marañón, sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han moldeado el rasgo morfoestructural de la región sierra central del Perú, donde se ubica el proyecto. Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización del Neoproterozoico del Complejo Marañón que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas. Así mismo, la erosión, los deslizamientos producidos por drenaje y acumulación de agua dando el desplazamiento de estas sobre grandes extensiones de la zona, dándole la configuración actual de su relieve.

2.2.1 Litoestratigrafía

La secuencia estratigráfica en el área de estudio está definida por el basamento de rocas metamórficas Neoproterozoico del Complejo Marañón sobre las cuales se distribuyen en el área de estudios. Se usó para esta informe información del INGEMMET - cuadrante 20 - k – Huánuco.

Complejo Marañón Esquistos (PE-e)

Se trata micaesquistos que se exponen en gran parte del área de estudio, ocupando casi la totalidad de las series metamórficas del Complejo del Marañón. En el mapa geológico se observa que estos micaesquistos afloran continuamente en la mitad Este del cuadrángulo de Huánuco, siendo reconocido en las localidades de Chicchuy, Malconga, Santa María del valle, Cabracancha, Molino, Manzano, Laguna Mancapozo, San Sebastián de Quera, Tambogan, Churubamba, Acomayo y Puente Durand; así como también en la mitad Oeste del área de estudio, en las localidades de Puyac, Chullay, Cutapalla, tanta Coto, del mismo modo en la carretera de Huánuco al aeropuerto David Figueroa.

Los esquistos en general son grises a gris oscuros y verdosos, estando en algunos casos asociados a venillas con lentes de cuarzo concordantes con la esquistosidad.

Los esquistos más comunes son cuarzo-micaceos, y esquistos cuarzo muscovi-ticos, esquistos cuarzo-muscovitas-cloritas, esquistos micas-cuarzo y esquistos cuarzo-bioritas-muscovitas; cuyas texturas más frecuentes son granoblásticas y granoblásticas saturadas. Las asociaciones mineralógicas encontradas más frecuentemente son:

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



- Cuarzo+muscovita
- Cuarzo+muscovita+clorita
- Cuarzo+biotita+micas
- Micas+cuarzo

Según determinaciones microscópicas, algunas muestras precedentes de los afloramientos esquistosos tienen las siguientes características:

Una muestra de estos esquistos tomada en las proximidades a Huilcabamba (NO de la laguna Verde Pozo) ha sido clasificada como esquisto de cuarzo-micas. Al microscopio se observan fenoblastos de cuarzo (cz) y plagioclasas (PGLs) rodeados por granos de muscovitas (mus), biotita (bt) y Sericita (ser) habiendo escasos de minerales Opacos (Ops), los mismos que están diseminados.

Depósitos Aluviales (Qr-al)

Estos depósitos están conformados por conglomerados polimicticos deleznable, con clastos de diferente tamaño, unidos por una matriz areno-arcillosa. Estos depósitos se acumulan en ambas márgenes de los valles y quebradas anexas.

Estas acumulaciones son reconocidas en el río Huallaga y en el río Higueras, ambos situados al Sur del área de estudio.

Las rocas intrusivas que se presentan en el área estudiada han sido subdivididas en batolito de Higueras, Plutón de Chacamarca y Plutón de Tres Alcantarillas.

Estos cuerpos han recrystalizado a las rocas encajonantes, principalmente a los esquistos metamórficos.

Su composición varía desde granodioritas, tonalitas, dioritas hasta adamelitas. En algunos casos, se presentan ciertas deformaciones por la actividad tectónica que afectó el área. Esta deformación se observa en el Plutón de Chacamarca y tres Alcantarillas.

Cuadro 02 - LEYENDA MAPA GEOLOGICO – INGEMMET

SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS
	REGION ANDINA CORDILLERA OCCIDENTAL Y ORIENTAL
PE-e	COMPLEJO MARAÑON (ESQUISTOS)
Qr-al	DEPOSITOS ALUVIALES

❖ Leyenda del mapa geológico del Departamento Huánuco -, INGEMMET.

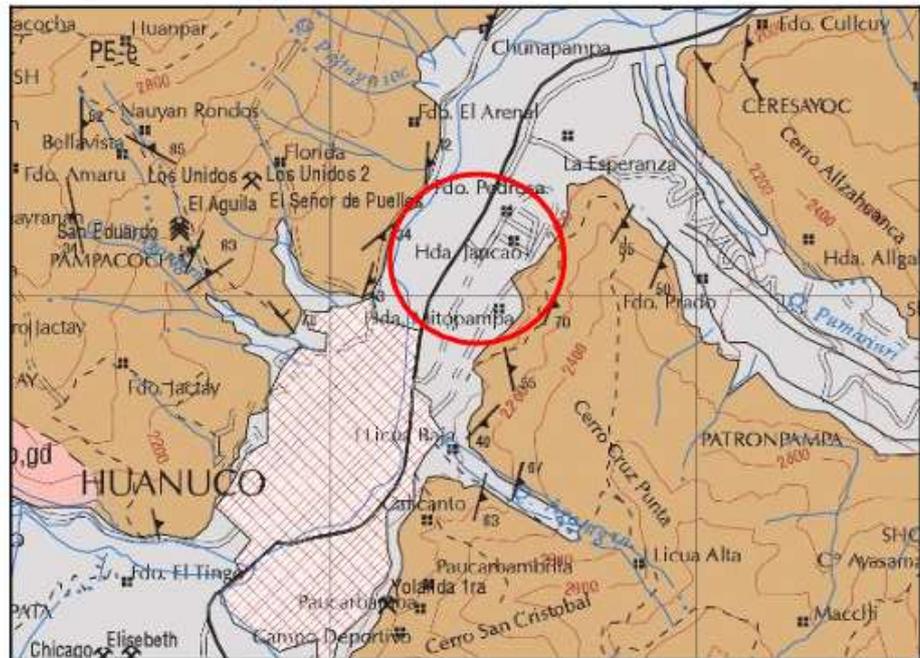


LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

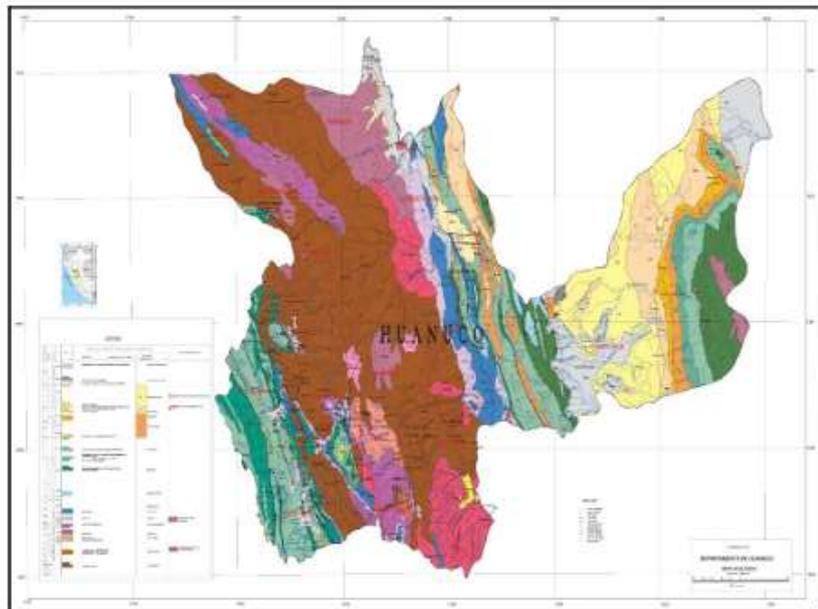
EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



❖ Mapa N° 04 - Geología del Cuadrángulo – 20 - k – Huánuco -INGEMMET.



❖ Mapa N° 05 - Geología del Cuadrángulo de la región Huánuco - INGENMET.



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eri@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.3 Geodinámica Externa

Los riesgos geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, están relacionados a las fuertes pendientes, abundantes precipitaciones, mal uso de las tierras de cultivo y a la ocurrencia de sismos. En la zona de Estudio no se observan:

- **Erosión de laderas.** - Se entiende por erosión de laderas todos los procesos que ocasionan el desgaste y traslado de los materiales de superficie (suelo o roca). Ello se produce por el continuo ataque de agentes erosivos tales como: agua de lluvias, escurrimiento superficial, vientos, etc., que tienden a degradar la superficie natural del terreno. El terreno es producto del proceso de intemperización de estas montañas rocosas y al corte realizado en el área en estudio existente. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Derrumbes.** - Es la caída repentina de una porción de suelo y/o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, suele estar condicionado por la presencia de discontinuidades o grietas. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Huaycos.** - Son avenidas intempestivas de agua turbia y turbulenta, y/o flujos viscosos rápidos, cargados de barro, sólidos de diferentes tamaños provenientes de rocas y suelos aguas arriba de la quebrada, a consecuencia de una fuerte precipitación pluvial de corto periodo. Durante la etapa de exploración, No se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Deslizamientos.** - Es la ruptura o desplazamiento pendiente abajo y hacia fuera, de pequeñas a grandes masas de suelo, rocas o combinaciones de estos en un talud natural o artificial. Se caracteriza por presentar necesariamente un plano de deslizamiento o falla a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento. Durante la etapa de exploración, NO se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.
- **Inundaciones.** - Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por desbordamiento de ríos, ramblas, por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por maremotos, etc. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura. Durante la etapa de exploración, NO se ha evidenciado riesgos de esta naturaleza.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR.



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.4 Geodinámica Interna

De acuerdo con el análisis sismo tectónico se considera que en la tierra existen dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como Círculo Alpino Himalayo y el Círculo Circumpacífico. En esta última zona está localizado nuestro país, considerado como una región de alta actividad sísmica. El área que comprende el Proyecto no se mapeó presencia de estructuras geológicas importantes, tales como fallas geológicas activas o inactivas, discordancias, fracturas y grietas de gran potencia, sin embargo, se debe tener en cuenta la sismicidad de la zona.

2.5 SISMICIDAD

El área que comprende el Proyecto no se mapeó presencia de estructuras geológicas importantes, tales como fallas geológicas activas o inactivas, discordancias, fracturas y grietas de gran potencia, sin embargo, se debe tener en cuenta la sismicidad de la zona.

MAPA N° 06 - ZONIFICACIÓN SÍSMICA



*Fuente -E-30

Según los Mapas de Zonificación Sísmicas y Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo con las Normas Sismo - Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones E - 050, el Distrito de Amarilis, Provincia Huánuco y Departamento de Huánuco se encuentra comprendida en la Zona 2 correspondiéndole una sismicidad media y de intensidad V a VI en la escala Mercalli Modificada con un suelo de cimentación tipo 2 (S2), Suelos Intermedios.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



Cuadro N° 03 - PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

FACTORES DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

El factor de suelo depende de las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico. Teniendo en cuenta el terreno, clasificaremos a los suelos como tipo S2, Suelos Intermedios correspondiéndole un valor de $S_2 = 1,20$.

Cuadro N° 04 - FACTOR DE SUELO "S"

SUELO \ ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

De acuerdo con las Normas Peruanas de Diseño Sismo Resistente, La fuerza sísmica horizontal (V) que debe utilizarse para el diseño de una estructura debe calcularse con la siguiente expresión:

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

Dónde:

Z = Factor de zona

U = Factor de uso

S = Factor de suelo

C = Coeficiente sísmico

P = Peso de la edificación

R = Coeficiente de reducción

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



El coeficiente sísmico se debe calcular en función del período de vibración fundamental de la estructura (T), y del período predominante de vibración del perfil del suelo ($T_L(s) = 2.0$), recomendándose para este último un valor de $T_P(s) = 0,6$ segundos.

Cuadro N° 05 – PERFIL DE SUELO - PERIODOS “ T_P Y T_L ”

	S_0	S_1	S_2	S_3
$T_P (s)$	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L (s)$	3,0	2,5	2,0	1,6

3. INVESTIGACIONES EN CAMPO

3.1 METODOLOGIA

La técnica empleada para el presente estudio está según la NPT 339.162:2018. Del reglamento nacional de construcción norma técnica de edificación e.050 suelos y cimentaciones, el profesional responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.

Se excavaron una (01) Calicata o Pozo a cielo abierto, la cual se profundizó hasta un máximo de 3.00 mts.

Estos sondajes se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando la ubicación de las diferentes estructuras a construir (colegios, edificios, hospitales, etc.).

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis.

De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras representativas, las que convenientemente identificadas con doble tarjeta de registro fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar los ensayos de sus características físicas, llevándose un registro correlativo de muestras, que permitió controlar la procedencia y ubicación de cada muestra.

3.2 REGISTRO DE CALICATAS.

Como parte de la evaluación geotécnica del suelo de subrasante existente a lo largo del área del proyecto, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, mediante la excavación de calicatas a cielo abierto y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



3.3 MUESTREO DE SUELOS

El objetivo del muestreo de suelos es obtener información confiable sobre un suelo específico. Aunque las muestras se colectan para obtener información respecto al cuerpo de suelo más grande denominado "población", tales muestras podrán ser o no representativas de la misma, dependiendo de cómo hayan sido seleccionadas y colectadas. Todos los suelos son naturalmente variables: sus propiedades cambian, horizontalmente, de manera transversal al paisaje y, verticalmente, más abajo del perfil del suelo. Lo primero que hay que consignar en la obtención de una muestra es que ésta sea representativa del terreno.

Todo estudio geotécnico debe iniciarse con un reconocimiento detallado del terreno a cargo de personal experimentado. El objetivo de este reconocimiento es contar con antecedentes geotécnicos previos para programar la exploración. El programa de exploración que se elija debe tener suficiente flexibilidad para adaptarse a los imprevistos geotécnicos que se presenten. No existen un método de reconocimiento o exploración que sea de uso universal, para todos los tipos de suelos existentes y para todas las estructuras u obras que se estudian.

a) Calicatas

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones. A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

b) Muestras alteradas

Se obtienen en general de las paredes de los pozos y comprometen estratos determinados o bien la suma de algunos de ellos, como es el caso de la investigación de yacimientos. Estas muestras deben guardarse en bolsas impermeables y de resistencia adecuada. Cada bolsa debe identificarse clara e indeleblemente.

Muestras en bolsas: Las muestras en bolsas se toman con pala, barreta o cualquier otra herramienta de mano conveniente y se colocan en bolsas sin tratar de mantener al suelo en forma inalterada.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_earl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 **LABORTEC**
Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



c) Muestras inalteradas.

Este tipo de muestra se recorta de las paredes de los pozos y compromete estratos bien definidos. Después de cortadas deben revestirse con una capa de parafina sólida aplicada con brocha. Es conveniente agregar alrededor de un 30% de cera virgen a la parafina sólida con el fin de que la capa protectora sea menos rígida.

Si la consistencia de la muestra es relativamente blanda, debe rodearse de grasa y recubrir una vez más con parafina sólida y cera. Una vez dado el tratamiento anterior, debe colocarse en cajas de madera con aserrín u otro producto que actúe como amortiguador de golpes. Las muestras sin perturbar deberán tomarse apenas excavadas las calicatas, en especial cuando se trate de suelos cuya estructura se ve afectada por los cambios de humedad. En todo caso, al tomar una muestra no perturbada, debe elegirse la pared de la calicata menos expuesta al sol y debe excavarse el espesor superficial que haya sido afectado por los cambios de humedad. No deben escatimarse esfuerzos en el embalaje adecuado de las muestras, ya que el grado de perturbación que se le ocasione a una muestra no perturbada es irrecuperable y lleva a resultados erróneos.

En las calicatas, es posible realizar ensayos en sitio tales como las pruebas de carga con placas, CBR, permeabilidades, medidas de densidad, etc. Las pruebas de carga pueden realizarse contra el fondo de la perforación o las paredes de la misma. Cada vez que sea necesario realizar un ensayo en sitio en una calicata, la excavación deberá realizarse considerando este hecho, dado que este tipo de prueba obliga a tomar medidas especiales que determinan la forma de excavación.

Es así como la toma de densidades obliga a realizar éstas a medida que la excavación se realiza, o bien es necesario dejar bancos intermedios. El muestreo es tan importante como el ensayo y se deben tomar las precauciones para obtener muestras que exhiban la naturaleza real y condiciones de los suelos que se representan.

Salvo situaciones que exijan determinación de resistencia o consolidación, las muestras necesarias para diseño de superestructura de obras proyectadas. Dentro de los trabajos exploratorios se realiza una prospección visual manual, para obtener algunos parámetros en campo como son:

- **Tamaño:** Los suelos gruesos son aquellos en que más de la mitad de las partículas son visibles. En esta estimación se excluyen las partículas gruesas mayores a 80 mm (3"); sin embargo, tal fracción debe ser estimada visualmente y el porcentaje indicado independientemente del material inferior a 80 mm. La fracción gruesa comprende los tamaños de gravas y arenas, y la fracción fina los limos y arcillas. En caso de suelos mixtos, la muestra se identificará sobre la base de la fracción predominante usando los

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 052-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306022



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



siguientes adjetivos, según la proporción de la fracción menos representativa; indicios: 0-10%, poco: 10-20%, algo: 20-35%; y abundante: 35-50%.

- **Olor:** Las muestras recientes de suelos orgánicos tienen un olor distintivo que ayuda a su identificación. El olor puede hacerse manifiesto calentando una muestra húmeda.
- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **Humedad:** En las muestras recientes deberá registrarse la humedad. Los materiales secos necesitan una cantidad considerable de agua para obtener un óptimo de compactación. Los materiales húmedos están cerca del contenido óptimo. Los mojados necesitan secarse para llegar al óptimo, y los saturados son los suelos ubicados bajo un nivel freático.
- **Estructura:** Si los materiales presentan capas alternadas de varios tipos o colores se denominará estratificado; si las capas o colores son delgados, inferior a 6 mm, será descrito como laminado; fisurado si presenta grietas definidas; lenticular si presenta inclusión de suelos de textura diferente.
- **Cementación:** Algunos suelos muestran definida evidencia de cementación en estado inalterado. Esto debe destacarse e indicar el grado de cementación, descrito como débil o fuerte. Verificando con ácido clorhídrico si es debida a carbonatos y su intensidad como ninguna, débil o fuerte.
- **Densificación:** La compacidad o densidad relativa de suelos sin cohesión puede ser descrita como suelta o densa, dependiendo de la dificultad que oponga a la penetración de una cuña de madera.

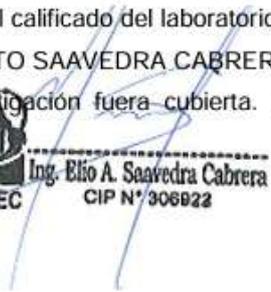
La consistencia de suelos cohesivos puede ser determinada en sitio o sobre muestras inalteradas de acuerdo con el criterio indicado.

Los valores de resistencia al corte están basados en correlaciones con penetrómetro de bolsillo usado frecuentemente para estimar la consistencia.

- **Clasificación:** Se debe indicar además la clasificación probable. Pueden usarse clasificaciones dobles cuando un suelo no pertenece claramente a uno de los grupos, pero tiene fuertes características de ambos grupos. Deben colocarse entre paréntesis para indicar que han sido estimadas.
- **Nombre local:** El uso de nombres típicos tales como caliche, maicillo, pumicita, cancagua, etc., además de su designación según el sistema de clasificación de suelo, ayuda a identificar sus condiciones naturales.

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelo LABORTEC E.I.R.L., a cargo del Técnico ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta. Las

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos de sondaje.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio Técnico especializado en Suelos, Concreto y Asfalto, para la realización de los ensayos estándar, para determinar el Angulo de fricción interna de los suelos y la cohesión del mismo, para el cálculo de la capacidad portante.

4.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

CUADRO N° 06

- Análisis Granulométrico por tamizado	(NTP 339.128)
- Limite Líquido	(NTP 339.129)
- Limite Plástico	(NTP 339.129)
- Contenido de Humedad	(NTP339.127)
- Peso volumétrico	(NTP 339.139:1999)
- Densidad Natural	(Norma ASTM D1556)4.
- Clasificación SUCS.	(NTP 339.134)4.
- Ensayo de corte directo	(NTP 339.171:2002)
- Sales solubles en los suelos	(NTP 339.152:2002)

4.2 TRABAJOS EN LABORATORIO

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

Antes de su ingreso al laboratorio para el análisis respectivo, las muestras tienen que ser secadas, molidas, tamizadas, homogenizadas, cuarteadas y correctamente identificadas, según el objetivo que se persiga con ellas.

4.2.1 Secado

Las muestras que se piensan almacenar durante algún tiempo antes de concluirlos análisis se deben secar previamente para evitar cambios químicos que se puedan producir al almacenarlas húmedas durante mucho tiempo. Debido a las rápidas variaciones que se producen en las condiciones químicas del suelo durante la desecación, algunos análisis se recomiendan hacerlos usando muestras húmedas poco después de haber sido tomadas en el campo.

Los valores que pueden sufrir cambios durante el desecado son los que corresponden a pH. Muchas determinaciones no se afectan significativamente al ser secadas al aire con el

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR


Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



fin de almacenarlos. Para el secado, las muestras se extienden en una superficie plana sobre bandejas o papel limpio, en un local bien ventilado. Se debe evitar el secado brusco utilizando altas temperaturas.

4.2.2 Identificación

Una vez homogenizadas las muestras se envasan adecuadamente en bolsas de plástico o papel, selladas adecuadamente y se identifican con toda la información necesaria para ser procesado en los ensayos básicos de clasificación de suelos.

4.2.3 Granulometría

La granulometría se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, expresado como un porcentaje en relación con el peso total de la muestra seca. Aprenderemos a utilizarla como un instrumento en la clasificación de los materiales, ya que la descripción por tamaño tiene especial interés en la selección de materiales para rellenos de carreteras y presas, los cuales requieren materiales con graduaciones determinadas.

IMAGEN N° 04 – ENSAYO GRANULOMETRICO



Distribución Granulométrica; Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división de este en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes; las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo, en forma correlativa para las distintas fracciones de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue correlativamente.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Blío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



4.2.4 Clasificación de Suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra. Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos.

Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm, y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm. A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O). Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

4.2.5 Contenido de Humedad

El proceso de la obtención del contenido de humedad de una muestra se hace en laboratorios, el equipo de trabajo consiste en un horno donde la temperatura pueda ser controlable. Una vez tomada la muestra del sólido en estado natural se introduce al horno. Ahí se calienta el espécimen a una temperatura de más de 100 grados Celsius, para producir la evaporación del agua y su escape a través de ventanillas. Se debe ser cuidadoso de no sobrepasar el límite, para no correr el riesgo de que el suelo quede cremado con la alteración del cociente de la determinación del contenido de humedad. El material debe permanecer un periodo de doce horas en el horno, por esta razón se acostumbra a iniciar el calentamiento de la muestra de suelo al final del día, para que así de deshidrate durante toda la noche. El objetivo del estudio es conocer y determinar el porcentaje de humedad de suelo.

Es la proporción porcentual entra la fase líquida (agua) y la parte solida del suelo (partículas minerales del suelo).

Se muestra en la siguiente expresión:

$$w(\%) = \frac{Ww * 100}{Ws}$$

Ww = Peso del agua en la muestra

Ws = Peso del suelo seco



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



4.2.6 Límites de Atterberg (LL, LP, IP)

- **Determinación del límite líquido, plástico e índice plástico.**

El objetivo del ensayo es determinar el límite líquido, plástico e índice plástico de una muestra de suelo.

Una vez realizado el análisis granulométrico el cual nos permite estudiar el tamaño de estas partículas y medir la importancia que tendrán según la fracción de suelo que representen (gruesos, gravas, arenas, limos y arcillas). Si bien un análisis granulométrico es suficiente para gravas y arenas, cuando se trata de arcillas y limos, turbas y margas se debe completar el estudio con ensayos que definan la plasticidad del material.

Límite Líquido LL: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo.

Límite Plástico LP: es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo.

Índice de Plasticidad IP: Atterberg definió el índice de plasticidad para describir el rango de contenido de humedad natural sobre el cual el suelo era plástico. El índice de plasticidad IP, es por tanto numéricamente igual a la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico:

$$IP = LL - LP$$

5. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a la calicata, luego del estudio obtenido de los récords de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

- Las calicatas y trincheras serán realizadas según la NTP 339.162:2018. del Reglamento Nacional De Construcción NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES, El Profesional Responsable deberá tomar las precauciones necesarias a fin de evitar accidentes.
- Se realizó una descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – Manual según NTP 339.150:2018.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_earl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 308022



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Calicata C-01

- De 0.00 a 0.15 m. – PT - Suelo disturbado.
- De 0.15 a 3.00 m. – SC – Arena arcillosa.

Contenido de Humedad	(%)	17.30
Límite Líquido (LL)	(%)	24
Límite Plástico (LP)	(%)	9
Índice Plástico (IP)	(%)	15
Clasificación (S.U.C.S.)		SC
Clasificación (AASHTO)		A-2-6
Color		Marrón - Claro
Consistencia		Plástica
Índice de Grupo		0

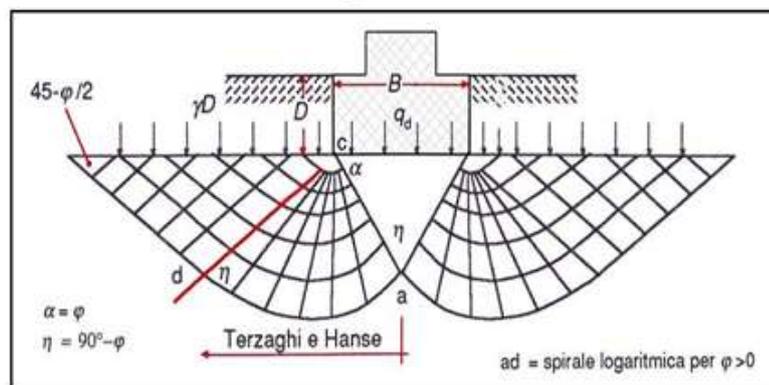
6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, del proyecto: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESCALERA HELICOIDAL PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”**. Se va a emplear un sistema estructural conformado por zapatas cuadradas aisladas.

El concepto estructural de las zapatas cuadradas aisladas; es un tipo de cimentación superficial, su función es anclar y transmitir las tensiones que genera una estructura al terreno sobre el que se encuentra.

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma_1 * D_f * N_q + 0.4 * \gamma_2 * B * N_\gamma$$

Figura N° 01



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- D_f = Profundidad de desplante
 Γ_m = Peso específico volumétrico del suelo (cada estrato)
 B = Ancho de cimentación
 N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga que depende de la fricción (ϕ).
 $F.S.$ = Factor de seguridad

6.1 TIPO DE CIMENTACIÓN.

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas se recomienda utilizar una cimentación con zapatas cuadradas aisladas.

6.2 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad:

$D_f = 1.80$ m. Del nivel de la cota 0.00 m.

6.3 CÁPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.

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

6.3.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE C - 01

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic. De acuerdo con las dimensiones las zapatas cuadradas empleadas en los sistemas de diseño, se ha considerado un ancho de cimentación de 1.60 m. para las zapatas cuadradas.

De acuerdo con lo verificado In Situ, confirmado en Laboratorio, se han obtenido los siguientes valores:

Ángulo de fricción interna: $\phi = 31.47^\circ$, y cohesión $c = 0.03$ kg/cm²

Del análisis de los resultados, de la revisión y verificación de los datos de campo y aplicando la experiencia del suscrito en este tipo de suelos, se ha seleccionado como representativa para los cálculos de la capacidad portante los resultados indicados y se ha considerado el criterio de falla local para los presentes cálculos.

Para los cálculos de la capacidad portante admisible del suelo de fundación, se consideraron las ecuaciones 01 y 02 de Terzaghi, para zapatas cuadradas y cimiento corrido respectivamente.

$$q_b = 1.3 * C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.4 * \gamma * B * N_\gamma$$

$$q_b = C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



• Zapatas Cuadradas

$$q_b = 1.3C * N_c + \gamma_1 * D_f * N_q + 0.5 * \gamma_2 * B * N_\gamma$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Peso volumétrico seco (γ) = 1.998 ton/m³
- Ángulo de fricción interna (ϕ) = 31.5 Ø'
- Ángulo de fricción interna (ϕ) = 22.2 Ø''
- Cohesión (c) = 0.22 ton/m²
- Ancho de Zapata (B) = 1.60 m.
- Profundidad de cimentación (Df) = 1.80 m.
- Presencia de nivel freático = NO
- Considerando Falla Local = SI
- Factor de seguridad (Fs) = 3.0
- Factores de carga adimensionales :

$$N_c' = 32.02$$

$$N_q' = 20.12$$

$$N_\gamma' = 20.58$$

$$q_h = 1.3 * 0.22 * 32 + 1.998 * 1.80 * 20.12 + 0.40 * 1.998 * 1.60 *$$

$$q_h = 9.24 + 72.36 + 26.31$$

$$q_h = 107.92 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{107.92}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 35.97171 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 3.60 \text{ Kg/cm}^2$$

• Cimiento Corrido

Aplicando la fórmula 02 de Terzaghi, para cimiento corrido.

$$q_b = C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma$$

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Peso volumétrico seco (γ) = 1.998 ton/cm³
- Ángulo de fricción interna (ϕ) = 31.5 Ø'
- Cohesión (c) = 0.22 ton/cm²
- Ancho de Zapata (B) = 1.60 m.
- Profundidad de cimentación (Df) = 1.80 m.
- Presencia de nivel freático = NO
- Factor de seguridad (Fs) = 3.0
- Factores de carga adimensionales :

$$N_c' = 32.02$$

$$N_q' = 20.12$$

$$N_\gamma' = 20.58$$





LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



$$q_h = 0.22 * 32 + 1.998 * 1.80 * 20.12 + 0.50 * 1.998 * 1.60 * 20.6$$

$$q_h = 7.11 + 72.362 + 32.889$$

$$q_h = 112.36 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{112.36}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 37.4533 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 3.75 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA 03 – RESULTADOS DE CAPACIDAD DE CARGA C-01

Las siguientes tablas muestran los diferentes valores posibles a diferente ancho y profundidad de cimentación de los suelos en el cual se ejecutará el proyecto en estudio.

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)					
PROFUNDIDAD (m)	PARA ZAPATA CUADRADA				
	ANCHO DE LA BASE (m)				
	0.60	1.00	1.60	1.80	2.20
0.20	0.90	1.12	1.44	1.55	1.77
0.40	1.17	1.39	1.71	1.82	2.04
0.80	1.71	1.93	2.25	2.36	2.58
1.20	2.25	2.47	2.79	2.90	3.12
1.80	3.06	3.28	3.60	3.71	3.93
2.00	3.33	3.55	3.87	3.98	4.20
2.40	3.87	4.09	4.41	4.52	4.74
2.80	4.41	4.63	4.95	5.06	5.28
3.20	4.95	5.17	5.49	5.60	5.82
3.60	5.49	5.71	6.03	6.14	6.36
4.00	6.03	6.25	6.57	6.68	6.90

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)					
PROFUNDIDAD (m)	CIMIENTO CORRIDO				
	ANCHO DE LA BASE (m)				
	0.60	1.00	1.60	1.80	2.20
0.40	1.18	1.45	1.86	2.00	2.27
0.80	1.72	1.99	2.40	2.54	2.81
1.20	2.26	2.53	2.94	3.08	3.35
1.80	3.07	3.34	3.75	3.89	4.16
2.00	3.34	3.61	4.02	4.16	4.43
2.40	3.88	4.15	4.56	4.70	4.97
2.80	4.42	4.69	5.10	5.24	5.51

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



6.4 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES

6.4.1 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES C-01

Tratándose de un suelo Arena Arcillosa, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por: El asentamiento elástico de la cimentación superficial se estimó mediante la Teoría de la Elasticidad

$$S_e = q_0 \cdot B \cdot (1 - \mu_s) \cdot I_f / E_s$$

Dónde:

Capacidad admisible de carga (ton/m ²)	=	107.92
Ancho de zapata (m)	=	1.60
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	=	11600
Relación de Poison	=	0.30
Factor de Forma L/B (cimentación flexible) (cm/m)	=	82.00
Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m)	=	82.00
Asentamiento Permisible Flexible (cm)	=	1.11
Asentamiento Permisible Rígido (cm)	=	1.111

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.111 \text{ cm.}$$

Se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2.54cm) según Terzaghi y Peck (1967). Luego:

$$S_e (1.111 \text{ cm}) < 1" (2.54 \text{ cm})$$

Con los valores indicados, el asentamiento es menor a 2.54 cm, que es el asentamiento máximo tolerable para este tipo de cimentación. Recomendándose finalmente lo siguiente:

$$Q_{ad} = 3.60 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con las características de los estratos del subsuelo en el área de estudio, no se esperan asentamientos, aunque se traten de suelos comprensibles y hay carencia de agua tanto superficial como subterránea.

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Tipo de Cimentación:

Zapatas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimentación

Estrato de Apoyo de la Cimentación:

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306822



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



SC: Arena Arcillosa.

Parámetros de diseño:

Df	=	1.80 m.
Qadm.	=	3.60 Kg/cm ²
F.S.	=	3.0
Asent. Difer.	=	1.111 cm.

7. CALCULO DE COEFICIENTE DE BALASTO

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modernizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos -muelles o bielas biarticuladas- cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto (Ks), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento -en su caso asiento- (δ):

A partir de la determinación de parámetros característicos del suelo (módulo de deformación, tensión admisible, etc.) que se relacionan con el módulo de balasto mediante fórmulas dadas por varios autores.

Es conocida, por ejemplo, la fórmula de Vesic en función del módulo de deformación o elasticidad (Es) y coeficiente de Poisson (vs) el terreno, que en su forma reducida tiene la siguiente expresión:

$$k_s = E_s / [B (1 - v_s^2)]$$

Donde B es el ancho de la cimentación. 2.2 La fórmula de KLEPIKOV:

Calicata 01

Capacidad admisible de carga (ton/m ²)	=	107.92
Ancho de zapata (m)	=	1.60
Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	=	11600
Relación de Poisson	=	0.30
Módulo de Balasto (Modulus of subgrade reaction)	=	7967

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



8. AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

De los resultados de las muestras obtenidas de la calicata para efectos de este informe se han seleccionado las muestras representativas de cada calicata en donde arroja los siguientes valores:

CALICATA 01

REPORTE DE RESULTADOS	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS	
	%	VALOR	UNIDADES
Sulfatos como ión SO_4	0.06	0.0637	%
Cloruros como ión Cl	0.10	0.0514	%
pH a 15.9°C	>4	7.7	

Los principales elementos químicos para evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento respectivamente.

TABLA N°08 - ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACION

PRESENCIA EN EL SUELO DE:	P.P.M.	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
*SULFATOS	0-1000 1000 - 2000 2000 - 20,000 >20,000	LEVE MODERADO SEVERO MUY SEVERO	OCASIONA UN ATAQUE QUIMICO AL CONCRETO DE LA CIMENTACION
**CLORUROS	> 6,000	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE CORROSION DE ARMADURAS O ELEMENTOS METALICOS
**SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	OCASIONA PROBLEMAS DE PERDIDA DE RESISTENCIA MECANICA POR PROBLEMA DE LIXIVIACION

* Comité 318-83 ACI

** Experiencia existente

Observamos que la concentración de sales cloruros en la calicata, se encuentra por debajo de los valores permisibles, siendo el valor máximo obtenido igual a = 514 ppm que corresponde a la calicata C-01, menor que 6000ppm (valor permisible para cloruros), por lo que no ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación. De igual manera observamos concentraciones de sales sulfatos por debajo del valor permisible, siendo el valor máximo obtenido igual a = 637 ppm SO_4 , que corresponde a la calicata C-01, menor que 1000 ppm SO_4 (valor permisible para sulfatos) por lo que va a ocasionar un ataque insignificante a leve al concreto de la cimentación.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



9. AGUA EN EL SUELO

9.1. INTRODUCCIÓN

Después de haber analizado las propiedades más importantes y necesarias para una identificación y clasificación de los suelos, se sigue con el estudio de las propiedades mecánicas relacionadas con una de sus fases, la fase líquida, que generalmente se refiere al agua en sus diferentes formas o estados. Las aguas Freáticas, son entonces las aguas que encontramos cuando el suelo está saturado, y están por debajo de este nivel freático. Este nivel freático es muy variable, y encontramos que, en el verano, cuando el calor se hace más intenso, el nivel freático baja, por el proceso de evaporación que genera el calor en el verano. Así también encontramos que el nivel freático en el tiempo de lluvia, sube, y puede llegar hasta muy altos niveles, es decir a muy poca profundidad, el sitio donde empiezan las aguas freáticas, pudiendo ser un factor importante en la construcción.

9.2. RECONOCIMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS

En el campo podemos conocer el nivel del agua freática abriendo un hueco en la tierra, de tal manera que podamos ver dentro del (50 x 50 centímetros), y esperar que el nivel del agua se estabilice.

De esta forma podemos después de una hora más o menos, que el nivel donde tenemos el agua será el nivel freático, para poder saber dónde se encuentra el nivel freático simplemente se toma la distancia de la superficie de la tierra, al punto donde el suelo está saturado, hallamos el Nivel Freático.

El punto donde el suelo está saturado de agua se puede hallar por medio del ensayo de Contenido de Humedad, el cual nos permite saber, que porcentaje de agua hay en los vacíos del suelo, y cuando este porcentaje sea el 70% al 80%, querrá decir que este suelo está saturado, estando dentro de las aguas freáticas.

Durante la realización del presente informe se realizó una calicata con el fin de determinar la profundidad del nivel freático con respecto a la topografía del terreno y no se detectó la presencia de la misma hasta la profundidad máxima prospectada que fue de 3.00 m.

Cuadro N° 07 – UBICACIÓN DE NIVEL FREATICO

UBICACIÓN	NIVEL FREATICO	PROFUNDIDAD
C-01	NO	-

Los certificados de los ensayos de laboratorio se anexan.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eir@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC
Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área en estudio se ubica en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco y departamento de Huánuco, En el centro poblado Jancao, se ubica a una altitud promedio de 1900 - 1920 m.s.n.m. La temperatura promedio es de 18-23°C.
- La muestra de la Calicata 01 corresponden a una clasificación de suelos SUCS: SC: Arena arcillosa.
Los certificados de los ensayos de laboratorio se anexan.
- Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación:
 - **De la C-01 Recomendamos como valor único de diseño $q_{ad} = 3.60 \text{ Kg/cm}^2$**
- Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
- Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos y las condiciones de ausencia nivel freático y las características de las estructuras, se recomienda cimentar a una profundidad: **Df = 1.80 m.** del nivel 0.00m.
- Deberá garantizarse que las Zapatas cuadrada e interconectadas de cimentación queden apoyados sobre materiales adecuados para la capacidad especificada y particularmente sobre los estratos recomendados.
- Se realizó una descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – Manual según NTP 339.150:2018.
- Las Excavaciones se realizaron de manera manual utilizando (picos, palas y barretas) de manera de poder encontrar terreno firme.
- Los asentamientos producidos debido a la sollicitación de las cargas actuantes serán absorbidos por la cimentación propuesta.
- En el área de estudio se determinó que no hay presencia de nivel freático no siendo perjudicial para las estructuras si la cimentación y las zapatas son implementadas con un **Df** no mayor a 1.8 m por todo lo expuesto se concluye usar el cemento tipo I para las estructuras que conformaran la cimentación.
- **Si en el periodo de diseños se hacen cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias con las condiciones del subsuelo establecidas en este informe, se debe comunicar a un especialista en mecánica de suelos para evaluar las recomendaciones de este informe.**
- Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agregados (piedra y arena).

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR



Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



- Se recomienda no cimentar sobre rellenos no controlados, para los falsos pisos se debe retirar el material de relleno a una profundidad de 40 cm, los cuales deberán ser reemplazado por material granular debidamente seleccionado y compactados antes de iniciar la construcción de la cimentación.
- El Material Seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:
 - a) Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141:1999, en todo su espesor.
 - b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141:1999, en todo su espesor.
- En todos los casos deberán realizarse controles de compactación en todas las capas compactadas, a razón necesariamente, de un control por cada 250 m² con un mínimo de tres controles por capa. En áreas pequeñas (igual o menores a 25 m²) se aceptará un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar será de 0,30 m de espesor. Seguir las recomendaciones.
- Según los mapas de zonificación sísmica y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo con las normas sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco y Región Huánuco, se encuentra comprendida en la zona 2

Parámetro de Suelo T _p (seg.)	0.60 seg.
Parámetro de Suelo T _L (seg.)	2.0 seg.
Perfil de suelos	Tipo 2 - Suelos Intermedios
Factor de Suelo - S ₂	1.20
Factor de Zona - Z	0.25

Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al proyecto: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESCALERA HELICOIDAL PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO, AMARILIS - HUÁNUCO -2023”**, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR.


LABORTEC
Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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, Tacna, 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. Primera Edición 1972.
- Roberto Michelena / Mecánica de Suelos Aplicada. Primera Edición 1991.
- Reglamento Nacional de Construcciones CAPECO Quinta Edición 1987.
- RNC Normas de Diseño Sismo Resistente
- Cimentación de Concreto Armado en Edificaciones – ACI American Concrete Institute. Segunda Edición 1993.
- Supervisión de Obras de Concreto – ACI American Institute. Tercera Edición 1995.
- Recomendaciones para el proceso de Puesta en Obras de Estructuras de Concreto. Ing. Enrique Riva López /CONCYTEC 1988.
- Geotécnica para Ingenieros, Principios Básicos Alberto, J. Martínez Vargas /CONCYTEC 1990.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
Celular : 962987000
Fono : 062-287145
E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com
Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificado mediante el código QR


LABORTEC Ing. Elio A. Saavedra Cabrera
CIP N° 306922