

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Diseño estructural en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco pisos en la ciudad de Huánuco - 2021”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTOR: Apolinario Cruz, Danner Aleksei

ASESOR: Gómez Valles, Jhon Elio

HUÁNUCO – PERÚ

2022

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 Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71539360

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45623860

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0001-6424-6032

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander	Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente	45250659	0000-0003-0701-2621
3	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:10 horas del día 23 del mes de Setiembre del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Dr. Johnny Prudencio Sacha Rojas (Presidente)
Dr. Reynel Alejandro Lombardini Biza (Secretario)
Dr. Yolanda Ruth Trujillo Ariza (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1059-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"Diseño estructural de concreto armado de un edificio multi-familia de cinco pisos en la ciudad de Huánuco 2021"

presentado por el (la) Bachiller Damen Alekai Apolinario Cruz, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló 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 le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 1.6 y cualitativo de Buena (Art. 47)

Siendo las 10:27 horas del día 23 del mes de Setiembre del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, MG. JHON ELIO GÓMEZ VALLÉS,

Asesor del Programa académico profesional de ingeniería civil y designado mediante documento: RESOLUCIÓN No 742-2020-D-FI-UDH, con fecha de 02 de noviembre 2020, del **BACH. DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ**, de la investigación titulada “**DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021**”.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 20% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 15 de octubre del 2022

Mg. JHON ELIO GÓMEZ VALLÉS
DNI N° 45623860

GOMEZ VALLES, JHON ELIO
(DNI): 45623860
Código ORCID: 0000-0001-6424-6032

Tesis post sustentacion

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	19%	3%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
9	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%

APELLIDOS Y NOMBRES: GOMEZ VALLES JHON ELIO

DNI: 45623860

CODIGO ORCID: 0000-0001-6424-6032



Jhon Elio Gomez Valles
INGENIERO CIVIL

DEDICATORIA

A mis padres, Mabel Cruz y Edwin Apolinario, por el apoyo incondicional en mi formación profesional y sobre sus enseñanzas a ser perseverante, a mis abuelitos Magda Rivas y Víctor Cruz. A mis tíos y tías Víctor Hugo, Kinski, Alvaro, Ricardo, Magnolia y Yenli y primas Lupita, Carla y Natsúe.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

- Facultad de Ingeniería Civil de mi alma mater, la Universidad de Huánuco por los conocimientos académicos recibidos.
- Mis maestros, quienes me orientaron y forjaron en la profesión.
- Mi asesor, Mg. Ing. Jhon Elio Gomez Valles, por sus orientaciones y guías académicas en la plasmación de tesis

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT.....	XII
CAPÍTULO I	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	15
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3. 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
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	22
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	22
2.2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO ARMADO FRENTE A OTROS MATERIALES	25
2.2.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	27

2.2.4. SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO	28
2.2.5. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	28
2.2.6. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	28
2.2.7. PROGRAMA ETABS	33
2.2.8. ESTRUCTURACIÓN O CONFIGURACIÓN	34
2.2.9. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	38
2.2.10. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)....	38
2.2.11. NORMAS EMPLEADAS EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL ..	39
2.2.12. ANÁLISIS ESTÁTICO	39
2.2.13. ANÁLISIS DINÁMICO	41
2.2.14. ACELERACIÓN ESPECTRAL	41
2.2.15. DETERMINACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES	42
2.2.16. DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS	
ADMISIBLES	43
2.2.17. FUERZA CORTANTE MÍNIMA	43
2.2.18. EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL (EFECTOS DE TORSIÓN)..	
.....	44
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	44
2.4. HIPÓTESIS	47
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	47
2.5. VARIABLES	47
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	47
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	47
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	48
CAPÍTULO III.....	49
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.1.1. ENFOQUE	49
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	49
3.1.3. DISEÑO	49
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.2.1. POBLACIÓN	50
3.2.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA	50
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	50

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	50
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	50
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ..	51
CAPÍTULO IV.....	52
RESULTADOS.....	52
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	52
4.1.1. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA	52
4.1.2. ESPECIFICACIONES DE LA ESTRUCTURA	55
4.1.3. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL	55
4.1.4. ANÁLISIS SÍSMICO.....	62
4.1.5. FUERZAS CORTANTES EN LA BASE	76
4.1.6. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	76
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	109
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	109
CAPÍTULO V.....	111
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	111
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distorsiones de entrepiso.....	43
Tabla 2. Contenido de humedad del estrato de la calicata C-01	53
Tabla 3. Límites de consistencia del estrato de la calicata C-01	54
Tabla 4. Distribución Granulométrica de la calicata C-01	54
Tabla 5. Resultado del estudio de mecánica de suelos	54
Tabla 6. Predimensionamiento de columnas	59
Tabla 7. Irregularidades de rigidez o Piso blando (Dirección X-X).....	63
Tabla 8. Irregularidades de rigidez o Piso blando (Dirección Y-Y).....	64
Tabla 9. Irregularidad de Resistencia – Piso Débil	64
Tabla 10. Irregularidades de masa	65
Tabla 11. Irregularidad Geométrica Vertical	66
Tabla 12. Irregularidad Torsional (Dirección X-X).....	67
Tabla 13. Irregularidad Torsional (Dirección Y-Y).....	67
Tabla 14. Irregularidad Torsional Extrema (Dirección X-X).....	68
Tabla 15. Irregularidad Torsional Extrema (Dirección Y-Y).....	68
Tabla 16. Irregularidad estructural encontrada en la edificación.....	69
Tabla 17. Tabla de periodo fundamental vs aceleración espectral	70
Tabla 18. Verificación de máximas derivas en la dirección de X-X.....	73
Tabla 19. Verificación de máximas derivas en la dirección de Y-Y.....	73
Tabla 20. Masas Participativas	74
Tabla 21. Resultados de la fuerza cortante basal	75
Tabla 22. Fuerzas actuantes distribuidas en cada piso	75
Tabla 23. Fuerza Cortante Basal según dirección x, y.....	76
Tabla 24. Factores de reducción de resistencia	77

Tabla 25. Resumen del diseño por flexión de viga	80
Tabla 26. Fuerza cortante	82
Tabla 27. Diseño por flexión en la losa aligerada	97
Tabla 28. Verificación por corte de vigueta	98
Tabla 29. Combinaciones de cargas en extremo inferior de columna	99
Tabla 30. Combinaciones de cargas en el extremo superior de la columna	99
Tabla 31. Combinaciones de carga	103
Tabla 32. Solicitaciones actuantes.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zapatas de Cimentación	29
Figura 2. Unión de la edificación con el terreno de soporte	30
Figura 3. Unión de la edificación con el terreno de soporte	31
Figura 4. Sección de losa maciza y aligerada de concreto armado	32
Figura 5. Representación esquemática de las losas de edificios.....	32
Figura 6. Viga de concreto armado.....	33
Figura 7. Placa de concreto armado	33
Figura 8. Vista 3D de Análisis sísmico dinámicos modal-espectral de base empotrada.....	41
Figura 9. Distorsión debido al desplazamiento relativo de entrepiso	42
Figura 10. Vista en Planta del 1er Piso.....	52
Figura 11. Vista en Planta del 2do Piso	52
Figura 12. Vista en Planta Piso Típico (3er al 5to).....	53
Figura 13. Planta de Estructuración.....	55
Figura 14. Vista en Planta Áreas tributarias de columnas	58
Figura 15. Espectro de la estructura	72
Figura 16. Envolventes del DMF en las vigas del eje B-B (ton-m).....	78
Figura 17. Envolvente del DMF de la viga seleccionada	79
Figura 18. Envolvente del DFC de las vigas en el eje B-B en (ton-m).....	81
Figura 19. Requerimientos en Estribos en Vigas.....	83
Figura 20. Momentos flectores de losas aligerada.....	97
Figura 21. Diagrama de fuerzas cortante de la losa aligerada.....	98
Figura 22. Diagramas de Interacción en Dirección x-x	100
Figura 23. Diagramas de Interacción en Dirección y-y	101
Figura 24. Diagrama de Interacción en la Dirección x-x	103

Figura 25. Diagrama de Interacción en la Dirección y-y	104
Figura 26. Vista en planta de zapata aislada	105
Figura 27. Sección para Análisis por Punzonamiento.....	108

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo el diseño estructural de un edificio multifamiliar de cinco pisos de concreto armado, ubicado en la ciudad de Huánuco, del cual se evaluará el comportamiento que presenta según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones. De acuerdo a la metodología de la investigación, el estudio presenta un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y diseño no experimental, la muestra constituida del edificio que comprende un área de 168.72 m². Para determinar el diseño estructural más adecuado, se tuvo presente el tipo de suelo sobre el que se proyecta la construcción, mediante las fichas observación utilizadas como instrumentos. Se planteó el predimensionamiento, estructuración y diseño del edificio en estudio, definiendo los elementos estructurales, tanto verticales como horizontales, respetando la arquitectura del proyecto que se planteó inicialmente. Se verificó mediante el análisis sísmico que la estructura cumpla con los lineamientos establecidos en la norma E.030, para lo cual se utilizó el modelado del edificio asistido por el programa ETABS, pudiéndose detallar los desplazamientos y derivas de la estructura. Asimismo, se pudo desarrollar el diseño de los elementos estructurales que conforman el total del edificio a través del diseño por resistencia, para finalmente determinar el tipo de cimentación que se va a usar, según la posición de los elementos estructurales establecidos y la capacidad portante del estudio de mecánica de suelos.

Finalmente se obtuvo como resultado que el cálculo de irregularidades, desplazamientos, y verificaciones de fuerzas cumplen con lo resistido por los elementos estructurales, lo que indica que la propuesta de diseño estructural del edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones garantiza un adecuado comportamiento sísmico, desarrollando así una edificación segura de producirse cualquier desplazamiento en la estructura.

Palabras clave: Edificio multifamiliar, concreto armado, diseño estructural, etabs.

ABSTRACT

The objective of this thesis is the structural design of a multi-family building with five floors of reinforced concrete, located in the city of Huánuco, whose behavior will be evaluated according to the provisions of the National Building Regulations. According to the research methodology, the study presents a quantitative approach, with a descriptive level and non-experimental design, the sample constituted of the building that comprises an area of 168.72 m². To determine the most appropriate structural design, the type of soil on which the construction is projected was taken into account, through the observation sheets used as instruments. The pre-sizing, structuring and design of the building under study were proposed, defining the structural elements, both vertical and horizontal, respecting the architecture of the project that was initially proposed. It was verified through seismic analysis that the structure complies with the guidelines established in the E.030 standard, for which the modeling of the building assisted by the ETABS program was used, being able to detail the displacements and drifts of the structure. Likewise, it was possible to develop the design of the structural elements that make up the total building through resistance design, to finally determine the type of foundation to be used, according to the position of the established structural elements and the bearing capacity of the building. study of soil mechanics.

Finally, it was obtained as a result that the calculation of irregularities, displacements, and force verifications comply with what was resisted by the structural elements, which indicates that the structural design proposal of the five-story reinforced concrete multifamily building through the National Building Regulations guarantees adequate seismic behaviour, thus developing a safe building in the event of any displacement in the structure.

Keywords: Multifamily building, reinforced concrete, structural design, etabs.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Perú hay una creciente demanda que ocupa el sector construcción lo cual no es ajeno a la ciudad de Huánuco, dicho crecimiento provoca un incremento en la construcción de viviendas que en muchos casos presentan deficiencia estructural y como consecuencia daños críticos en las edificaciones al no tener presente una adecuada interpretación de los requerimientos del reglamento nacional de edificaciones.

Es por eso que en esta investigación se pretende realizar un diseño estructural eficiente de manera que se comporte adecuadamente frente a fuerzas sísmicas siguiendo las exigencias de las normas de diseño.

Por ello la Tesis está compuesta por cinco capítulos de la siguiente forma:

El Capítulo I presenta el problema de Investigación que contiene la descripción del problema, la formulación del problema, los objetivos, justificación, limitación y viabilidad.

El Capítulo II presenta el marco teórico el cual incluye a los antecedentes de la investigación nacional, internacional y local, así como también bases teóricas, bases conceptuales, hipótesis, variables, y operacionalización de variables.

En el Capítulo III se presenta la metodología de la Investigación, que comprende el tipo de investigación de acuerdo al enfoque, diseño y alcance de la investigación, también tenemos dentro de la metodología la población y muestra, técnicas e instrumento de recolección de datos, técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

En el Capítulo IV se realizó el procesamiento de datos de la investigación.

El Capítulo V contiene la discusión de los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones, seguido de las referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el Perú, debido a su ubicación sísmica es necesario que las edificaciones tengan un comportamiento estructural satisfactorio frente a las fuerzas de inercia provocadas por los sismos. Así, las pérdidas materiales y humanas serán menores, aunque inevitables.

Los impactos sísmicos sobre los componentes estructurales de una edificación han sido objeto de investigación, a raíz de lo cual surgieron normativas para controlar y realizar diseños estructurales adecuados, para evitar daños a las edificaciones. A pesar de los avances tecnológicos, aún se producen errores de diseño, construcción y otros que incrementan la posibilidad de colapso de las construcciones debido a que en muchas regiones tiene una aplicación e interpretación incorrecta de normativa.

Actualmente en la ciudad de Huánuco predominan las edificaciones informales, las cuales son construidas sin asesoramientos profesionales lo que resulta en edificaciones con pésimos diseños estructurales, por lo cual se busca lograr realizar un diseño con infraestructura de calidad con la finalidad de reducir el riesgo a un posible colapso de dicha edificación, siendo muy importante analizar y diseñar un edificio y así proponer el sistema estructural mas adecuado que opte por un comportamiento resistente frente a un evento sísmico.

Es por eso que con la presente investigación se pretende proceder con el diseño estructural de un edificio multifamiliar de cinco niveles en la ciudad de Huánuco aplicando el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente, logrando así aumentar la resistencia de dicho edificio frente a un movimiento telúrico y cumpliendo con el buen comportamiento sísmico para el cual fue diseñado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida el diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones permite un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021?

1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cuáles son las características que debe incluir una adecuada configuración estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021?
- ¿Cuál es la alternativa de configuración estructural más conveniente en el modelamiento, análisis y diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021?
- ¿Cuál es la alternativa de cimentación más adecuada para un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021?

1.2. OBJETIVO GENERAL

Proponer un diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones para un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las características que debe considerar una adecuada configuración estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021.
- Determinar la alternativa de configuración estructural más conveniente en el modelamiento, análisis y diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco – 2021.

- Seleccionar la alternativa de cimentación más adecuada para un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco – 2021.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente investigación se justifica teóricamente ya que proporciona información técnica y criterios existentes sobre el análisis y diseño estructural para lograr un adecuado comportamiento de la edificación ante fuerzas externas, siguiendo las normas técnicas establecidas en el país, y procesando la información con ayuda de softwares de Ingeniería.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación se justifica prácticamente porque debido al crecimiento demográfico en la ciudad de Huánuco existe la necesidad de construir un edificio en el lugar de estudio, para lo cual se realiza el diseño estructural del mismo cumpliendo con las necesidades de seguridad y confort que toda edificación debería poseer.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La investigación que se presenta es para comprender el comportamiento de la estructura frente a eventos sísmicos, y cumplir con la norma sismo resistente buscando así desarrollar un diseño en la infraestructura de calidad para así reducir el riesgo a un colapso de la edificación.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo de la investigación, se presentaron las siguientes limitaciones:

La presente investigación se enfocará principalmente en la rama de la ingeniería civil de estructuras, quedando en segundo plano la parte de

geotecnia con la realización de calicatas, cuyos resultados servirán únicamente para el desarrollo estructural del proyecto.

Se considera para el análisis y diseño de edificación solamente una estructura de un anteproyecto ubicado en la ciudad de Huánuco, por lo que los resultados que se obtengan serán de carácter único para esta propiedad.

Las fuerzas sísmicas y de gravedad merecieron un análisis estructural que se realizó a través del modelamiento estructural computarizado utilizando únicamente el programa ETABS.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es viable ya que se cuenta con la disponibilidad de recursos presupuestarios, debido a que no presentan costos elevados como en el caso de la adquisición del software para realizar el modelamiento correspondiente el cual se puede obtener gratuitamente descargándolo de sus páginas web oficiales.

También se cuenta con información necesaria respecto a la Ingeniería Estructural, investigaciones realizadas sobre análisis y diseños estructurales de concreto armado siguiendo lineamientos técnicos del Reglamento Nacional de Edificaciones, cuyas normas, criterios y requisitos deben observarse necesariamente, como en nuestro caso.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la elaboración de esta investigación se tiene información desarrollada por diversos investigadores tanto a nivel internacional, nacional y local, así se presenta un resumen de los trabajos previos.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

García et al. (2015). Desarrolló la investigación: “Proyecto de diseño estructural para la construcción de un centro comunitario de desarrollo de proyectos productivos en el sector de la Comuna 4 de Soacha”, cuyo objetivo fue el de realizar los diseños correctos los cuales cumplan con los lineamientos exigidos por las normas, para lo cual se seleccionó el sistema estructural de pórticos en concreto reforzado continuando con el análisis de estructuras mediante la herramienta del ETABS, tomando en consideración a los parámetros para el diseño sísmico de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Concluyó que el tipo de estructura a utilizar a resistir momentos en el centro de capacitación es de pórticos en concreto reforzado, el cual fue determinado mediante las regulaciones de la NSR 10 y que bajo su análisis decidieron que la mejor opción de sistema estructural a usar en ese caso era el de las losas aligeradas con 10 cm de espesor.

Perez (2017). Desarrolló la investigación: “Análisis y Diseño Estructural de un edificio de 4 plantas aplicando el Método de Kani en la ciudad de Machala”, tiene como propósito el cálculo y diseño de un pórtico de cuatro plantas altas mediante la aplicación del método de kani según lo estudiado en las materias de estructuras II. Para ello predimensionó todos los elementos que van a componer la estructura de hormigón armado, para luego de hallada las cargas a soportar. En el capítulo de peligro sísmico de carga sismica al que estará sometido el

sistema, se calcula el período fundamental de vibraciones de la estructura, y finalmente se aplica el método kani basado en la distribución de momentos generados en los nodos del marco, con el fin de tener los diagramas de momentos flexionantes, esfuerzos cortantes y esfuerzos axiales. Con los diagramas anteriores, se continúa diseñando en hormigón armado con la armadura a colocarse en el miembro de vigas o columnas. Concluye que el resultado obtenido aplicando método mencionado son satisfactorios, comparado con el análisis realizado mediante software de estructuras, indicando que dicho método exigió recursos y tiempo en llevarlo a cabo.

López y Méndez (2015). Desarrolló la investigación: “Propuesta para el cálculo estructural sismorresistente de una edificación auxiliar de tres pisos en el núcleo “Armando Mendoza” de la F.I.U.C.V.”, en el cual se realizaron los calculos estructurales según la NORMA COVENIN 1756 que corresponde a edificaciones resistentes al sismo con respaldo del programa ETABS, considerando en el análisis de la estructura la estimación de acciones gravitacionales y sísmicas, luego se diseñó la losa reticular mediante el programa SAFE12 y se elaboró un modelo estructural en el cual se inició el análisis para luego hacer las verificaciones, variaciones y ajustes correspondientes que permitan el cumplimiento con las revisiones de rigor. Después de completar los procesos de análisis de desempeño sísmico, cálculo, diseño y detallado estructural del edificio bajo consideración, se determinó que la lo finalmente planteado cumple con todas las verificaciones normativas, en todos las perspectivas de evaluaciones estructurales, y que el ETABS es un programa ideal para el análisis y diseño de edificios con una buena interfaz gráfica, manejable y completa, asociado con potentes herramientas, brindando al Ingeniero Estructural un software inigualable en eficiencia, productividad, especial en análisis y diseños de edificios.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Cárdenas (2019). Desarrolló la investigación: “Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de Concreto Armado de Cinco Pisos”, tuvo

como objeto analizar y diseñar las principales partes estructurales de una vivienda multifamiliar de 5 pisos de concreto armado, ubicada en una parcela rectangular de 762.80 metros cuadrados en el distrito de San Isidro, departamento y provincia de Lima. Este trabajo está dividido en 12 capítulos, capítulos primeros presentan la estructuración y pre dimensionamiento en los principales componentes estructurales. Se selecciona el tipo de sistema estructural del edificio, se determina la ubicación de los componentes estructurales, y sus dimensiones. Luego con los datos de pesos y sobrecargas definidos en la norma E.020, siguiendo con los capítulos en los que se detallan los cálculos de análisis estructural bajo cargas de gravedad y sísmicos, a través de los cuales se obtiene datos para el diseño de los elementos. Los modelos de sistemas estructurales se crean utilizando programas que utilizan el método de elementos finitos, tales como ETABS, SAP2000 y SAFE. Se realizó un análisis de acuerdo a las especificaciones de la norma técnica E.030 "Diseño Sismo Resistente", se desarrolló un modelo de la edificación en el programa ETABS y se realizó un análisis dinámico modal espectral en el cual se determinó el comportamiento de la edificación ante sismos por el espectro. Los capítulos finales están dedicados al diseño neto de los principales elementos estructurales. Los resultados del análisis y diseño estructural de los elementos se realizan según lo mencionado en la norma técnica E.060.

Orosco (2018). Desarrolló la investigación: "Diseño Estructural de una Edificación de 4 pisos en la Urbanización el Álamo-Callao, 2018", el cual se basó en analizar y diseñar estructuralmente un edificio de cuatro pisos en Urbanización de El Álamo Callao. El tipo de estudio de investigación que se aplica es cuantitativo y pre experimental, y la edificación tiene una superficie de 160 m². El sistema estructural de una edificación de cuatro pisos consta de columnas, vigas, muros de corte y tabiques, así como losas aligeradas en una dirección. El análisis sísmico se realizó de acuerdo a la norma E030 con los parámetros adecuados y por supuesto se verificó el comportamiento y desempeño de la estructura en todo el edificio utilizando el software Etabs v.17.

Concluyó que la configuración estructural, que evita irregularidades era primordial. Los programas de computación de hoy en día sirven y son de utilidad para quienes quieren realizar análisis sísmicos de toda la estructura, pero apegándose a la norma E030 y con criterio a la hora de evaluar la estructura, el análisis de análisis de los miembros estructurales arrojó resultados satisfactorios, cumpliendo con todo indicado en la NTP, en el diseño se colocaron las placas en puntos específicos, absorbiendo cortantes que contrarresten esfuerzos y enfocándose en la rigidez lateral para lograr un diseño eficiente y respetuoso con la arquitectura.

Ramírez (2019). Desarrolló la investigación: “Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar de 8 Pisos en Surquillo”, el objetivo principal del presente trabajo tiene por propósito el análisis y diseño estructural del edificio de concreto armado que consta de ocho pisos, el cual está situado en el distrito de Surquillo, dentro de la provincia de Lima. Se realizó la estructuración de la edificación, encontrando los elementos estructurales en lineamiento con el concepto de la Norma E.030. Las dimensiones iniciales de los elementos estructurales se adquirieron siguiendo reglas de predimensionamiento para concreto armado, luego se hizo una versión tridimensional de la forma estructural dentro del programa ETABS. Luego, la evaluación sísmica de la estructura se hizo de manera iterativa, hasta cumplir con todas las necesidades requeridas en la Norma E.030. Luego, los componentes estructurales se han diseñado con las cargas de la evaluación, bajo los procesos determinados en la Norma E.060. Finalmente, se han diseñado las placas, y cimentaciones conformadas por zapatas aisladas, combinadas y conectadas. En conclusión, se demostró que las secciones compuestas en placas con forma rectangular tienen numerosas variaciones dentro del diseño, si se analizan por rama o como un conjunto único. Para la placa, diseñada rama a rama, se consiguió una cantidad excesiva de refuerzo en las ramificaciones largas dentro de la dirección X, en las que se concentran grandes fuerzas sísmicas. Mientras que, en el modelado como conjunto único en la misma dirección, toda la placa se considera como una sección resistente, adquiriendo una cantidad de refuerzo considerable.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Taboada y Barrientos (2018). Desarrolló la investigación: “Diseño estructural para reducir la rigidez en la estructura del bloque A, mediante la densidad de muros del Hospital Huánuco, 2018”, esta investigación realizada tuvo como propósito diseñar una estructura para constatar la rigidez de la misma del bloque A del Hospital Huánuco 2018. Para el desarrollo se realizó una investigación de tipo cuantitativa y descriptiva, iniciando con los cálculos de densidad de muros, la cual resultó que la estructura existente en cada una de las direcciones x, y están por arriba del porcentaje de rigidez señalado por norma, desarrollando una alternativa adicional en la construcción de edificios esenciales en regiones de bajo riesgo sísmico, con el objetivo principal de convertir las placas perimetrales actuales con dimensiones 0.30 x 2.70 metros por columnas de dimensionadas en 0.30 x 1.50 metros Reduciendo de esta forma la rigidez y el sobredimensionamiento sin acabar con el valor de funcionalidad, seguridad y el coste económico sustentado en la edificación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural se inserta en el proceso general de un proyecto de ingeniería civil, en el que se define las características que debe poseer una edificación para cumplir a cabalidad la función a la que está destinada. El requisito indispensable para que una estructura cumpla su función es que no sufra fallas o comportamientos inadecuados por su incapacidad en soportar las cargas que se le imponen. Además de esto, también hay que prestar atención a otros aspectos, ya sean los relacionados con el funcionamiento y capacidades, que suelen ser manejados por otros expertos. Indudablemente, el proceso de creación de un edificio moderno puede ser muy complejo, dada la multitud de aspectos que hay que tener en cuenta. (Meli Piralla, 2013)

Los ingenieros estructurales han trabajado incansablemente para mejorar sus conceptos de análisis y diseño para lograr una estructura económica compatible con la seguridad y la facilidad de mantenimiento. Más tarde, la introducción de barras de refuerzo de alta resistencia con diferentes grados, como 40, 50 y 60, supuso un ahorro significativo en el uso de materiales escasos y también redujo los costos de construcción. Si bien las fases de análisis y diseño han experimentado un crecimiento fenomenal, también se han realizado mejoras significativas en las fases de planificación e implementación. Es por ello que hoy se puede variar el enfoque de sistemas en ingeniería civil, donde todo el proceso de analizar y diseñar puede formalizarse, representado por símbolos matemáticos, simulación por computadora.

La estructura debe ser concebida como un conjunto de componentes que se unen de manera eficiente con el fin de cumplir con una determinada función. El método de planificación de diseño de un sistema, inicia con la definición de los objetivos que se quiere alcanzar y las limitaciones que deben tenerse presente. El método es recurrente; parte de contemplaciones comunes y generales, que se van afinando en aproximaciones progresivas, mientras se acumulan datos sobre el problema. El conocimiento de cómo se comportan las estructuras es esencial para el diseño, y este conocimiento se obtiene principalmente a través de la investigación sistemática organizadas. Los códigos de practica en algunos países desarrollados se revisan con más frecuencia que en los países en desarrollo. Los estudiantes que deseen hacer que sus diseños sean más creativos e innovadores pueden necesitar consultar los códigos de práctica de diferentes países antes de desarrollar un nuevo tipo de estructura satisfactoria. Dada una configuración estructural, el sistema de carga que actúa sobre él, las condiciones de apoyo, es posible calcular las fuerzas en diferentes puntos, las tensiones, las deformaciones, las deformaciones de diferentes miembros y finalmente los desplazamientos en cualquier punto deseado. El método de elementos finitos es ciertamente una herramienta poderosa y versátil, y su crecimiento y desarrollo está

claramente relacionado con las capacidades y versatilidad de las computadoras digitales modernas. Esta nueva herramienta es ideal para la simulación por computadora del comportamiento estructural complejo. Tener en cuenta que la tensión, la deformación y el desplazamiento se pueden predecir en cualquier punto del cuerpo utilizando este método, incluso en la etapa no lineal, tal como la teoría elástica puede hacer lo mismo en la etapa elástica del comportamiento. Por lo tanto, a diferencia de la generación anterior, los ingenieros modernos pueden utilizar una variedad de herramientas de diseño y análisis estructural. La estructura se puede analizar y diseñar elásticamente en función de la tensión de trabajo. Por otro lado, la estructura se puede analizar elásticamente, pero el momento y el cortante se pueden inferir por el factor de carga, y el diseño de la sección transversal se puede hacer por el método de resistencia última. La estructura debe diseñarse en función de la resistencia, la mantenibilidad y la durabilidad. La capacidad de servicio requiere evitar la deflexión excesiva, el agrietamiento y las fallas locales en las cargas de servicio. Los requisitos de durabilidad están relacionados con el deterioro del material y el deterioro debido al envejecimiento y las influencias ambientales. Intentar cumplir con estos diferentes requisitos en diferentes etapas de carga usando un solo criterio es una simplificación deliberada del problema.

Preferentemente, la cuestión de diseño de un sistema correcto es la optimización del sistema, es decir obtener todas las mejores soluciones que sean posibles. Concretar una solución única, óptima es específicamente inconcebible, sin embargo, puede ser beneficioso optimizar de acuerdo con criterios positivos, incluidos el peso o costo mínimo; sabiendo que no hay ninguna respuesta en particular (Morales Morales, 2006)

2.2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO ARMADO FRENTE A OTROS MATERIALES

Existen diversos materiales con propiedades excelentes que se pueden usar con éxito para una amplia variedad de estructuras, dependiendo del proyecto que se va a tomar en cuenta, por lo mismo también muchas veces suelen utilizar juntos más de un material, en las mismas estructuras con excelentes resultados, dependiendo esta misma de la altura, la luz de la estructura, el mercado de materiales, las condiciones de los cimientos, los códigos de construcción locales y las consideraciones arquitectónicas. Quedando así conocida las condiciones en que son adecuadas uno u otro material para recurrir en la construcción, queda a criterio propio definir el material que más se va a utilizar en el edificio, teniendo presente claro esta las fortalezas e inconveniencias de las mismas.

Una de las últimas tecnologías en los servicios de diseño de ingeniería civil es el uso de concreto armado. Aunque el material de hormigón es resistente a la compresión, es débil a la tracción. Si la resistencia a la tracción es débil, la superficie inferior del concreto se dañará. Como compromiso, el acero se usa a menudo en el concreto para fortalecer y mejorar la resistencia a la tracción de los materiales de concreto. Al realizar este proceso, es importante que el material de acero tenga las deformaciones necesarias para soportar los materiales en una fuerte unión

El concreto armado es quizás el material más importante disponible para la construcción. Se utiliza de una forma u otra para casi cualquier construcción, grande o pequeña: edificios, puentes, aceras, presas, embalses y más. El enorme éxito de este popular material de construcción es bastante comprensible si tenemos en cuenta sus múltiples ventajas y desventajas. (Harmsen, 2002)

Ventajas

- Es duradero en el tiempo y no precisa de una gran inversión en mantenimiento.
- En comparación de otros materiales, presenta una mayor resistencia a la compresión.
- Tiene mejor resistencia al fuego que la madera y el acero estructural si se aplica un revestimiento adecuado al acero.
- Se puede moldear según las necesidades utilizando el encofrado apropiado.
- Le da a la estructura un carácter monolítico que le permite resistir con mayor eficacia las cargas sísmicas o de viento.
- Su rigidez y masa evitan problemas con estructuras construidas con él.
- El material es menos costoso en muchos sitios.
- Debido al peso, el impacto de los cambios en cargas móviles es bajo.

Desventajas

- Su resistencia a la tracción es muy baja, alrededor de una décima parte de su resistencia a la compresión. Aunque el acero se coloca para absorber estas tensiones, el agrietamiento es inevitable.
- Requiere encofrado, lo que significa que el encofrado debe ser habilitado, vaciado, esperado a que el hormigón alcance la resistencia requerida y desencofrado, de acuerdo al tiempo requerido para estas operaciones, el costo del encofrado puede ser de 1/3 a 2/3 del costo total de la obra.
- Su relación resistencia a la compresión-peso es mucho menor que la del acero, que es más efectivo cuando cubre luces grandes. El concreto requiere una sección transversal mayor y, por lo tanto, su propio peso es una carga de diseño muy considerable.

- Muestra una deformación variable a lo largo del tiempo. Bajo cargas prolongadas, la deflexión de los elementos aumenta con el pasar del tiempo.

2.2.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES

Según Ministerio de Vivienda, (2016). Tenemos los sistemas estructurales de concreto armado siguientes:

Estructuras de Concreto Armado

Pórticos

Al menos el 80 % del cortante en la base actúa en columnas de los pórticos, que cumplan los requisitos de la Norma E.060. Si hay muros estructurales, estos mismos deben diseñarse para soportar una fracción de impacto sísmico total dependiendo de su rigidez.

Muros Estructurales

La resistencia sísmica en este sistema se da fundamentalmente por muros estructurales en los que actúan mínimamente el 70 por ciento del cortante en la base.

Dual

El efecto sísmico es resistido por la combinación del pórtico con los muros de estructurales. La fuerza cortante percibido por el muro cambia del 20% al 70% en la planta del edificio. El portico debe diseñarse con una resistencia mínima al corte de 30 % en la base.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL)

Edificaciones caracterizadas por la resistencia sísmica y la presencia de un sistema estructural en el que las cargas de gravedad se transmiten mediante muros de concreto armado de espesor reducido con refuerzos verticales ubicados en una capa.

2.2.4. SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO

El sistema aporticado es un sistema de vigas y columnas en el que los principales elementos estructurales están conectados por nudos para formar un pórtico estable en dos direcciones principales. De manera similar, se define como un conjunto esquelético de vigas y columnas que están rígidamente conectadas a través de nodos. Utiliza una serie de pórticos colocados en la misma dirección que la viga. (Mendoza, 2016)

2.2.5. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En el diseño de elementos estructurales de concreto armado como placas, vigas, columnas, escaleras, losas y muros, los estándares del diseñador se aplican de acuerdo con el principio del diseño conceptual sólido; además de la aplicación y selección del refuerzo de acero de diseño. (Santana Tapia, 2014)

2.2.6. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

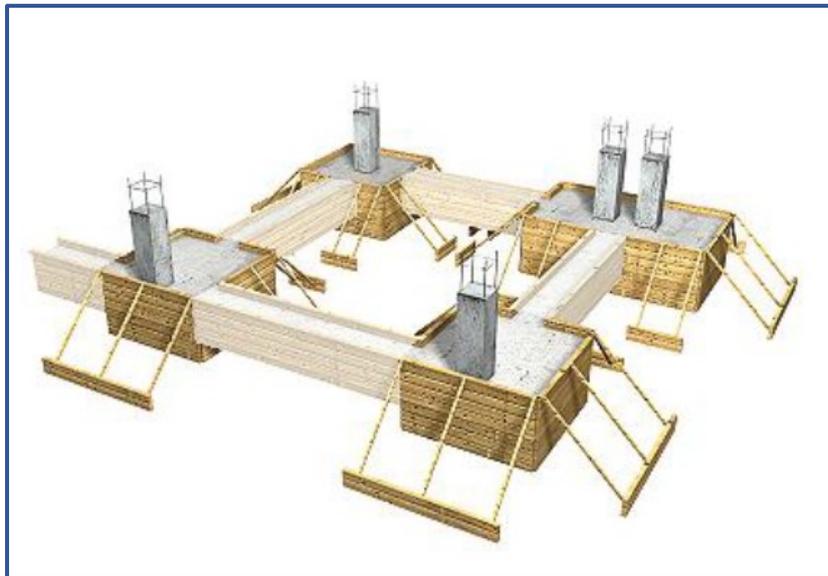
El conocimiento del sistema y el tipo de estructura es muy importante para elegir la estructura más adecuada. Esto se debe a que este conocimiento te ayuda a comprender el comportamiento de cada sistema y su uso correcto en situaciones específicas. (Novas Cabrera, 2010). Teniendo en cuenta la importancia del conocimiento en el área, se detallan los principales elementos estructurales siguientes:

- Cimientos

La cimentación es un elemento intermedio para transmitir la carga soportada por la estructura al suelo subyacente, con el fin de no exceder la capacidad de carga del suelo y tampoco permitir la deformación que se produce en la estructura. Por lo tanto, para cimentaciones, se deben tener en cuenta las propiedades geotécnicas del suelo y la cimentación en sí debe dimensionarse como un elemento de concreto con suficiente capacidad de carga. (Perea Rentería, 2012).

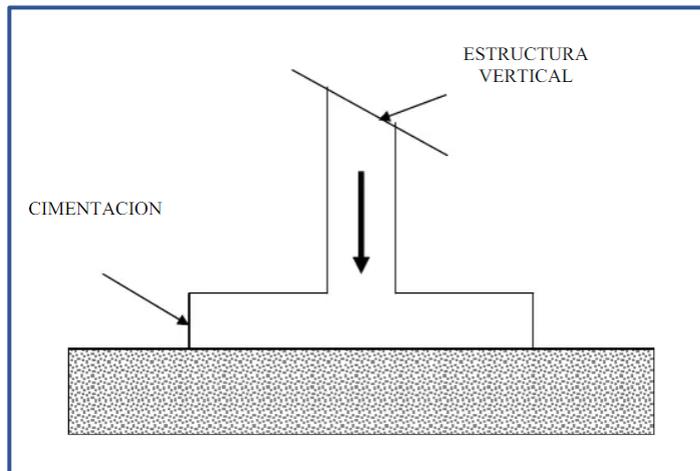
La estructura de cimentación debe proporcionar la seguridad suficiente para mantener la estabilidad de la estructura frente a vuelcos y/o deslizamientos. La estructura de los cimientos permanece bajo tierra y con poca estética arquitectónica, debe estar dentro del límite de la propiedad, asimismo pudiendo causar fuerzas y momentos adicionales debidos a la excentricidad de la cimentación. Si corresponde, las expansiones actuales y futuras requieren estimaciones precisas de todos los tipos de cargas, momentos y fuerzas. Esto es muy importante porque una vez que se complete la estructura de los cimientos, será difícil fortalecerla en el futuro.

Figura 1
Zapatas de Cimentación



Fuente: “Software de aplicación para el análisis y diseño estructural de cimentaciones superficiales” (Cifuentes y Malagon, 2018, p.44)

Figura 2
Unión de la edificación con el terreno de soporte



Fuente: Giraldo, 2003, p.214

- **Columnas**

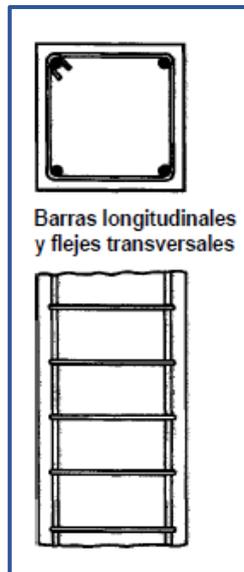
La función básica de las columnas es transmitir hacia los cimientos, las cargas de las losas, las cargas principales que recibe es de compresión, pero como conjunto la columna también soporta esfuerzos de flexión, por lo que estos componentes deben tener un soporte de acero para ayudarlos a resistir estos esfuerzos.

La columna es un componente sometido básicamente a compresión, de esta manera el diseño se basa en la restricción interior, que debido a las condiciones de las columnas, se diseñan a flexión, de tal manera que la combinación creada se denomina flexo compresión.

El efecto geométrico de la columna se llama esbeltez y es importante, porque la forma de falla va a depender de la esbeltez, para columnas poco esbelta la falla es por aplastamiento y se denomina como columna corta, los componentes más esbeltos se designan como columna larga y la falla se da por pandeo. También se tiene que, los momentos flectores que forman parte del diseño de columna reducen la resistencia del componente tipo columna. (Perea Rentería, 2012).

Figura 3

Unión de la edificación con el terreno de soporte

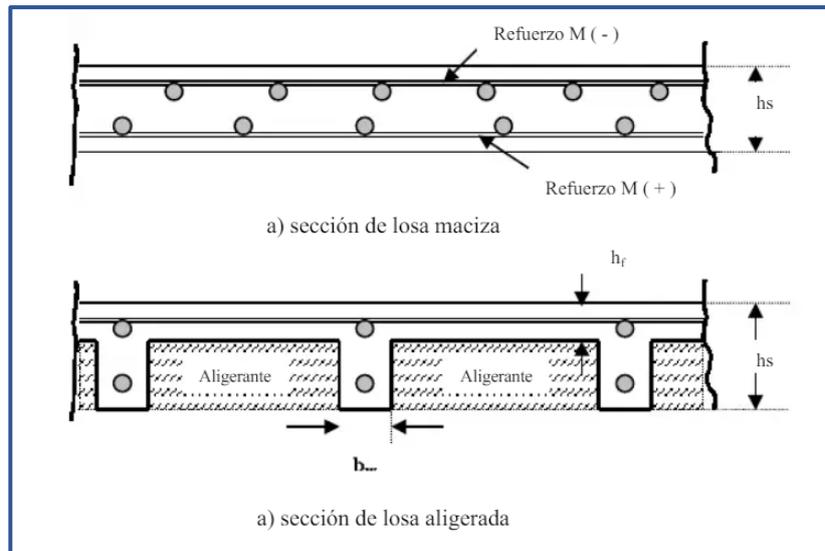


Fuente: Nilson, 2001, p.21

- **Losas**

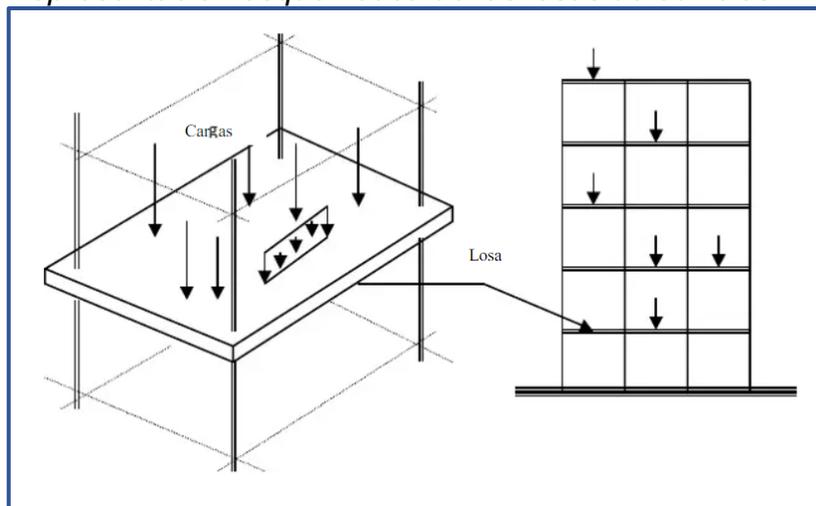
La losa es el elemento estructural reforzado en un sistema aligerado sostenido, y macizo de espesor reducido con respecto a sus otras medidas, utilizado como techo o piso, en general uniformemente distribuido y armado de forma horizontal de acuerdo al apoyo que existe en su contorno. También se utiliza como diafragma rígido para preservar como unidad a la estructura incluso contra cargas de temblores sísmicos.

Figura 4
Sección de losa maciza y aligerada de concreto armado



Fuente: Giraldo, 2003, p.171

Figura 5.
Representación esquemática de las losas de edificios



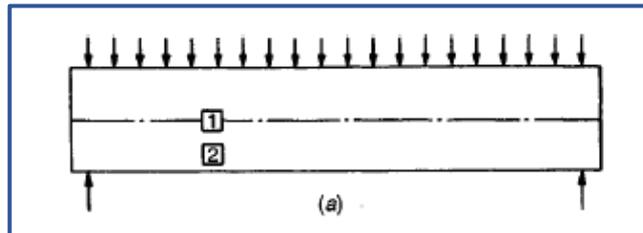
Fuente: Giraldo, 2003, p.169

- **Vigas**

Elemento en la construcción que independientemente de sus propiedades. El tipo, la calidad y el destino de la construcción determinarán el tamaño, el material de la viga y especialmente su capacidad para soportar y resistir pesos y tensiones. La viga está diseñada para soportar no solo presión y peso, y al mismo tiempo tensión y flexión, dependiendo del propósito común prevalecerá el

concepto de viga. Por lo tanto, es concebible calcular la resistencia del material que forma a la viga, además de analizar la tensiones en la misma, su desplazamiento y los esfuerzos. En su extensión de la historia del desarrollo, las vigas se han dispuesto para innumerables propósitos y se han fabricado con numerosos materiales. (Perea Rentería, 2012).

Figura 6
Viga de concreto armado

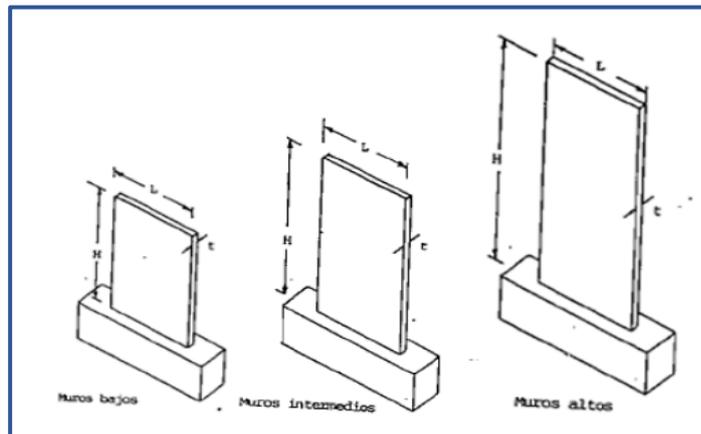


Fuente: Nilson, 2001, p.108

- **Muro de corte o Placa**

Son paredes constituidas de concreto armado, que están diseñados para resistir acciones y soportar fuerzas cortantes, fuerzas axiales y momentos que son provocados por excentricidades de cargas.

Figura 7
Placa de concreto armado



Fuente: Fratelli, M. (1999, p.14)

2.2.7. PROGRAMA ETABS

Conforme la compañía CSI (Computers and Structure, Inc.) Spain, caracteriza: al Etabs como un software que sirve para el análisis estructural y dimensionamiento de diferentes edificaciones, el cual viene

del resultado continuo de alrededor de cuarenta años de investigación, desarrollando una serie de versiones que ofrecen herramientas para el modelar y visualizar de objetos 3D, contando con una alta capacidad de análisis lineal y no lineal.

De esta manera abarca una amplia gama de materiales, gráficos, informes y diseños esquemáticos los cuales hacen que sea más sencillo la comprensión del análisis y sus resultados. A partir el modelamiento de la estructura hasta la creación de diseño y detalles de manera rápida y eficiente, el software indica las etapas de preparación de diseño de una estructura.

2.2.8. ESTRUCTURACIÓN O CONFIGURACIÓN

Se denomina estructuración como la determinación que se realiza en conjunto con otros profesionales referente a la distribución y características de los elementos estructurales de modo que la edificación presente un adecuado comportamiento y contribuir así a reducir las fallas que se producen en la estructura, tratando de evitar muchos cambios bruscos en la forma de la estructura.

Existen ciertos criterios necesarios a tener en cuenta con la finalidad de lograr una estructura sismo resistente y son:

Simplicidad y Simetría

La experiencia demostró una y otra vez que los sistemas sencillos funcionan mejor durante los terremotos. Hay motivos principales por los que eso es así. Primero, la capacidad de esperar la conducta sísmica de una forma es notablemente más para sistemas fáciles que para sistemas complicados; y segundo, nuestra capacidad de idealizar los factores estructurales es más para los sistemas fáciles que para los complejos.

La simetría del edificio en ambas direcciones es deseada por los mismos motivos; la pérdida de simetría produce resultados torsionales que son difíciles de evaluar y pueden ser muy destructivos. Las fuerzas

sísmicas pueden idealizarse apareciendo en el centro de la masa de cada piso, mientras que fuerzas que absorben los elementos pueden ubicarse en el centro de la rigidez. Si no coinciden entre el centro de masas y rigidez, el movimiento sísmico ya no solo causará un movimiento de traslación, sino también un giro dentro del piso estructural (torsión), lo que aumentará los esfuerzos debido a el sismo, siendo capaz de superar los esfuerzos resistentes. (Blanco Blasco, 1994)

Resistencia y Ductilidad

El modelo de estructura debe tener la protección adecuada contra fuerzas sísmicas en todas las direcciones para ser estable de antemano. Por ello, es necesario dar continuidad y desarrollar un trabajo adecuado y riguroso en su trayectoria para asegurar que el transporte de cargas se realice correctamente.

Otro antecedente crucial que debe tenerse en cuenta dentro del diseño de los sistemas apertados es la proximidad de las rotulas plasticas, las cuales deben darse en los componentes que influyen mucho menos en la estabilidad de la infraestructura. Hecho por el cual, es muy útil que surjan dentro de las vigas, ya que contribuyen a disipar antes la energía sísmica. Este control dentro de las proximidades de la rotula plástica muestra el beneficio adicional de permitir que se suministre la ductilidad en donde se necesite, lo que permite un diseño económico.

A la hora de dotar de ductilidad a la infraestructura, hay que tener en cuenta que va a depender de la ductilidad de sus factores masculinos o femeninos, sino también de aquellos similares a las conexiones entre estos, para lo cual debe ser diseñado para permitir la mejora de la ductilidad establecida. (Blanco Blasco, 1994)

Hiperestaticidad y monolitismo

Como concepto general de diseño sismo-resistente, es necesario señalar la conveniencia de una estructura con disposición hiperestática.

Esto proporciona una mayor resistencia para permitir una mejor disipación de la energía sísmica debido a la creación de rotulas plasticas y, por otro lado, aumenta la resistencia, aumentando así la seguridad de la estructura.

Al diseñar estructuras donde los sistemas no son hiperestáticos, se debe considerar el efecto adverso que el desperfecto de uno de los elementos o conexiones conlleva en la estabilidad de la estructura. (Blanco Blasco, 1994)

Uniformidad y continuidad de la estructura

La estructura debe tener consistencia en la continuidad tanto en planta como en altura, con elementos que no cambien rápidamente su rigidez y concentraciones de esfuerzos.

Si se utiliza una placa hasta cierto punto y se necesita demolerlas, la transición se realiza en una reducción gradual en lugar de un cambio repentino.

Rigidez Lateral

Para que la estructura resista las fuerzas laterales sin deformación significativa, se deben proporcionar elementos estructurales que proporcionen rigidez lateral en la dirección principal.

Las desventajas son que los marcos flexibles son difíciles en el proceso de construcción, las barras de refuerzo pueden acumularse mucho en los nodos y los cálculos pueden invalidarse debido a miembros cargados que contribuyen a diferentes distribuciones de fuerza y las deformaciones laterales pueden ser significativas y, a menudo, excesivas.

Una estructura rígida tiene la ventaja de que no causa serios problemas durante la construcción y no requiere un minucioso aislamiento y detalle de elementos no estructurales, pero tiene la desventaja de que no obtiene alta ductilidad y es difícil de analizar.

Ahora es común incluir muros de corte en estructuras de edificios usando la combinación de miembros rígidos y flexibles. (Blanco Blasco, 1994)

Diafragma Rígido

Es común en los análisis considerar la presencia de una losa rígida en un plano como hipótesis principal, lo que puede idealizar la estructura general en la que las fuerzas horizontales aplicadas pueden distribuirse entre columnas y placas según su rigidez lateral. (Blanco Blasco, 1994)

Elementos No Estructurales

Desempeña un papel positivo ya que contribuye a una amortiguación más dinámica, principalmente porque el agrietamiento interno aumenta la fricción. Cuando ocurre un fuerte sismo, se producen grandes fisuras que contribuyen a la disipación de la energía sísmica y descargan un elemento estable.

Sin embargo, también tienen algunos efectos negativos debido al hecho de que distorsionan la supuesta distribución de esfuerzos al aceptar fuerzas no proporcionadas por el cálculo. (Blanco Blasco, 1994)

Sub-Estructura o Cimentación

Una regla importante de seguridad sísmica de la subestructura es que la subestructura debe tener un efecto integrado en caso de un sismo, además de la carga vertical actuante.

Si la estructura se construye sobre dos tipos diferentes de suelo, se debe prestar más atención para lograr el efecto de integración.

Una medida que debe ser considerada en el análisis es la posibilidad de rotación de cimientos. Los ingenieros suelen estar acostumbrados a considerar la posibilidad de empotrar en la base de columnas y muros, pero en la mayoría de los casos no es así.

Cuanto más débil sea la dureza del suelo de cimentación, más importante es considerar el potencial de rotación de la cimentación afectado determinando el período de vibración, el coeficiente sísmico, la distribución de fuerzas entre pórticos y placas, así como la distribución de esfuerzo en elevación (diferentes plantas) hasta el diseño de varios elementos estructurales. (Blanco Blasco, 1994)

2.2.9. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural es la ciencia que determina la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras y desarrolla métodos de cálculo para obtener los valores necesarios para un diseño económico y seguro.

De manera similar, el análisis estructural se divide en problemas lineales y problemas no lineales al distinguir entre no linealidad geométrica y no linealidad física.

Las no linealidades geométricas surgen de grandes desplazamientos y deformaciones de elementos, que son comunes en puentes de enormes luces y edificios de gran altura. La no linealidad física se produce cuando no hay una relación proporcional entre el esfuerzo y la deformación, es decir, cuando se utilizan materiales inelásticos comunes a todas las estructuras. A esfuerzos bajos, la dependencia física no lineal puede reemplazarse por una dependencia lineal. (Hibbeler, 2012)

2.2.10. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE)

El Departamento de Normalización es responsable de desarrollar las normas técnicas de construcción del RNE y evaluar la aprobación de los sistemas de construcción no tradicionales.

Lo normado en el RNE son desarrollados por comités técnicos, compuestos de representantes de varias instituciones que se ocupan del tema de los estándares en cuestión. Estos comités están compuestos principalmente por representantes de universidades,

institutos de investigación y consultores del país.

El Comité Técnico es responsable de redactar una propuesta de normas del RNE, que luego se somete a debate público y finalmente es aprobada por la entidad encargada.

2.2.11. NORMAS EMPLEADAS EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño de la edificación se realizará siguiendo las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual se subdivide en las siguientes Normas Técnicas de Edificación (N.T.E.) a utilizar en la presente investigación:

N.T.E. E.020 “CARGAS”

N.T.E. E.060 “CONCRETO ARMADO”

N.T.E. E.030 “DISEÑO SISMO RESISTENTE”

N.T.E. E.050 “SUELOS Y CIMENTACIONES”

2.2.12. ANÁLISIS ESTÁTICO

Método representado por la acción sísmica a través de una serie de fuerzas horizontales que actúan en cada piso del edificio. El procedimiento de análisis se suele aplicar a estructuras que tienen un patrón regular de rigidez y distribución de masas, tanto en altura como en el plano, y este tipo de análisis se caracteriza porque la carga que actúa sobre la estructura es independiente del tiempo. (Canchaya Inga & Vargas Flores, 2017)

2.2.12.1. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

La fuerza cortante total en la base de la estructura en la dirección considerada está determinada por la ecuación (NTE E.030, 2016):

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

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

2.2.12.2. DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA SÍSMICA EN ALTURA

La fuerza sísmica horizontal en el nivel i , correspondiente a la dirección considerada se calcula mediante la fórmula (NTE E.030, 2016):

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Siendo n el número de pisos de la edificación, k es el exponente que guarda relación con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, calculado por las siguientes condiciones:

- $T \leq 0,5$ segundos: $k = 1,0$
- $T > 0,5$ segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

2.2.12.3. PERÍODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN

Se estima mediante la expresión siguiente en cada dirección (NTE E.030, 2016):

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde C_T tomara los valores de 35, 45, 60 dependiendo del tipo de elementos resistentes que presenten en sus direcciones correspondientes.

Alternativamente, se puede utilizar la expresión detallada a continuación:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2)}{(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i)}}$$

2.2.13. ANÁLISIS DINÁMICO

Los cálculos de este tipo se caracterizan porque la carga aplicada varía con el tiempo, lo que requiere una fuerza de inercia en la posición de respuesta de la estructura. (Canchaya Inga & Vargas Flores, 2017)

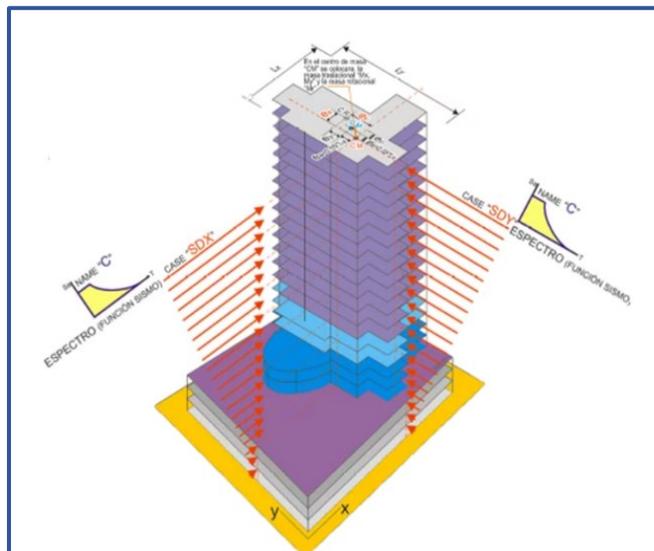
2.2.14. ACELERACIÓN ESPECTRAL

Para cada dirección horizontal analizada, se puede usar un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones determinado por (NTE E.030, 2016):

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Para el análisis en dirección vertical, se puede utilizar un espectro con un valor de dos tercios del espectro utilizado en la dirección horizontal.

Figura 8
Vista 3D de Análisis sísmico dinámico modal-espectral de base empotrada



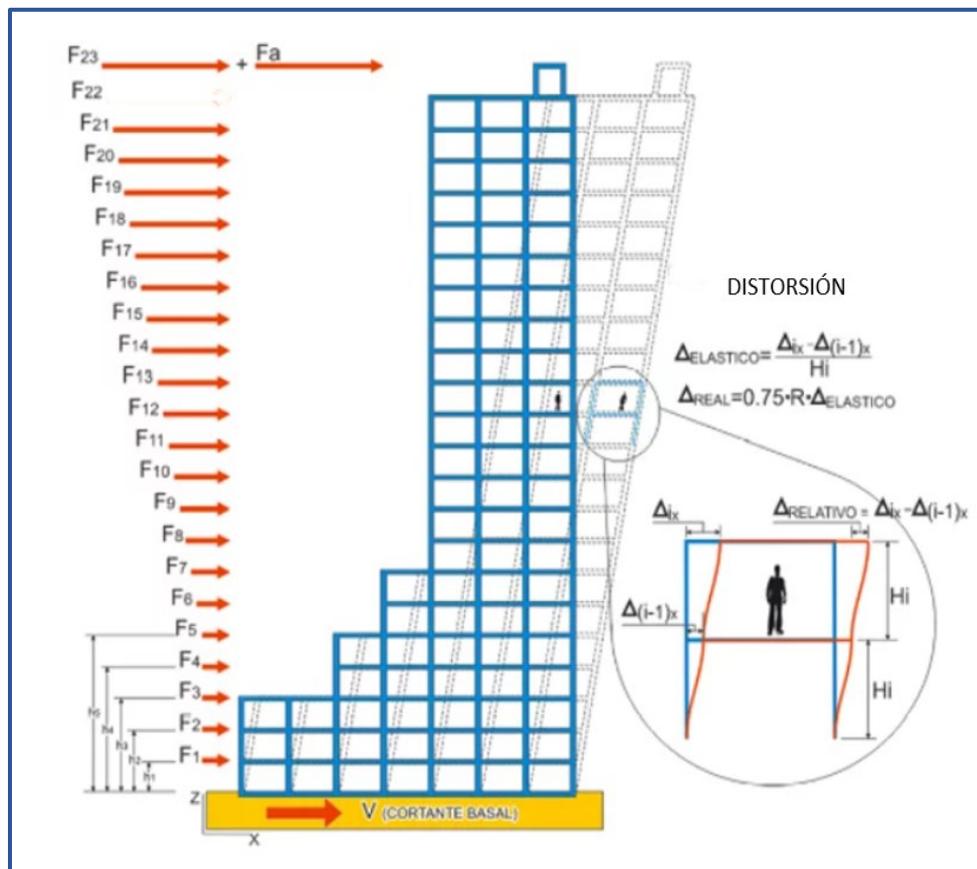
Fuente: "Comparación del comportamiento sísmico lineal y no lineal, en el análisis y diseño estructural de un edificio alto, con disipadores de energía e iteración suelo estructura" (Condori, 2014, p.36)

2.2.15. DETERMINACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Para una estructura regular, el desplazamiento lateral se calcula multiplicando los resultados que se obtuvieron del análisis lineal y elástico por 0.75 R, teniendo en cuenta las solicitaciones sísmicas disminuidas. Para estructuras de forma irregular, el desplazamiento lateral se calcula multiplicando el resultado del análisis lineal elástico por R.

Figura 9

Distorsión debido al desplazamiento relativo de entrepiso



Fuente: "Comparación del comportamiento sísmico lineal y no lineal, en el análisis y diseño estructural de un edificio alto, con disipadores de energía e iteración suelo estructura" (Condori, 2014, p.22)

2.2.16. DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES

El desplazamiento relativo máximo de entrepiso, calculado de acuerdo al numeral 2.2.12., no debe superar la división de altura de entrepiso indicadas en la Tabla N° 1.

Tabla 1
Distorsiones de entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones E.030, 2018)

2.2.17. FUERZA CORTANTE MÍNIMA

En cada dirección considerada en el análisis, el valor de fuerza cortante del primer piso del edificio no puede ser inferior al 80% del valor calculado de acuerdo con el numeral 2.2.9 para estructuras regulares, tampoco inferior al 90% para estructuras irregulares. estructura. Si en caso es imprescindible aumentar el cortante para alcanzar el mínimo especificado, todos los demás resultados obtenidos, excepto el desplazamiento, deben ajustarse proporcionalmente. (NTE E.030, 2016)

2.2.18. EXCENTRICIDAD ACCIDENTAL (EFECTOS DE TORSIÓN)

La incertidumbre sobre la posición de los centros de masa en cada nivel, se considerará como una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo incluso con hasta un valor de 0,05 veces el tamaño del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso, se debe considerar el signo más desfavorable. (NTE E.030, 2016)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Cargas vivas**

Las cargas vivas pueden ser diferentes en tamaño y ubicación. Pueden ser causados por el peso de un objeto colocado temporalmente sobre la estructura, vehículos en movimiento o fuerzas naturales. Las cargas vivas mínimas especificadas se determinaron con base en estudios históricos de su impacto en las estructuras efectivas. (Hibbeler, 2012)

- **Cargas muertas**

Las cargas muertas son el peso de varios miembros estructurales y el peso de cualquier objeto unido permanentemente a la estructura. Es así que la carga muerta de un edificio es el peso de vigas, columnas, la losa del piso, techos, paredes, ventanas, instalaciones eléctricas y varios otros accesorios. (Hibbeler, 2012)

- **Arriostre**

Elementos de refuerzo que cumplen la función de dar estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes cargados perpendicularmente al plano. (Velayarce Llanos, 2019)

- **Concreto**

Mezcla de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua. El cemento, agua y arena forman un mortero que combinan varias partículas de agregados grueso que funciona para llenar los vacíos entre ellos. Teóricamente, el volumen del mortero solo debe llenar el volumen entre las

partículas. En la práctica, este volumen es mayor porque utiliza más mortero para evitar la formación de huecos. (Harmsen, 2002)

- **Concreto armado**

Es el concreto que presenta armadura de refuerzo, el cual le permite resistir esfuerzos de compresión y tracción según su distribución.

- **Elemento Estructural**

Elementos definidos y conectados, en que puede ser fraccionado una estructura a efectos de su diseño. Estos elementos se diseñan, calculan y verifican según postulados de la resistencia de materiales en los campos de la arquitectura, la ingeniería civil, mecánica y estructural. (SAAVEDRA GARCÍA & RAMIREZ VIGO, 2017)

- **Concreto simple**

Concreto estructural que no lleva armadura o tiene armadura, pero el contenido es inferior al mínimo especificado para el concreto armado. Se utiliza principalmente para estructuras bajo esfuerzos de compresión, estructuras que pueden agrietarse sin comprometer la integridad estructural y estructuras donde la ductilidad no es un parámetro de diseño crítico. (Harmsen, 2002)

- **Estructura**

Este es el nombre de un grupo de elementos resistivos que cooperan para soportar una fuerza o carga, siempre en equilibrio, en otras palabras, todas las fuerzas que actúan en la estructura se compensan entre sí. (Delgado Contreras, 2011)

- **Esfuerzos**

Se denomina así a las fuerzas interiores que se generan en un cuerpo que está bajo la acción de una carga. La dirección y el sentido de la fuerza o carga con respecto al cuerpo determinarán la clase de esfuerzos que se producen. (Delgado Contreras, 2011)

- **Espectro de Diseño**

Es una herramienta que te permite calcular estructuras teniendo en cuenta la actividad sísmica de la zona, las condiciones locales de respuesta de suelo y las características estructurales. (SAAVEDRA GARCÍA & RAMIREZ VIGO, 2017)

- **Corte**

El esfuerzo de corte se obtiene si un objeto se somete a dos fuerzas paralelas que están cerca una de la otra y en direcciones opuestas. (Delgado Contreras, 2011)

- **Compresión**

A medida que se acerca la fuerza, el objeto se comprime y crea esfuerzo de compresión en él. (Delgado Contreras, 2011)

- **Flexión**

La flexión ocurre cuando la acción de una fuerza tiende a doblar el cuerpo. Un cuerpo curvo creará tracción en un área y compresión en otra. (Delgado Contreras, 2011)

- **Factores de carga**

Los factores de carga están diseñados para proporcionar suficiente seguridad en caso las cargas de servicio excedan las especificaciones de diseño, por lo que las fallas son extremadamente improbables. El factor de carga también ayuda a garantizar que la deformación bajo las cargas de servicio no sea excesiva. (Morales Morales, 2006)

- **Solicitaciones Sísmicas**

Se puede definir como la carga inducida en la estructura como consecuencia del movimiento de la base debido a la propagación de ondas sísmicas. (SAAVEDRA GARCÍA & RAMIREZ VIGO, 2017)

- **Rigidez**

Se refiere a la capacidad de un elemento estructural para soportar grandes fuerzas sin deformaciones o desplazamientos significativos

- **Edificación**

Así se denominan las construcciones de diferentes tamaños, y formas diseñadas, planificadas y ejecutadas por el hombre para darles distintos usos.

- **Sistema estructural**

Consiste en un conjunto de elementos estructurales que reflejan cómo trabaja la estructura. (CHAIÑA MAMANI, 2016)

- **Desplazamiento**

Es el cambio en la longitud de la trayectoria entre la posición inicial y final de un punto en el material, incluidos los desplazamientos axiales, cortantes y rotacionales. (CHAIÑA MAMANI, 2016)

- **Diseño**

Se trata de una serie de estudios esenciales para ayudarnos a proyectar edificios que sean seguros, económicos, funcionales y estéticamente agradables.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones permite un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento Sísmico

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Independiente Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar	El diseño estructural incluye diversas tareas realizadas por el proyectista a fin de determinar la forma, las dimensiones y las características detalladas de una estructura, es decir, la parte de una construcción que tiene la función de absorber las solicitaciones que se producen en las diferentes etapas de su existencia. (Meli Piralla, 2013).	Se realizó bajo las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones	Diseño Estructural	a) Losas b) Vigas peraltadas c) Columnas d) Placas e) Cimentación	Razón
Dependiente Comportamiento Sísmico			Análisis Sísmico	a) Cortante basal b) Modos de vibración c) Desplazamientos d) Derivas e) Cortante de diseño f) Aceleración espectral	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

“Enfoque cuantitativo utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 4).

El enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que el proceso de diseño conlleva a que utilicemos un programa de análisis y cálculo estructural que nos permite obtener de manera rápida un modelo matemático y posterior la evaluación de sus resultados sometiendo a la estructura a diferentes tipos de cargas numéricas verticales y horizontales.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Esta investigación es de nivel descriptivo debido a que se definen propiedades y características de la edificación a diseñar para luego realizar el análisis y diseño estructural del edificio. Puesto que también se usó un programa para la modelación estructural del edificio utilizando elementos estructurales, el nivel de la investigación es aplicada.

3.1.3. DISEÑO

“Estudio que se realiza sin manipular variables intencionalmente, donde los fenómenos se observan solo en su ambiente natural para analizarlos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 152).

La investigación es no experimental debido a que no hay manipulación de variables y solo pues no haremos ninguna manipulación de las variables, ya que solo se analizará la manera que interactúa el diseño estructural en la edificación.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

En presente trabajo de investigación se estimó a la población como las construcciones de edificaciones de cinco pisos en la ciudad de Huánuco.

3.2.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra del trabajo de investigación se consideró a la edificación que comprende de área 168.72 m² en el Jr. Dos de mayo 1588.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó como técnica para la recolección de datos la observación experimental ya que mediante el estudio y análisis de la estructura se pudo corroborar que la edificación cumple con la normatividad del Reglamento Nacional de Edificaciones y que por lo tanto es más segura ante sismos.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en la presente investigación fueron unas fichas de observación que se utilizaron de acuerdo al formato del Laboratorio de Suelos de Labortec (Anexo 4). También se empleó el modelamiento matemático a través del ingreso de datos al software ETABS ejecutando un correcto modelamiento computacional de la edificación.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se identificó el lugar donde se requirió de las características arquitectónicas y geotécnicas, así mediante la obtención de los planos arquitectónicos en planta y la realización de la calicata, se definieron la configuración estructural del edificio y las características del suelo que lo constituye, que sirvió para definir los parámetros de la edificación

como condiciones geotécnicas y capacidad portante admisible del terreno para realizar el diseño de la cimentación de la estructura. Posteriormente se efectuó la elección de la configuración estructural que tendrá la edificación a través de la selección del sistema estructural, especificaciones de los materiales, estructuración y predimensionamiento de elementos. Finalmente se realizó el análisis de la estructura mediante el software ETABS 2016 el cual permitió el diseño y análisis de los elementos estructurales del edificio, verificando así que la edificación cumple con las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para la presentación de datos se usaron diferentes gráficos y tablas para luego pasar a procesarlos en softwares tales como, Excel, Etabs 2016, Autocad.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

El análisis e interpretación de los datos se realizó utilizando diferentes herramientas como: Hojas de cálculo de Microsoft Excel, Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E.020, Norma E.030, Norma E.060), el software ETABS 2016, AutoCAD 2018.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

La edificación de uso multifamiliar destinada para 5 pisos, está distribuido de la siguiente manera como se plasma en los planos, a partir del cual se iniciará con la estructuración de los elementos de concreto armado, teniendo presente la distribución de los muros y espacios mostrados.

Figura 10
Vista en Planta del 1er Piso

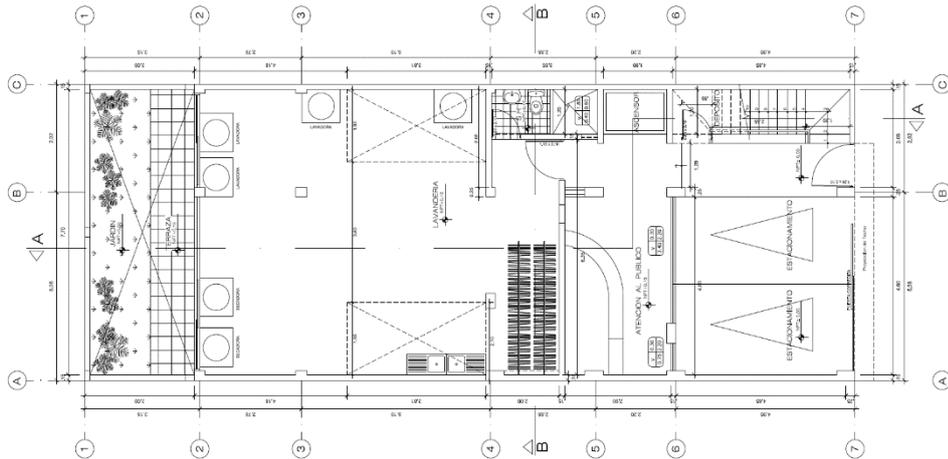
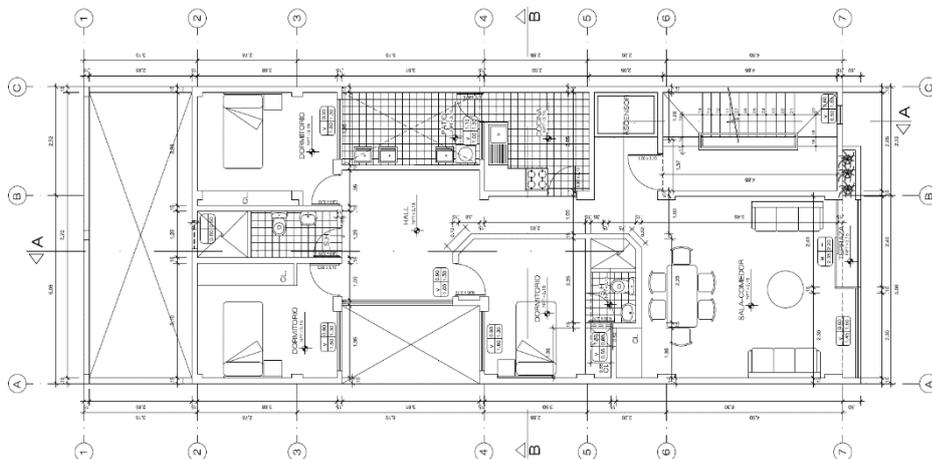


Figura 11
Vista en Planta del 2do Piso



LIMITES DE ATTERBERG

Tabla 3

Límites de consistencia del estrato de la calicata C-01

ÍNDICE PLÁSTICO	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
12	38	26

En la Tabla 3 se muestran los valores de Límite Líquido y Límite Plástico de una muestra de suelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla 4

Distribución Granulométrica de la calicata C-01

% GRAVA	Grava Gruesa	3.9%
	Grava Fina	6.3%
% ARENA	AG %	7.8%
	AM %	11.8%
	AF %	12.1%
% FINOS		58.1%

En la Tabla 4 se muestra la distribución granulométrica que nos da la información de la distribución de tamaños de partículas de suelo, teniendo los porcentajes de gravas, arenas y finos indicados.

RESULTADOS FINALES DEL ESTUDIO DE SUELOS

Tabla 5

Resultado del estudio de mecánica de suelos

CALICATA		PROFUNDIDAD	PROPIEDADES FÍSICAS						CLASIFICACIÓN	
N°	Estrato		% FINOS	% ARENAS	% GRAVAS	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO
C-1	E-1	2.00	58.1	31.7	10.2	38	26	12	ML	A-6

En función de los resultados obtenidos en los ensayos que se detallaron se tienen la clasificación de los suelos con el resumen de resultados del estudio de suelos.

4.1.2. ESPECIFICACIONES DE LA ESTRUCTURA

Sistema Estructural : Muros estructurales

Concreto

- Resistencia ($f'c$): 210 Kg/cm²
- Peso específico: 2400 Kg/cm³
- Módulo de elasticidad (E): 217370 Kg/cm²

Acero

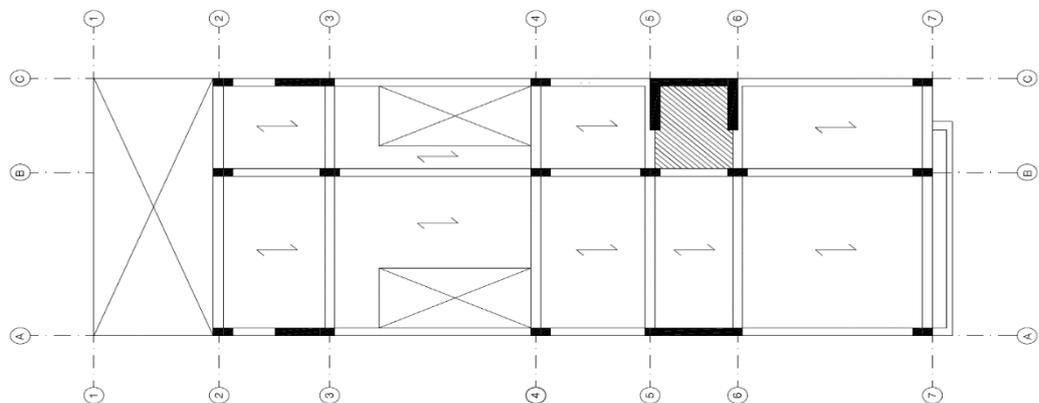
- Tipo: Corrugado (ASTM A605 – Grado60)
- Módulo de Elasticidad (E): 2x10⁶ Kg/cm²
- Fluencia (f_y): 4200 Kg/cm²

4.1.3. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

ESTRUCTURACIÓN

Se muestra la distribución del grupo elementos estructurales que conforma la edificación de modo ordenado y simple con el fin de obtener un comportamiento sísmico predecible ante sollicitaciones de cargas de gravedad y sísmicas, quedando así definida la ubicación de las vigas, columnas, losas y placas, lo cual será posible debido a que se cuenta con los planos arquitectónico.

Figura 13
Planta de Estructuración



CRITERIOS DE ESTRUCTURACION

- Simplicidad y Simetría
- Resistencia y Ductilidad
- Hiperestaticidad
- Uniformidad y Continuidad de la Estructura
- Rigidez Lateral
- Diafragma Rígido
- Elementos No Estructurales
- Sub-Estructura o Cimentación

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y CARGAS A UTILIZAR

LOSAS ALIGERADAS

El espesor de las losas aligeradas que están armadas en una dirección se determinado en función de la luz libre que existe entre los apoyos de la losa con la expresión siguiente:

$$h = \frac{L}{25}$$

Donde:

L: Luz libre entre apoyos (m)

h: Espesor de losa aligerada (m)

Entonces:

$$h = \frac{4.95}{25} = 0.20m$$

En este caso, usaremos un espesor de 0.20m. para las losas aligeradas que constituyen los cinco niveles.

VIGAS PERALTADAS

Para la etapa de predimensionamiento de las vigas, se toma en cuenta el criterio de luz libre dividido entre 12, así como también el ancho de viga puede variar entre de $h/3$ a $3/4h$ del peralte de viga,

teniendo presente que el ancho mínimo es de 25cm, como se muestra a continuación según lo recomendado por (Blanco Blasco, 1996):

$$h = \frac{L_n}{12} a \frac{L_n}{10}$$

$$b = \frac{h}{3} a \frac{3h}{4}$$

Donde:

L_n : Luz libre (m)

h : Peralte (m)

b : Base de viga

- Vigas principales
- Para las vigas situadas entre los ejes A y B, tenemos una luz libre de 4.70, por lo tanto:

$$h = \frac{4.70}{12} a \frac{4.70}{10}$$

$$h = 0.39 a 0.47$$

$$h = 0.40$$

$$b = \frac{0.40}{3} a \frac{3 \times 0.40}{4}$$

$$b = 0.13 a 0.3$$

$$b = 0.25$$

- Para las vigas ubicadas entre los ejes 1 y 2, tenemos una luz libre de 4.81, por lo tanto:

$$h = \frac{4.81}{12} a \frac{4.81}{10}$$

$$h = 0.40 a 0.48$$

$$h = 0.40$$

$$b = \frac{0.40}{3} a \frac{3 \times 0.40}{4}$$

$$b = 0.13 a 0.3$$

$$b = 0.25$$

COLUMNAS

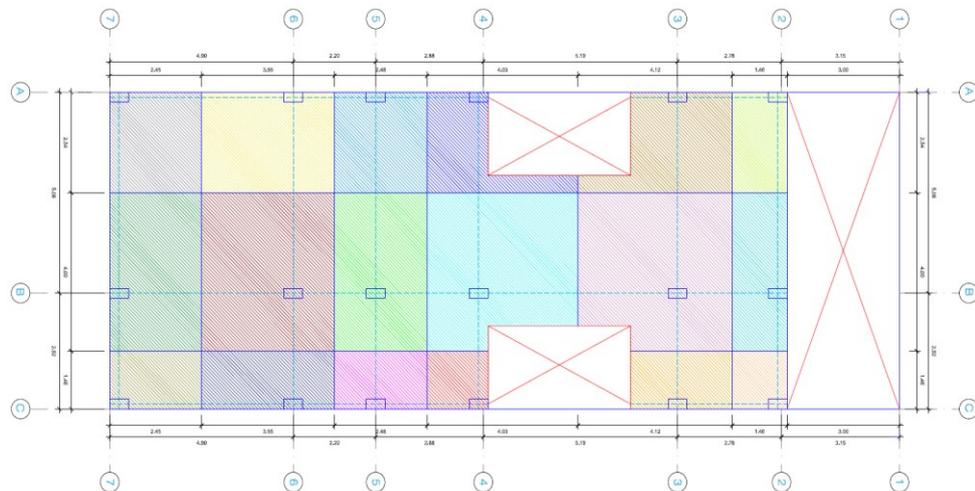
Dado que el edificio cuenta con una cantidad considerable de placas o muros de corte, se podrá reducir considerablemente los momentos creados en las columnas debido a los sismos. El criterio de predimensionamiento empleado para columnas que relacionan la carga axial encontrada en servicio con la resistencia del concreto es ideal para definir secciones de columnas.

Por consiguiente (Blanco, 1996) recomienda utilizar la siguiente expresión para definir el tamaño de las columnas:

$$\text{Área de columna} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45 f'c}$$

En la cual la P_{servicio} se obtiene de la categorización de edificaciones de acuerdo a la E.030 y se multiplica con el área tributaria de la columna correspondiente seguido del número de pisos.

Figura 14
Vista en Planta Áreas tributarias de columnas



De acuerdo al plano de distribución de áreas tributarias según al tipo de columna tenemos las más críticas en la siguiente tabla:

Tabla 6
Predimensionamiento de columnas

Nivel	Columna	A(m)	L(m)	Área Tributaria (m ²)	Peso Unitario (ton/m ²)	Peso Total (ton/m ²)	Área Columna (cm ²)	Sección colocada
1° a 5°	C-1	2.54	4.12	7.50	1.00	37.52	397.04	0.25x0.50
1° a 5°	C-2	4.00	4.12	15.58	1.00	77.92	824.57	0.25x0.50
1° a 5°	C-3	2.54	2.45	6.22	1.00	31.08	328.94	0.25x0.50
1° a 5°	C-4	4.00	2.45	9.80	1.00	49.00	518.52	0.25x0.50

PLACAS

La norma E-060 especifica que las placas serán dimensionadas teniendo especial cuidado con los esfuerzos de compresión en sus extremos y su resistencia al pandeo. Para el predimensionamiento de placas asumiremos inicialmente sus dimensiones respecto del edificio, se consideró las placas con espesor de 25cm puesto que el chequeo se realizó después de obtener los esfuerzos de la fuerza cortante basal de acuerdo los lineamientos de la norma E.030. Las placas de la caja de ascensor se muestran en el plano en planta dispuestas con el mismo espesor de 25cm.

VERIFICACION POR CORTE DE PLACAS

Para la verificación tenemos que calcular los parámetros sísmicos, según lo indicado en la Norma E.030.

Cortante basal actuante:

$$V = \frac{ZUCSP}{R}$$

- Z = 0.25 (Zona sísmica 2 - Huánuco)
- U = 1.0 (vivienda - edificaciones esenciales de la categoría c)
- C = 2.5, si se cumple que T < T_p

T : Periodo Fundamental de vibración.

Hn : Altura total del edificio

Ct : C = 60

$$T = \frac{h_n}{C_t} = \frac{13.8}{60} = 0.23$$

- S = 1.2 (suelo intermedio)
- R = Coeficiente de reducción
- P = Peso de edificación

$$P = 1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \times \text{area edificio} \times \text{pisos}$$

$$P = 1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \times 8 \times 18.09 \times 5 = 723.6 \text{ ton}$$

Tenemos que la cortante basal:

$$V_{\text{BASAL}} = \frac{ZUCSP}{R} = \frac{0.25 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.2 \times 723.6}{6} = 90.45$$

a. Cortante resistente:

- Cortante resistente para la dirección x:

$$V_{cx} = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_{cx} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times (4 \times 160) \times 25$$

$$V_{cx} = 104.45$$

$$V_{cx} = 104.45 > V_{\text{BASAL}} = 90.45$$

- Cortante resistente para la dirección y:

$$V_{cy} = \phi \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_{cy} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times (2 \times 150 + 2 \times 245) \times 25$$

$$V_{cy} = 128.94$$

$$V_{cy} = 128.94 > V_{\text{BASAL}} = 90.45$$

ESCALERA

De acuerdo a las alturas de entrepiso se tiene las medidas correspondientes a 25 cm de paso, 18 cm de contrapaso y 15 cm de garganta, los cuales son valores que están dentro de las recomendaciones del RNE, cumpliendo así la siguiente relación:

$$0.60 \text{ m} \leq 2C + P \leq 0.65 \text{ m}$$

$$0.60 \text{ m} \leq 2(0.18) + 0.25 \leq 0.65 \text{ m}$$

$$0.60 \text{ m} \leq 0.61 \leq 0.65 \text{ m}$$

CARGAS A UTILIZAR

CARGA MUERTA

Se han tenido en cuenta los siguientes valores de carga muerta según la Norma E.020:

- Concreto 2400 kg/m²
- Aligerado (h=20 cm) 300 kg/m²
- Piso terminado (h=5cm) 100 kg/m²
- Tabiquería móvil de mediana altura 50 kg/m²

CARGA VIVA

Las sobrecargas consideradas según la Norma E.020 son las siguientes:

- Viviendas 200 kg/m²
- Estacionamientos 250 kg/m²
- Azotea 100 kg/m²
- Escaleras 400 kg/m²

CARGA SÍSMICA

De acuerdo a lo que se indica en la Norma E.030.

4.1.4. ANÁLISIS SÍSMICO

PARÁMETROS DE EDIFICACIÓN

- Ubicación del factor de zona (Z)

El edificio se encuentra ubicado en la ciudad de Huánuco, por lo cual de acuerdo a lo estipulado en la Norma E.030, se encuentra clasificado dentro de la zona 2, y tendrá un factor de zona de 0.25.

- Ubicación de condiciones geotécnicas (S), T_p y T_L

El perfil del suelo correspondiente al terreno en el que se ubicará la edificación pertenece al tipo de suelo intermedio S2, y según norma E.030 al estar ubicado en la zona sísmica 2, el factor de la amplificación de suelo (S) tiene un valor de 1.20, y toman valores con los periodos T_p y T_L , para perfil de suelo S2 de 0.60 y 2.0 seg.

- Cálculo del factor de amplificación sísmica (C)

De acuerdo a la norma E.030 se plantea los siguientes casos, para poder encontrar este factor, que a su vez dependen del periodo del edificio y también de los periodos T_p y T_L como se muestra a continuación:

- $T < T_p$, $C = 2.5$
- $T_p < T < T_L$, $C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$
- $T > T_L$, $C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2}\right)$

- Ubicación del factor de uso (U)

El edificio está destinado al uso como vivienda multifamiliar, por lo tanto, se clasifica como un edificio común en la categoría C, asimismo el cálculo del factor de uso al que corresponde es de 1.0.

- Determinación de los factores de Irregularidad Estructural (I_a , I_p)

Establece, la norma E.030, determinar a los factores de las irregularidades en planta " I_p " y de irregularidad en altura " I_a " de acuerdo a la tabla de referencia N°8 y tabla N°9 del capítulo 03 de la presente

norma del RNE.

Irregularidad en Altura:

a) Irregularidad de Rigidez (Piso Blando con $\lambda=0.75$)

Existe irregularidad con rigidez, si en cualquiera de ambas direcciones que se analizan, cumplen con las siguientes condiciones:

En un entrepiso la rigidez lateral, tiende a ser menor que el 70% de la rigidez lateral del entrepiso justo encima al que se denomina superior.

$$\frac{V_i}{\Delta_i} < 0.7 \left(\frac{V_{i+1}}{\Delta_{i+1}} \right)$$

La rigidez lateral en el entrepiso es inferior al 80% de la rigidez lateral promediada de los tres niveles, tomados como inmediatos superiores adyacente.

$$\frac{V_i}{\Delta_i} < \frac{0.8}{3} \left(\frac{V_{i+1}}{\Delta_{i+1}} + \frac{V_{i+2}}{\Delta_{i+2}} + \frac{V_{i+3}}{\Delta_{i+3}} \right)$$

Tabla 7
Irregularidades de rigidez o Piso blando (Dirección X-X)

Total de pisos	Δ_i (cm)	V_i (tonf)	RIGIDEZ (tonf/cm)	$\frac{V_i}{\Delta_i} < 0.7 \left(\frac{V_{i+1}}{\Delta_{i+1}} \right)$	$\frac{V_i}{\Delta_i} < \frac{0.8}{3} \left(\frac{V_{i+1}}{\Delta_{i+1}} + \frac{V_{i+2}}{\Delta_{i+2}} + \frac{V_{i+3}}{\Delta_{i+3}} \right)$
5to Piso	0.2195	18.89	86.06	-	-
4to Piso	0.2428	36.42	149.98	1.74	-
3er Piso	0.2551	49.30	193.27	1.29	-
2do Piso	0.2417	58.27	241.05	1.25	1.68
1er Piso	0.2488	63.84	256.59	1.06	1.32

Tabla 8*Irregularidades de rigidez o Piso blando (Dirección Y-Y)*

Total de pisos	Δ_i (cm)	V_i (tonf)	RIGIDEZ (tonf/cm)	$\frac{V_i}{\Delta_i} < 0.7 \left(\frac{V_{i+1}}{\Delta_{i+1}} \right)$	$\frac{V_i}{\Delta_i} < \frac{0.8}{3} \left(\frac{V_{i+1}}{\Delta_{i+1}} + \frac{V_{i+2}}{\Delta_{i+2}} + \frac{V_{i+3}}{\Delta_{i+3}} \right)$
5to Piso	0.1081	18.27	169.08	-	-
4to Piso	0.1234	35.48	287.46	1.70	-
3er Piso	0.1323	48.12	363.72	1.27	-
2do Piso	0.1277	56.98	446.02	1.23	1.63
1er Piso	0.1392	62.72	450.66	1.01	1.23

No se encontraron irregularidades de rigidez o piso blando, en ninguna dirección de las dos analizadas, como se puede ver en los resultados de la tabla mostrada.

b) Irregularidad de resistencia (Piso Débil con $I_a=0.75$)

La falta de regularidad de resistencia se produce cuando la resistencia de un entrepiso sometido a fuerzas cortante, en cualquier dirección del análisis es inferior al 80% de la resistencia del siguiente piso por encima de él. Por lo tanto, se cumple la siguiente expresión.

$$V_{c(i)} < 0.8 \times \Sigma V_{c(i+1)}$$

$$\Sigma(bw \times d)_{(i)} < 0.8 \times \Sigma(bw \times d)_{(i+1)}$$

Tabla 9*Irregularidad de Resistencia – Piso Débil*

PISO	$\Sigma(bw \times d)_{(i)}$	$0.8 \times \Sigma(bw \times d)_{(i+1)}$
5to Piso	4.6375	-
4to Piso	4.6375	3.71
3er Piso	4.6375	3.71
2do Piso	4.6375	3.71
1er Piso	4.6375	3.71

No existe irregularidades de resistencia o piso debil debido a que el edificio presenta continuidad en sus elementos estructurales verticales en los diferentes pisos del edificio.

c) Irregularidades extrema de rigidez – Piso Blando ($I_a = 0.50$)

Se cuenta con irregularidad de extrema de rigidez si en cada una de las direcciones analizadas, en un entrepiso se tiene que la rigidez lateral, es menor que el 60% de la rigidez lateral tomada en el entrepiso inmediato superior o es inferior que su 70% de rigidez lateral promedio calculado en los tres niveles inmediatos superiores. Como ya se analizó en el inciso a de irregularidades en altura se puede ver que ningún entrepiso presenta irregularidades de extrema de rigidez.

d) Irregularidades de masa o peso

Existe irregularidad en la masa o peso si es que el peso de un piso es muy superior que las 1,5 veces del peso de un piso adyacente, este criterio no se aplica a las azoteas ni a los sótanos. Expresado en las siguientes desigualdades:

$$W_{(i)} > 1.5 (W_{i+1})$$

$$W_{(i)} > 1.5 (W_{i-1})$$

Tabla 10
Irregularidades de masa

PISO	$W_{i(x;y)}$ (tonf)	1.5 (W_{i+1}) (tonf)	1.5 (W_{i-1}) (tonf)
5to Piso	105.98	-	189.66
4to Piso	126.44	158.98	189.66
3er Piso	126.44	189.66	189.66
2do Piso	126.44	189.66	226.82
1er Piso	151.21	189.66	-

No existe irregularidades de masa, o peso debido a que el peso de ningún piso excede en 1.5 veces del otro nivel adyacente.

e) Irregularidades Geométricas Verticales ($I_a=0.90$)

La configuración es irregular cuando, en cualquier dirección de análisis, las dimensiones en planta resistentes a cargas laterales de la estructura son superiores a 1,3 veces las dimensiones correspondientes del piso adyacente, este criterio no corresponde a las azoteas ni en los sótanos. Lo cual se expresaría de la siguiente forma:

$$L_i > 1.3 \times L_{(i+1)}$$

$$L_i > 1.3 \times L_{(i-1)}$$

Tabla 11
Irregularidad Geométrica Vertical

PISO	L_i	$L_{(i+1)}$	$1.3 \times L_{(i+1)}$	$L_{(i-1)}$	$1.3 \times L_{(i-1)}$
5to Piso	8	-	-	8	10.4
4to Piso	8	8	10.4	8	10.4
3er Piso	8	8	10.4	8	10.4
2do Piso	8	8	10.4	8	10.4
1er Piso	8	8	10.4	-	-

Fuente: Elaboración Propia

No existe irregularidad geométrica vertical ya que todas las plantas presentan continuidad vertical a lo largo del edificio.

f) Discontinuidades ubicadas en los sistemas resistentes ($I_a=0.80$)

La estructura se presenta esta característica de irregular siempre y cuando, el elemento que resiste más del 10% de las fuerzas cortante tiene un desalineamiento vertical, ya sea a través del cambio de orientación, o por desplazamiento del eje de magnitud mayor al 25% de la dimensión correspondiente del elemento.

En este caso no existe irregularidad de discontinuidad, ya sea en los sistemas resistentes porque no hay elementos verticales que se encuentren desalineados en sus respectivos niveles.

g) Discontinuidades extremas de los Sistemas Resistentes ($I_a=0.60$)

Tenemos discontinuidades extremas cuando el cortante resistido por el elemento discontinuo descrito en el apartado anterior supera el 25% del cortante total. Dado que todos los elementos verticales son continuos en todos los pisos, no existe falta de continuidad debido a la uniformidad del sistema resistivo.

Irregularidad en Planta:

a) Irregularidad Torsional ($I_p=0.75$)

Esta inconsistencia torsional extrema existe cuando en cualquier de los rumbos de análisis, el mayor desplazamiento relativo del piso en el extremo del edificio (Δ_{max}), calculado contando con excentricidades accidentales, es más prominente que 1,3 veces los desplazamientos relativo promedio de los extremos en el mismo entrepiso (Δ_{prom}).

Tabla 12
Irregularidad Torsional (Dirección X-X)

PISO	Δ_{max}	Δ_{prom}	1.3 x Δ_{prom}
5to Piso	0.00097	0.00095	0.00123
4to Piso	0.00108	0.00105	0.00137
3er Piso	0.00116	0.00112	0.00145
2do Piso	0.00112	0.00107	0.00139
1er Piso	0.00067	0.00065	0.00084

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13
Irregularidad Torsional (Dirección Y-Y)

PISO	Δ_{max}	Δ_{prom}	1.3 x Δ_{prom}
5to Piso	0.00050	0.00046	0.00059
4to Piso	0.00058	0.00052	0.00068
3er Piso	0.00063	0.00056	0.00073
2do Piso	0.00062	0.00054	0.00070
1er Piso	0.00040	0.00034	0.00045

Fuente: Elaboración Propia

No hay irregularidad por torsión en ninguna de las direcciones porque como se puede ver en la tabla los máximos desplazamientos relativos que se tienen de entrepiso no son superiores a los desplazamientos relativos promedios de entrepiso analizados.

b) Irregularidad Torsional Extrema ($I_p=0.60$)

Esta inconsistencia torsional extrema existe cuando en cualquier parte de las direcciones verificadas, el mayor desplazamiento relativo del piso en el extremo del edificio (Δ_{max}), calculado contando con excentricidades accidentales, es superior que 1,5 veces los desplazamientos relativo promedio, de los extremos en el mismo entrepiso (Δ_{prom}).

Tabla 14*Irregularidad Torsional Extrema (Dirección X-X)*

PISO	Δ_{max}	Δ_{prom}	1.5 x Δ_{prom}
5to Piso	0.00097	0.00095	0.00142
4to Piso	0.00108	0.00105	0.00158
3er Piso	0.00116	0.00112	0.00167
2do Piso	0.00112	0.00107	0.00160
1er Piso	0.00067	0.00065	0.00097

Fuente: Elaboracion Propia

Tabla 15*Irregularidad Torsional Extrema (Dirección Y-Y)*

PISO	Δ_{max}	Δ_{prom}	1.5 x Δ_{prom}
5to Piso	0.00050	0.00046	0.00068
4to Piso	0.00058	0.00052	0.00078
3er Piso	0.00063	0.00056	0.00084
2do Piso	0.00062	0.00054	0.00081
1er Piso	0.00040	0.00034	0.00052

Fuente: Elaboración Propia

No hay inconsistencia por torsión extrema en ninguna de sus direcciones ya que, como se puede observar a través de la tabla los máximos desplazamientos relativos de entrepiso no son superiores a los desplazamientos relativos promedios de entrepiso analizados.

c) Irregularidad en esquinas entrantes ($I_p=0.90$)

Esta irregularidad existe siempre y cuando se tengan esquinas entrantes próximas cuyas medidas en ambas direcciones superan a el 20% de la dimensión total en disposición de planta, por lo que en esta edificación no existe la proximidad de este tipo de anomalía.

d) Discontinuidad del Diafragma ($I_p=0.85$)

La estructura se califica en irregular cuando se tiene que los diafragmas tienen discontinuidades repentinas o variaciones críticas en rigidez, contando con aberturas superiores al 50% del área bruta de diafragma. En este edificio las aberturas suman un total de 14.097m² lo cual representa un 9.74% de área bruta de diafragma, por tanto, no existe irregularidades de discontinuidad del diafragma en este caso.

e) Sistemas no Paralelos ($I_p=0.90$)

Esta irregularidad existe mientras en cualquiera de las orientaciones de análisis, los elementos resistentes a las fuerzas laterales no sean paralelos. No aplica dentro de los siguientes casos:

- Si los ejes de los pórticos formen ángulos debajo de los 30° .
- Cuando los componentes no paralelos resistan menos del 10% del esfuerzo cortante del piso.

En este edificio, los elementos resistentes de fuerzas laterales son paralelos a ambas direcciones, por lo que se tiene que este tipo de irregularidad no existe.

Tabla 16

Irregularidad estructural encontrada en la edificación

IRREGULARIDADES		Factor de irregularidad I_a	Factor de irregularidad I_p
Irregularidades estructurales en altura	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	1	
	Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	1	
	Irregularidad Extrema de Rigidez	1	
	Irregularidad Extrema de Resistencia	1	
	Irregularidad de Masa o Peso	1	
	Irregularidad Geométrica Vertical	1	
	Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	1	
	Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	1	
Irregularidades estructurales en planta	Irregularidad Torsional		1
	Irregularidad Torsional Extrema		1
	Esquinas Entrantes		1
	Discontinuidad del Diafragma		1
	Sistemas no Paralelos		1

Se concluye que esta estructura analizada es regular tanto altura como en planta, de esta manera, los coeficientes de irregularidad correspondientes son de 1.

ANÁLISIS DINÁMICO

De acuerdo a la Norma E.030 se tiene que el espectro pseudo-aceleraciones se calcula con la expresión siguiente:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

En la que los valores de Z, U, S Y R son conocidos y calculados anteriormente, siendo g la aceleración de la gravedad.

De donde se tiene a C de acuerdo al periodo:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = (2.5) \times \left(\frac{T_P \times T_L}{T^2} \right)$$

$$S_a = \frac{0.25 \times 1 \times C \times 1.20}{6} \times 9.81 = 0.4905C$$

Expresiones con las cuales es posible la formulación de la tabla 17

Tabla 17

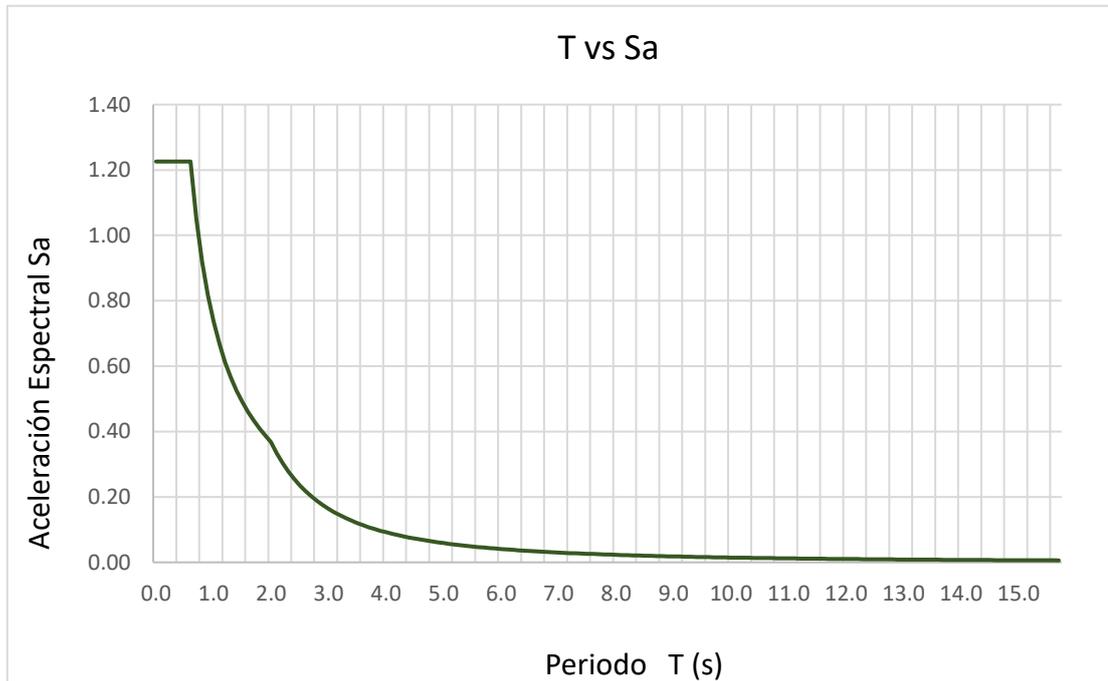
Tabla de periodo fundamental vs aceleración espectral

T	C	Sa	T	C	Sa
0.000	2.5000	1.22584	7.900	0.0481	0.02357
0.100	2.5000	1.22584	8.000	0.0469	0.02298
0.200	2.5000	1.22584	8.100	0.0457	0.02242
0.300	2.5000	1.22584	8.200	0.0446	0.02188
0.400	2.5000	1.22584	8.300	0.0435	0.02135
0.500	2.5000	1.22584	8.400	0.0425	0.02085
0.600	2.5000	1.22584	8.500	0.0415	0.02036
0.700	2.1429	1.05072	8.600	0.0406	0.01989
0.800	1.8750	0.91938	8.700	0.0396	0.01943
0.900	1.6667	0.81723	8.800	0.0387	0.01900
1.000	1.5000	0.73550	8.900	0.0379	0.01857
1.100	1.3636	0.66864	9.000	0.0370	0.01816
1.200	1.2500	0.61292	9.100	0.0362	0.01776
1.300	1.1538	0.56577	9.200	0.0354	0.01738
1.400	1.0714	0.52536	9.300	0.0347	0.01701
1.500	1.0000	0.49034	9.400	0.0340	0.01665
1.600	0.9375	0.45969	9.500	0.0332	0.01630
1.700	0.8824	0.43265	9.600	0.0326	0.01596
1.800	0.8333	0.40861	9.700	0.0319	0.01563
1.900	0.7895	0.38711	9.800	0.0312	0.01532
2.000	0.7500	0.36775	9.900	0.0306	0.01501
2.100	0.6803	0.33356	10.000	0.0300	0.01471

2.200	0.6198	0.30393	10.100	0.0294	0.01442
2.300	0.5671	0.27807	10.200	0.0288	0.01414
2.400	0.5208	0.25538	10.300	0.0283	0.01387
2.500	0.4800	0.23536	10.400	0.0277	0.01360
2.600	0.4438	0.21760	10.500	0.0272	0.01334
2.700	0.4115	0.20178	10.600	0.0267	0.01309
2.800	0.3827	0.18763	10.700	0.0262	0.01285
2.900	0.3567	0.17491	10.800	0.0257	0.01261
3.000	0.3333	0.16345	10.900	0.0253	0.01238
3.100	0.3122	0.15307	11.000	0.0248	0.01216
3.200	0.2930	0.14365	11.100	0.0243	0.01194
3.300	0.2755	0.13508	11.200	0.0239	0.01173
3.400	0.2595	0.12725	11.300	0.0235	0.01152
3.500	0.2449	0.12008	11.400	0.0231	0.01132
3.600	0.2315	0.11350	11.500	0.0227	0.01112
3.700	0.2191	0.10745	11.600	0.0223	0.01093
3.800	0.2078	0.10187	11.700	0.0219	0.01075
3.900	0.1972	0.09671	11.800	0.0215	0.01056
4.000	0.1875	0.09194	11.900	0.0212	0.01039
4.100	0.1785	0.08751	12.000	0.0208	0.01022
4.200	0.1701	0.08339	12.100	0.0205	0.01005
4.300	0.1622	0.07956	12.200	0.0202	0.00988
4.400	0.1550	0.07598	12.300	0.0198	0.00972
4.500	0.1481	0.07264	12.400	0.0195	0.00957
4.600	0.1418	0.06952	12.500	0.0192	0.00941
4.700	0.1358	0.06659	12.600	0.0189	0.00927
4.800	0.1302	0.06385	12.700	0.0186	0.00912
4.900	0.1249	0.06127	12.800	0.0183	0.00898
5.000	0.1200	0.05884	12.900	0.0180	0.00884
5.100	0.1153	0.05656	13.000	0.0178	0.00870
5.200	0.1109	0.05440	13.100	0.0175	0.00857
5.300	0.1068	0.05237	13.200	0.0172	0.00844
5.400	0.1029	0.05045	13.300	0.0170	0.00832
5.500	0.0992	0.04863	13.400	0.0167	0.00819
5.600	0.0957	0.04691	13.500	0.0165	0.00807
5.700	0.0923	0.04528	13.600	0.0162	0.00795
5.800	0.0892	0.04373	13.700	0.0160	0.00784
5.900	0.0862	0.04226	13.800	0.0158	0.00772
6.000	0.0833	0.04086	13.900	0.0155	0.00761
6.100	0.0806	0.03953	14.000	0.0153	0.00751
6.200	0.0780	0.03827	14.100	0.0151	0.00740

6.300	0.0756	0.03706	14.200	0.0149	0.00730
6.400	0.0732	0.03591	14.300	0.0147	0.00719
6.500	0.0710	0.03482	14.400	0.0145	0.00709
6.600	0.0689	0.03377	14.500	0.0143	0.00700
6.700	0.0668	0.03277	14.600	0.0141	0.00690
6.800	0.0649	0.03181	14.700	0.0139	0.00681
6.900	0.0630	0.03090	14.800	0.0137	0.00672
7.000	0.0612	0.03002	14.900	0.0135	0.00663
7.100	0.0595	0.02918	15.000	0.0133	0.00654
7.200	0.0579	0.02838	15.100	0.0132	0.00645
7.300	0.0563	0.02760	15.200	0.0130	0.00637
7.400	0.0548	0.02686	15.300	0.0128	0.00628
7.500	0.0533	0.02615	15.400	0.0126	0.00620
7.600	0.0519	0.02547	15.500	0.0125	0.00612
7.700	0.0506	0.02481	15.600	0.0123	0.00604
7.800	0.0493	0.02418	15.700	0.0122	0.00597

Figura 15
Espectro de la estructura



En la figura 15 se ve al espectro de diseño según el tipo de suelo que se encontró para esta edificación, la cual representa la pseudo aceleración del suelo con respecto al periodo, que describe el comportamiento de un movimiento sísmico

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS PERMITIDOS

La Norma E.030 indica límites en los desplazamientos laterales en los edificios, el cual depende del tipo de material predominante en el edificio, por lo que en este caso entonces, la deriva mayor permitida es de 0.007, ya que para estructuras de concreto armado se trabaja con este valor numérico.

Tabla 18

Verificación de máximas derivas en la dirección de X-X

PISO	Derivas máximas en dirección X		Deriva máxima
	Elástico	Inelástico	
5to Piso	0.00088	0.00395	0.007
4to Piso	0.00097	0.00438	0.007
3er Piso	0.00101	0.00454	0.007
2do Piso	0.00089	0.00402	0.007
1er Piso	0.00046	0.00206	0.007

Tabla 19

Verificación de máximas derivas en la dirección de Y-Y

PISO	Derivas máximas en dirección Y		Deriva máxima
	Elástico	Inelástico	
5to Piso	0.00041	0.00184	0.007
4to Piso	0.00047	0.00209	0.007
3er Piso	0.00049	0.00220	0.007
2do Piso	0.00044	0.00198	0.007
1er Piso	0.00024	0.00106	0.007

De las anteriores tablas que se observa que las derivas inelásticas son menores que las derivas máximas, lo que indica que se encuentran en el límite señalado por norma, por tanto, la configuración distribuida estructuralmente es la correcta.

ANÁLISIS MODAL

Se determinaron en todos los niveles, un modo de vibración por cada grado de libertad en cada nivel, llegando a tener como mínimo un total igual a 15 modos. En la siguiente tabla se observa el porcentaje de masa participativa en ambas direcciones para cada modo de vibración y su periodo dado.

Tabla 20
Masas Participativas

Modo	Periodo (s)	Masa Participativa en Dirección X-X (%)	Masa Participativa en Dirección Y-Y (%)	Masa Participativa Acumulada en Dirección X-X (%)	Masa Participativa Acumulada en Dirección Y-Y (%)
1	0.447	0.710	0.008	0.710	0.008
2	0.372	0.031	0.264	0.741	0.272
3	0.283	0.0004	0.479	0.741	0.751
4	0.111	0.159	0.003	0.900	0.754
5	0.097	0.013	0.056	0.913	0.809
6	0.074	0.0003	0.114	0.913	0.923
7	0.050	0.047	0.001	0.960	0.924
8	0.043	0.006	0.021	0.966	0.945
9	0.037	0.001	0.025	0.967	0.970
10	0.032	0.013	0.0002	0.980	0.970
11	0.026	0.001	0.012	0.981	0.982
12	0.025	0.0003	0.0003	0.981	0.983
13	0.025	0.005	0.001	0.986	0.984
14	0.020	0.00001	0.003	0.986	0.987
15	0.018	0.002	0.0000092	0.988	0.987

La Norma E.030 señala que en cada dirección a analizar se debe considerar modos de vibración en la que la suma de masas participativas sean por lo menos un 90% de las masas totales. En este caso se pudo considerar hasta el modo 6 ya que el porcentaje de masa participativa acumulada en las dos direcciones cumplen con el mínimo de 90%.

ANÁLISIS ESTÁTICO

En este análisis, se asigna al sismo como fuerzas que se ubican en forma lateral en cada piso, aplicadas al centro de masas. La cortante basal del edificio se halla con el peso sísmico y los parámetros sísmicos que fueron mostrados, de tal manera que siguiendo las indicaciones de la Norma E030, la cortante basal, según los lineamientos de norma se calculan de la siguiente expresión:

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

$$V_x = \frac{0.25 \times 1.00 \times 2.5 \times 1.2}{6} \times 615.18 = 76.90 \text{ ton}$$

$$V_y = \frac{0.25 \times 1.00 \times 2.5 \times 1.2}{6} \times 615.18 = 76.90 \text{ ton}$$

Tabla 21
Resultados de la fuerza cortante basal

	FUERZA CORTANTE BASAL	
	Dirección X	Dirección Y
Z	0.25	0.25
U	1	1
C	2.5	2.5
S	1.2	1.2
R	6	6
C/R	0.417	0.417
Peso(ton)	615.18	615.18

DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SÍSMICA EN ALTURA

La distribución de fuerzas sísmicas de manera horizontal en cada nivel, se halla mediante las ecuaciones:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$$

En donde:

P: "Peso del nivel"

H: "Altura del nivel"

K: "Exponente asociado con el periodo fundamental de vibración de la edificación"

N: "Cantidad de pisos en el edificio"

Tabla 22
Fuerzas actuantes distribuidas en cada piso

N°Pisos	Peso (ton.)	h(m.)	Pi x (hi)^k	αi	Fi(ton)
5to Piso	100.36	13.55	1359.82	0.274	21.11
4to Piso	126.44	10.95	1384.51	0.279	21.49
3er Piso	126.44	8.35	1055.76	0.213	16.39
2do Piso	126.44	5.75	727.02	0.147	11.29
1er Piso	135.50	3.15	426.84	0.086	6.63
	615.18		4953.95	1.00	76.90

4.1.5. FUERZAS CORTANTES EN LA BASE

Por exigencias de la norma e030 tenemos que la cortante basal obtenida del análisis dinámico no tiene que ser inferior al 80% del análisis estático en estructuras regulares. De ser necesario los resultados obtenidos del análisis dinámico, se tendrán que escalarse de acuerdo a un factor de amplificación con la dirección analizada.

Tabla 23

Fuerza Cortante Basal según dirección x, y

Dirección	V (x,y) estática (tnf)	V (x,y) dinámica (tnf)	80% V estática	Factor
X-X	76.90	59.02	61.52	1.04
Y-Y	76.90	58.40	61.52	1.05

En la dirección X-X:

$$V_{\text{din } x-x} = 59.02 < 80\%V_{\text{est } x-x} = 61.52$$

En la dirección Y-Y:

$$V_{\text{din } y-y} = 58.40 < 80\%V_{\text{est } y-y} = 61.52$$

Entonces el factor de amplificación en las direcciones analizadas será:

$$F_x = \frac{80\%V_{\text{est } x-x}}{V_{\text{din } x-x}} = \frac{61.52}{59.02} = 1.042$$

$$F_y = \frac{80\%V_{\text{est } y-y}}{V_{\text{din } y-y}} = \frac{61.52}{58.40} = 1.053$$

4.1.6. DISEÑO ESTRUCTURAL

El método usado es el de diseño por resistencia según lo señalado en la Norma E.060. Por tanto, estructuras y componentes estructurales deben diseñarse, así para obtener en sus secciones resistencias de diseño (ΦR_n) al menos iguales de las resistencias requeridas (R_u), calculadas para fuerzas amplificadas.

$$\Phi R_n \geq R_u$$

Las resistencias requeridas para las cargas vivas (CV), cargas muertas (CM), y cargas de sismo (CS) de acuerdo a las combinaciones usada en el diseño según lo estipulado en norma de cargas E.060.

Cargas vivas y muertas	$1.4CM+1.7CV$
Cargas de sismo	$1.25 (CM+CV) - CS$
	$1.25 (CM+CV) + CS$
	$0.9CM - CS$
	$0.9CM + CS$

Por otro lado, el diseño por resistencia usa factores de reducción, de acuerdo al tipo de solicitaciones en secciones de sus elementos a la que es sometida, como se distribuye en la siguiente tabla.

Tabla 24
Factores de reducción de resistencia

Factores de reducción de resistencia	
Solicitación	Factor de reducción
Flexión	0.9
Tracción y Tracción + Flexión	0.9
Cortante	0.85
Torsión	0.85
Cortante y Torsión	0.85
Compresión y flexo-compresión:	
Elementos con Espirales	0.75
Elementos con Estribos	0.7
Aplastamiento en el concreto	0.7
Zonas de anclaje del post-tensado	0.85
Concreto simple	0.65

Utilizamos el programa de ETABS para iniciar el modelado y analizar las estructuras tridimensionales, asignando que tipo de secciones o tipos tendrán los miembros estructurales, así como las propiedades mencionadas anteriormente para cada elemento a diseñar. Asimismo, se les añadirán las cargas y combinaciones requeridas por la norma, para obtener las cortantes, momentos, zonas donde existan mayores esfuerzos tomados por algunos miembros de la estructura, ya que el programa calcula teniendo en cuenta las deformaciones axiales y cortantes, obteniendo las deformaciones, fuerzas de reacción, respuestas en los elementos para el correspondiente diseño.

Seleccionado y graficado la propuesta estructural que cumple con las condiciones de diseño y soporte de solicitaciones a las que es sometida, se procede a las comprobaciones de cálculo en la que se verifica que el acero de diseño con el que ha sido calculado, cumpla con los requerimientos impuestos en las normas vigentes del RNE-Perú.

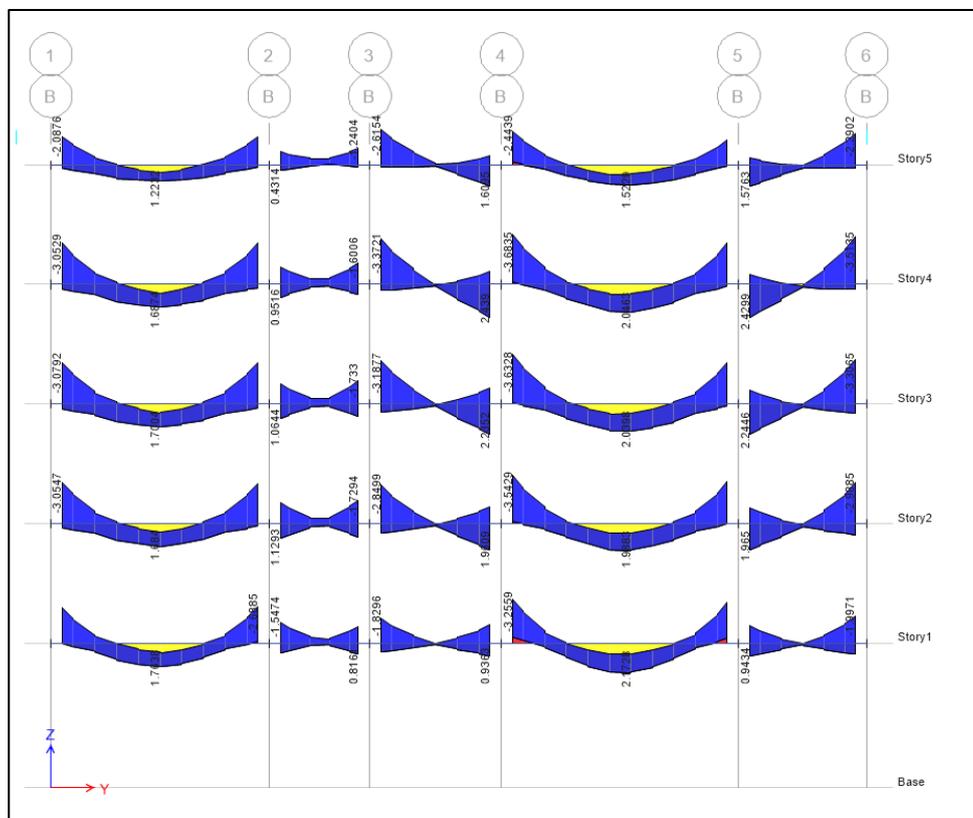
DISEÑO DE VIGAS

Se tomarán en cuenta todas las combinaciones de carga establecidas por la Norma E.060. El método de diseño de la viga es el mismo, por tanto, se pretende realizar un diseño de la viga "V-1".

DISEÑO POR FLEXIÓN

Para la envolvente se emplea las combinaciones establecidas en la norma, teniendo como resultado siguiente:

Figura 16
Envolventes del DMF en las vigas del eje B-B (ton-m)



Determinamos los límites máximo y mínimo del refuerzo y para el refuerzo por flexión procedemos a hallar el parámetro Ku y obtenemos la cuantía:

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2}$$

$$Ku \rightarrow \rho$$

$$As = \rho bd$$

Verificamos que el acero de diseño estimado este de acuerdo con los requisitos mínimos y máximos de acero de la norma E.060, teniendo los siguientes límites de área de acero:

$$As_{\min} = \frac{0.7 \sqrt{f'c} bd}{fy}$$

$$As_{\max} = 0.75 \rho_{bal} bd$$

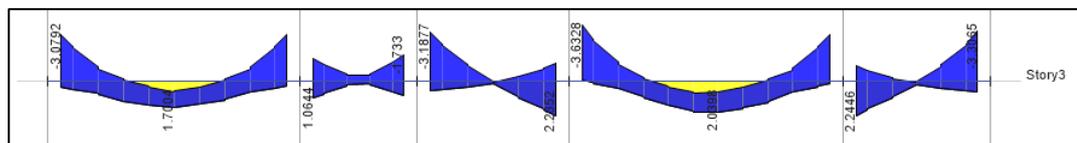
Para un $f'c$ de 210 kg/cm² y fy de 4200 kg/cm², se tiene:

$$As_{\min} = 0.24\% bd$$

$$As_{\max} = 1.59\% bd$$

Tenemos al diagrama de momento de la viga seleccionada.

Figura 17
Envolvente del DMF de la viga seleccionada



Luego de obtener los resultados con las cargas ya aplicadas se continua con el diseño de acero de refuerzo:

Tabla 25*Resumen del diseño por flexión de viga*

	TRAMO 1	TRAM O 2	TRAM O 3	As ⁺	As ⁻	As ⁺	As ⁻	As ⁺	As ⁺
	As ⁻	As ⁺	As ⁻						
bw (m)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
h (m)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
d (m)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Mu (ton-m)	3.079	1.700	3.041	1.064	0.429	0.911	3.188	0.128	2.235
Ku=Mu/bd ²	10.65	5.88	10.52	3.68	1.48	3.15	11.03	0.44	7.73
a	2.33	1.27	2.31	0.79	0.32	0.67	2.42	0.09	1.68
As _{calculado} = ρbd (cm ²)	2.48	1.35	2.45	0.84	0.34	0.72	2.57	0.1	1.78
As _{min} =0.24%bd (cm ²)	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
As _{máx} =1.59%bd (cm ²)	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515
Refuerzo	2ϕ5 8"+ 1 ϕ 1 2"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"+1 ϕ 1 2"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"+ 1 ϕ 1 2"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"

	TRAMO 4	TRAMO 5	As ⁻	As ⁺	As ⁺	As ⁻
	As ⁻	As ⁺				
bw (m)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
h (m)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
d (m)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Mu (ton-m)	3.633	2.04	3.075	2.245	0.244	3.307
Ku=Mu/bd ²	12.57	7.06	10.64	7.77	0.84	11.44
a	2.77	1.53	2.33	1.69	0.18	2.51
As _{calculado} = ρbd (cm ²)	2.95	1.62	2.48	1.79	0.19	2.67
As _{min} =0.24%bd (cm ²)	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04	2.04
As _{máx} =1.59%bd (cm ²)	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515	13.515
Refuerzo	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"+1 ϕ 1 2"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"	2 ϕ 5 8"

En la tabla 25 se tiene los momentos flectores de la viga obtenida en el análisis para lo cual tenemos el armado final de acero longitudinal de acuerdo a los tramos que constituyen la viga, verificando así las cuantías colocadas

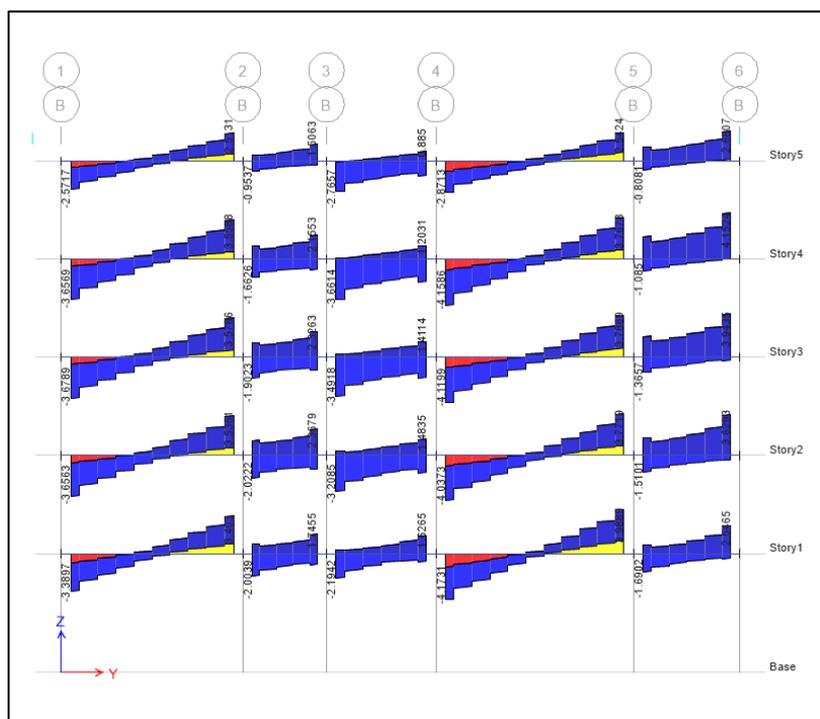
entre sus valores máximos y mínimos cumpliendo con lo señalado en la Norma E.060.

DISEÑO POR CORTE

Del diagrama de fuerzas cortantes obtenido una vez graficado por el ETABS con las cargas amplificadas de acuerdo a las combinaciones indicadas anteriormente tenemos:

Figura 18

Envolvente del DFC de las vigas en el eje B-B en (ton-m)



La resistencia de sección nominal debe ser mayor o igual a la resistencia a cortante requerida. Por lo tanto, se debe cumplir lo siguiente:

Aquí, la resistencia requerida V_u es la última cortante de diseño de calculo determinado a la distancia "d" medida desde la superficie de apoyo, y la resistencia nominal (V_n) está compuesta en la contribución de concreto V_c y el acero V_s .

La siguiente ecuación se utiliza para medir la resistencia al corte del concreto y el refuerzo transversal.

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Tabla 26

Fuerza cortante

Fuerza cortante - Vu (ton)	3.68	3.58
Resistencia a corte - Vc (ton)	5.55	5.55

Diseño por capacidad:

La fuerza cortante en diseño se calcula como se muestra:

$$V_u = \frac{(M_{nd} + M_{ni})}{L_n} + \frac{W_u}{2} \cdot L_n$$

$$V_u = \frac{(5.37 + 6.98)}{4.28} + \frac{1.72}{2} \cdot 4.28$$

$$V_u = 6.56 \text{ ton}$$

Mnd, Mni = Momentos nominales en extremo derecho e izquierdo

Wu = fuerza que se encuentra distribuida en la viga en los análisis isostáticos

Ln = Luz libre de viga

En zonas de confinamiento, los estribos tienen que ubicarse separados como máximo teniendo presente a el menor de los valores:

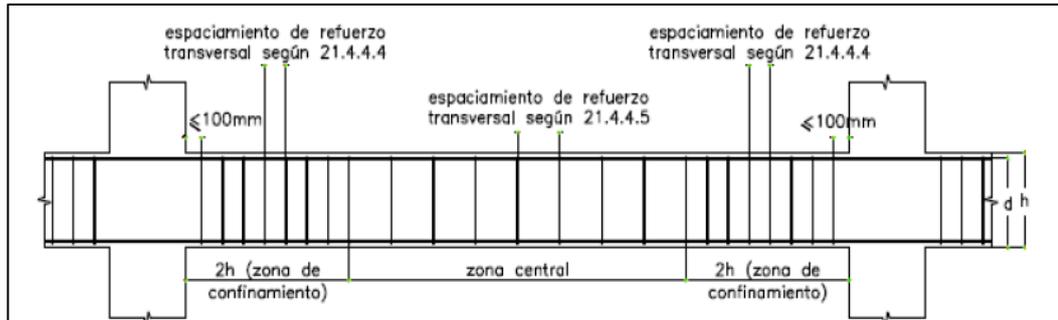
- Max. (d / 4 = 8.5 cm., 15 cm)
- 10 db (barra longitudinal) = 15.9 cm.
- 24 (estribo) = 22.8 cm.
- 30 cm.

La distribución de refuerzo cortante del tramo es:

Estribos $\phi 3/8"$: 1@0.05, 5@0.15, resto@0.20

La armadura calculada anteriormente no puede ser menor a lo mencionado en el capítulo 21 dispuesto por la norma E.060, cuyas condiciones están determinadas por el sistema estructural del edificio.

Figura 19
Requerimientos en Estribos en Vigas



Fuente: Norma E.060.

Resumen de Diseño de vigas por corte – Etabs

tory	Label	Unique Name	Design Section	Station cm	Status	As,min Top	As Top	As,min Bottom	As Bottom	At Shear
						cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /cm
Story5	B7	81	V-25x40	25	No Message	2.08	2.08	1.03	1.03	0.0196
Story5	B7	81	V-25x40	47.8	No Message	1.49	1.49	0.51	0.51	0.0192
Story5	B7	81	V-25x40	47.8	No Message	1.44	1.44	0.51	0.51	0.0173
Story5	B7	81	V-25x40	95.6	No Message	0.57	0.57	0.6	0.6	0.0165
Story5	B7	81	V-25x40	95.6	No Message	0.51	0.51	0.64	0.64	0.0156
Story5	B7	81	V-25x40	143.4	No Message	0.51	0.51	0.96	0.96	0.0148
Story5	B7	81	V-25x40	143.4	No Message	0.51	0.51	0.98	0.98	0.0137
Story5	B7	81	V-25x40	191.2	No Message	0.51	0.51	1.21	1.21	0.0129
Story5	B7	81	V-25x40	191.2	No Message	0.51	0.51	1.23	1.23	0.0117
Story5	B7	81	V-25x40	239	No Message	0.51	0.51	1.33	1.33	0.0109
Story5	B7	81	V-25x40	239	No Message	0.51	0.51	1.33	1.33	0.0111
Story5	B7	81	V-25x40	286.8	No Message	0.51	0.51	1.2	1.2	0.0119
Story5	B7	81	V-25x40	286.8	No Message	0.51	0.51	1.17	1.17	0.0131
Story5	B7	81	V-25x40	334.6	No Message	0.51	0.51	0.96	0.96	0.0139
Story5	B7	81	V-25x40	334.6	No Message	0.51	0.51	0.93	0.93	0.015
Story5	B7	81	V-25x40	382.4	No Message	0.54	0.54	0.6	0.6	0.0158
Story5	B7	81	V-25x40	382.4	No Message	0.6	0.6	0.55	0.55	0.0167
Story5	B7	81	V-25x40	430.2	No Message	1.45	1.45	0.51	0.51	0.0175

Story5	B7	81	V-25x40	430.2	No Message	1.51	1.51	0.51	0.51	0.0193
Story5	B7	81	V-25x40	453	No Message	2.08	2.08	1.03	1.03	0.0197
Story5	B12	106	V-25x40	25	No Message	2.44	2.44	1.21	1.21	0.0102
Story5	B12	106	V-25x40	47.182	No Message	1.8	1.8	0.6	0.6	0.0097
Story5	B12	106	V-25x40	471.82	No Message	1.3	1.3	0.6	0.6	0.0083
Story5	B12	106	V-25x40	494	No Message	1.86	1.86	0.92	0.92	0.0088
Story5	B19	141	V-25x40	25	No Message	0.49	0.49	1.56	1.56	0.0268
Story5	B19	141	V-25x40	46.667	No Message	0.56	0.56	1.29	1.29	0.0273
Story5	B19	141	V-25x40	46.667	No Message	0.56	0.56	1.27	1.27	0.0264
Story5	B19	141	V-25x40	93.333	No Message	0.56	0.56	0.78	0.78	0.0275
Story5	B19	141	V-25x40	93.333	No Message	0.56	0.56	0.71	0.71	0.0282
Story5	B19	141	V-25x40	140	No Message	0.56	0.56	0.56	0.56	0.0293
Story5	B19	141	V-25x40	140	No Message	0.56	0.56	0.56	0.56	0.0305
Story5	B19	141	V-25x40	186.67	No Message	0.66	0.66	0.56	0.56	0.0316
Story5	B19	141	V-25x40	186.67	No Message	0.76	0.76	0.56	0.56	0.0331
Story5	B19	141	V-25x40	233.33	No Message	1.64	1.64	0.56	0.56	0.0341
Story5	B19	141	V-25x40	233.33	No Message	1.7	1.7	0.56	0.56	0.0377
Story5	B19	141	V-25x40	255	No Message	2.29	2.29	1.13	1.13	0.0382
Story5	B20	146	V-25x40	25	No Message	2.62	2.62	1.29	1.29	0.0395
Story5	B20	146	V-25x40	48	No Message	1.98	1.98	0.64	0.64	0.039
Story5	B20	146	V-25x40	48	No Message	1.92	1.92	0.64	0.64	0.0356
Story5	B20	146	V-25x40	96	No Message	0.97	0.97	0.64	0.64	0.0345
Story5	B20	146	V-25x40	96	No Message	0.87	0.87	0.64	0.64	0.0332
Story5	B20	146	V-25x40	144	No Message	0.64	0.64	0.64	0.64	0.0321
Story5	B20	146	V-25x40	144	No Message	0.64	0.64	0.64	0.64	0.0309
Story5	B20	146	V-25x40	192	No Message	0.64	0.64	0.64	0.64	0.0298
Story5	B20	146	V-25x40	192	No Message	0.64	0.64	0.71	0.71	0.029
Story5	B20	146	V-25x40	240	No Message	0.64	0.64	1.26	1.26	0.0279
Story5	B20	146	V-25x40	240	No Message	0.64	0.64	1.28	1.28	0.0285
Story5	B20	146	V-25x40	263	No Message	0.64	0.64	1.6	1.6	0.028
Story5	B26	181	V-25x40	25	No Message	0.94	0.94	0.47	0.47	0.0162
Story5	B26	181	V-25x40	44	No Message	0.77	0.77	0.33	0.33	0.0159
Story5	B26	181	V-25x40	44	No Message	0.75	0.75	0.31	0.31	0.0154
Story5	B26	181	V-25x40	88	No Message	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0149

Story5	B26	181	V-25x40	88	No Message	0.47	0.47	0.3	0.3	0.0154
Story5	B26	181	V-25x40	132	No Message	0.44	0.44	0.3	0.3	0.0165
Story5	B26	181	V-25x40	132	No Message	0.49	0.49	0.3	0.3	0.0171
Story5	B26	181	V-25x40	176	No Message	0.92	0.92	0.3	0.3	0.0182
Story5	B26	181	V-25x40	176	No Message	0.95	0.95	0.3	0.3	0.0198
Story5	B26	181	V-25x40	195	No Message	1.22	1.22	0.61	0.61	0.0202
Story5	B28	187	V-25x20	0	No Message	0.05	0.05	0.02	0.02	0.0083
Story5	B28	187	V-25x20	37.5	No Message	0.15	0.15	0.09	0.09	0.0106
Story5	B28	187	V-25x20	37.5	No Message	0.17	0.17	0.09	0.09	0.0101
Story5	B28	187	V-25x20	75	No Message	0.37	0.37	0.18	0.18	0.0124
Story5	B32	208	V-15x20	330.27	No Message	0.13	0.13	0.27	0.27	0.0125
Story5	B32	208	V-15x20	377.46	No Message	0.13	0.13	0.22	0.22	0.0125
Story4	B7	82	V-25x40	25	No Message	3	3	1.51	1.51	0.026
Story4	B7	82	V-25x40	47.8	No Message	2.22	2.22	0.75	0.75	0.0256
Story4	B7	82	V-25x40	47.8	No Message	2.14	2.14	0.75	0.75	0.0231
Story4	B7	82	V-25x40	95.6	No Message	0.89	0.89	0.75	0.75	0.0223
Story4	B7	82	V-25x40	95.6	No Message	0.76	0.76	0.76	0.76	0.021
Story4	B7	82	V-25x40	143.4	No Message	0.75	0.75	1.34	1.34	0.0202
Story4	B7	82	V-25x40	143.4	No Message	0.75	0.75	1.42	1.42	0.0187
Story4	B7	82	V-25x40	191.2	No Message	0.75	0.75	1.9	1.9	0.0179
Story4	B7	82	V-25x40	191.2	No Message	0.75	0.75	1.94	1.94	0.0163
Story4	B7	82	V-25x40	239	No Message	0.75	0.75	2.09	2.09	0.0155
Story4	B7	82	V-25x40	239	No Message	0.75	0.75	2.09	2.09	0.0158
Story4	B7	82	V-25x40	286.8	No Message	0.75	0.75	1.91	1.91	0.0166
Story4	B7	82	V-25x40	286.8	No Message	0.75	0.75	1.86	1.86	0.0181
Story4	B7	82	V-25x40	334.6	No Message	0.75	0.75	1.36	1.36	0.0189
Story4	B7	82	V-25x40	334.6	No Message	0.75	0.75	1.27	1.27	0.0203
Story4	B7	82	V-25x40	382.4	No Message	0.78	0.78	0.75	0.75	0.0211
Story4	B7	82	V-25x40	382.4	No Message	0.92	0.92	0.75	0.75	0.0223
Story4	B7	82	V-25x40	430.2	No Message	2.14	2.14	0.75	0.75	0.0231
Story4	B7	82	V-25x40	430.2	No Message	2.22	2.22	0.75	0.75	0.0255
Story4	B7	82	V-25x40	453	No Message	3	3	1.5	1.5	0.0259
Story4	B12	107	V-25x40	25	No Message	3	3	1.83	1.83	0.0277
Story4	B12	107	V-25x40	47.182	No Message	2.78	2.78	0.91	0.91	0.0273

Story4	B12	107	V-25x40	47.182	No Message	2.7	2.7	0.91	0.91	0.0244
Story4	B12	107	V-25x40	94.364	No Message	1.27	1.27	0.91	0.91	0.0236
Story4	B12	107	V-25x40	94.364	No Message	1.13	1.13	0.91	0.91	0.0223
Story4	B12	107	V-25x40	141.55	No Message	0.91	0.91	1.26	1.26	0.0215
Story4	B12	107	V-25x40	141.55	No Message	0.91	0.91	1.36	1.36	0.0201
Story4	B12	107	V-25x40	188.73	No Message	0.91	0.91	2.05	2.05	0.0193
Story4	B12	107	V-25x40	188.73	No Message	0.91	0.91	2.11	2.11	0.0178
Story4	B12	107	V-25x40	235.91	No Message	0.91	0.91	2.49	2.49	0.017
Story4	B12	107	V-25x40	235.91	No Message	0.91	0.91	2.52	2.52	0.0154
Story4	B12	107	V-25x40	283.09	No Message	0.91	0.91	2.57	2.57	0.0146
Story4	B12	107	V-25x40	283.09	No Message	0.91	0.91	2.55	2.55	0.016
Story4	B12	107	V-25x40	330.27	No Message	0.91	0.91	2.27	2.27	0.0168
Story4	B12	107	V-25x40	330.27	No Message	0.91	0.91	2.22	2.22	0.0184
Story4	B12	107	V-25x40	377.46	No Message	0.91	0.91	1.61	1.61	0.0192
Story4	B12	107	V-25x40	377.46	No Message	0.91	0.91	1.52	1.52	0.0208
Story4	B12	107	V-25x40	424.64	No Message	0.91	0.91	0.91	0.91	0.0214
Story4	B12	107	V-25x40	424.64	No Message	0.91	0.91	0.91	0.91	0.0227
Story4	B12	107	V-25x40	471.82	No Message	2.12	2.12	0.91	0.91	0.0235
Story4	B12	107	V-25x40	471.82	No Message	2.2	2.2	0.91	0.91	0.0259
Story4	B12	107	V-25x40	494	No Message	3	3	1.5	1.5	0.0263
Story4	B19	142	V-25x40	25	No Message	0.73	0.73	2.43	2.43	0.0384
Story4	B19	142	V-25x40	46.667	No Message	0.86	0.86	1.98	1.98	0.0389
Story4	B19	142	V-25x40	46.667	No Message	0.86	0.86	1.94	1.94	0.0376
Story4	B19	142	V-25x40	93.333	No Message	0.86	0.86	1.16	1.16	0.0387
Story4	B19	142	V-25x40	93.333	No Message	0.86	0.86	1.06	1.06	0.0398
Story4	B19	142	V-25x40	140	No Message	0.86	0.86	0.86	0.86	0.0409
Story4	B19	142	V-25x40	140	No Message	0.86	0.86	0.86	0.86	0.043
Story4	B19	142	V-25x40	186.67	No Message	1.02	1.02	0.86	0.86	0.0441
Story4	B19	142	V-25x40	186.67	No Message	1.17	1.17	0.86	0.86	0.0468
Story4	B19	142	V-25x40	233.33	No Message	2.53	2.53	0.86	0.86	0.0478
Story4	B19	142	V-25x40	233.33	No Message	2.62	2.62	0.86	0.86	0.0539
Story4	B19	142	V-25x40	255	No Message	3	3	1.74	1.74	0.0545
Story4	B20	147	V-25x40	25	No Message	3	3	1.67	1.67	0.05
Story4	B20	147	V-25x40	48	No Message	2.54	2.54	0.83	0.83	0.0495

Story4	B20	147	V-25x40	48	No Message	2.46	2.46	0.83	0.83	0.045
Story4	B20	147	V-25x40	96	No Message	1.18	1.18	0.83	0.83	0.0439
Story4	B20	147	V-25x40	96	No Message	1.04	1.04	0.83	0.83	0.042
Story4	B20	147	V-25x40	144	No Message	0.83	0.83	0.83	0.83	0.0409
Story4	B20	147	V-25x40	144	No Message	0.83	0.83	0.83	0.83	0.0392
Story4	B20	147	V-25x40	192	No Message	0.83	0.83	1.02	1.02	0.0381
Story4	B20	147	V-25x40	192	No Message	0.83	0.83	1.13	1.13	0.0371
Story4	B20	147	V-25x40	240	No Message	0.83	0.83	1.93	1.93	0.036
Story4	B20	147	V-25x40	240	No Message	0.83	0.83	1.96	1.96	0.037
Story4	B20	147	V-25x40	263	No Message	0.93	0.93	2.44	2.44	0.0365
Story4	B26	182	V-25x40	25	No Message	1.28	1.28	0.94	0.94	0.0239
Story4	B26	182	V-25x40	44	No Message	0.97	0.97	0.72	0.72	0.0235
Story4	B26	182	V-25x40	44	No Message	0.93	0.93	0.69	0.69	0.0226
Story4	B26	182	V-25x40	88	No Message	0.43	0.43	0.39	0.39	0.0216
Story4	B26	182	V-25x40	88	No Message	0.39	0.39	0.39	0.39	0.0221
Story4	B26	182	V-25x40	132	No Message	0.39	0.39	0.39	0.39	0.0231
Story4	B26	182	V-25x40	132	No Message	0.47	0.47	0.39	0.39	0.0243
Story4	B26	182	V-25x40	176	No Message	1.13	1.13	0.52	0.52	0.0253
Story4	B26	182	V-25x40	176	No Message	1.18	1.18	0.55	0.55	0.0271
Story4	B26	182	V-25x40	195	No Message	1.59	1.59	0.79	0.79	0.0276
Story4	B28	188	V-25x20	0	No Message	0.06	0.06	0.03	0.03	0.0075
Story4	B28	188	V-25x20	37.5	No Message	0.13	0.13	0.08	0.08	0.0085
Story4	B28	188	V-25x20	37.5	No Message	0.15	0.15	0.08	0.08	0.0086
Story4	B28	188	V-25x20	75	No Message	0.31	0.31	0.15	0.15	0.0096
Story4	B32	209	V-15x20	0	No Message	0.72	0.72	0.36	0.36	0.0064
Story4	B32	209	V-15x20	47.182	No Message	0.36	0.36	0.18	0.18	0.0059
Story4	B32	209	V-15x20	47.182	No Message	0.34	0.34	0.18	0.18	0.0057
Story4	B32	209	V-15x20	94.364	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.0052
Story4	B32	209	V-15x20	94.364	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.005
Story4	B32	209	V-15x20	141.55	No Message	0.18	0.18	0.19	0.19	0.0045
Story4	B32	209	V-15x20	141.55	No Message	0.18	0.18	0.2	0.2	0.0045
Story4	B32	209	V-15x20	188.73	No Message	0.18	0.18	0.29	0.29	0.004
Story4	B32	209	V-15x20	188.73	No Message	0.18	0.18	0.3	0.3	0.0041
Story4	B32	209	V-15x20	235.91	No Message	0.18	0.18	0.36	0.36	0.0035

Story4	B32	209	V-15x20	235.91	No Message	0.18	0.18	0.37	0.37	0.0036
Story4	B32	209	V-15x20	283.09	No Message	0.18	0.18	0.37	0.37	0.0035
Story4	B32	209	V-15x20	283.09	No Message	0.18	0.18	0.37	0.37	0.0034
Story4	B32	209	V-15x20	330.27	No Message	0.18	0.18	0.32	0.32	0.004
Story4	B32	209	V-15x20	330.27	See ErrMsg	0.18	0.18	0.32	0.32	0.0125
Story4	B32	209	V-15x20	377.46	See ErrMsg	0.18	0.18	0.26	0.26	0.0125
Story4	B32	209	V-15x20	377.46	No Message	0.18	0.18	0.25	0.25	0.004
Story4	B32	209	V-15x20	401	No Message	0.02	0.02	0.22	0.22	0.0042
Story3	B7	83	V-25x40	25	No Message	3	3	1.52	1.52	0.026
Story3	B7	83	V-25x40	47.8	No Message	2.24	2.24	0.76	0.76	0.0256
Story3	B7	83	V-25x40	47.8	No Message	2.16	2.16	0.76	0.76	0.0231
Story3	B7	83	V-25x40	95.6	No Message	0.91	0.91	0.77	0.77	0.0223
Story3	B7	83	V-25x40	95.6	No Message	0.77	0.77	0.79	0.79	0.0211
Story3	B7	83	V-25x40	143.4	No Message	0.76	0.76	1.36	1.36	0.0203
Story3	B7	83	V-25x40	143.4	No Message	0.76	0.76	1.44	1.44	0.0188
Story3	B7	83	V-25x40	191.2	No Message	0.76	0.76	1.92	1.92	0.018
Story3	B7	83	V-25x40	191.2	No Message	0.76	0.76	1.96	1.96	0.0164
Story3	B7	83	V-25x40	239	No Message	0.76	0.76	2.11	2.11	0.0156
Story3	B7	83	V-25x40	239	No Message	0.76	0.76	2.11	2.11	0.0159
Story3	B7	83	V-25x40	286.8	No Message	0.76	0.76	1.93	1.93	0.0167
Story3	B7	83	V-25x40	286.8	No Message	0.76	0.76	1.88	1.88	0.0182
Story3	B7	83	V-25x40	334.6	No Message	0.76	0.76	1.37	1.37	0.019
Story3	B7	83	V-25x40	334.6	No Message	0.76	0.76	1.29	1.29	0.0204
Story3	B7	83	V-25x40	382.4	No Message	0.78	0.78	0.76	0.76	0.0212
Story3	B7	83	V-25x40	382.4	No Message	0.92	0.92	0.76	0.76	0.0224
Story3	B7	83	V-25x40	430.2	No Message	2.14	2.14	0.76	0.76	0.0232
Story3	B7	83	V-25x40	430.2	No Message	2.23	2.23	0.76	0.76	0.0255
Story3	B7	83	V-25x40	453	No Message	3	3	1.51	1.51	0.0259
Story3	B12	108	V-25x40	25	No Message	3	3	1.8	1.8	0.0274
Story3	B12	108	V-25x40	47.182	No Message	2.73	2.73	0.89	0.89	0.027
Story3	B12	108	V-25x40	47.182	No Message	2.65	2.65	0.89	0.89	0.0242
Story3	B12	108	V-25x40	94.364	No Message	1.24	1.24	0.89	0.89	0.0234
Story3	B12	108	V-25x40	94.364	No Message	1.1	1.1	0.89	0.89	0.0221
Story3	B12	108	V-25x40	141.55	No Message	0.89	0.89	1.29	1.29	0.0214

Story3	B12	108	V-25x40	141.55	No Message	0.89	0.89	1.38	1.38	0.0199
Story3	B12	108	V-25x40	188.73	No Message	0.89	0.89	2.07	2.07	0.0192
Story3	B12	108	V-25x40	188.73	No Message	0.89	0.89	2.13	2.13	0.0176
Story3	B12	108	V-25x40	235.91	No Message	0.89	0.89	2.5	2.5	0.0168
Story3	B12	108	V-25x40	235.91	No Message	0.89	0.89	2.53	2.53	0.0153
Story3	B12	108	V-25x40	283.09	No Message	0.89	0.89	2.57	2.57	0.0145
Story3	B12	108	V-25x40	283.09	No Message	0.89	0.89	2.56	2.56	0.016
Story3	B12	108	V-25x40	330.27	No Message	0.89	0.89	2.26	2.26	0.0168
Story3	B12	108	V-25x40	330.27	No Message	0.89	0.89	2.21	2.21	0.0184
Story3	B12	108	V-25x40	377.46	No Message	0.89	0.89	1.6	1.6	0.0191
Story3	B12	108	V-25x40	377.46	No Message	0.89	0.89	1.52	1.52	0.0208
Story3	B12	108	V-25x40	424.64	No Message	0.89	0.89	0.89	0.89	0.0214
Story3	B12	108	V-25x40	424.64	No Message	0.89	0.89	0.89	0.89	0.0226
Story3	B12	108	V-25x40	471.82	No Message	2.16	2.16	0.89	0.89	0.0234
Story3	B12	108	V-25x40	471.82	No Message	2.24	2.24	0.89	0.89	0.0259
Story3	B12	108	V-25x40	494	No Message	3	3	1.52	1.52	0.0263
Story3	B19	143	V-25x40	25	No Message	1.01	1.01	2.24	2.24	0.035
Story3	B19	143	V-25x40	46.667	No Message	0.81	0.81	1.83	1.83	0.0355
Story3	B19	143	V-25x40	46.667	No Message	0.81	0.81	1.8	1.8	0.0347
Story3	B19	143	V-25x40	93.333	No Message	0.81	0.81	1.09	1.09	0.0357
Story3	B19	143	V-25x40	93.333	No Message	0.81	0.81	0.99	0.99	0.037
Story3	B19	143	V-25x40	140	No Message	0.81	0.81	0.81	0.81	0.038
Story3	B19	143	V-25x40	140	No Message	0.81	0.81	0.81	0.81	0.0401
Story3	B19	143	V-25x40	186.67	No Message	0.94	0.94	0.81	0.81	0.0412
Story3	B19	143	V-25x40	186.67	No Message	1.09	1.09	0.81	0.81	0.0438
Story3	B19	143	V-25x40	233.33	No Message	2.37	2.37	0.81	0.81	0.0448
Story3	B19	143	V-25x40	233.33	No Message	2.46	2.46	0.81	0.81	0.0503
Story3	B19	143	V-25x40	255	No Message	3	3	1.64	1.64	0.0508
Story3	B20	148	V-25x40	25	No Message	3	3	1.58	1.58	0.0471
Story3	B20	148	V-25x40	48	No Message	2.39	2.39	0.78	0.78	0.0465
Story3	B20	148	V-25x40	48	No Message	2.32	2.32	0.78	0.78	0.0424
Story3	B20	148	V-25x40	96	No Message	1.11	1.11	0.78	0.78	0.0413
Story3	B20	148	V-25x40	96	No Message	0.97	0.97	0.78	0.78	0.0395
Story3	B20	148	V-25x40	144	No Message	0.78	0.78	0.78	0.78	0.0383

Story3	B20	148	V-25x40	144	No Message	0.78	0.78	0.78	0.78	0.0366
Story3	B20	148	V-25x40	192	No Message	0.78	0.78	0.95	0.95	0.0355
Story3	B20	148	V-25x40	192	No Message	0.78	0.78	1.04	1.04	0.0344
Story3	B20	148	V-25x40	240	No Message	0.8	0.8	1.77	1.77	0.0333
Story3	B20	148	V-25x40	240	No Message	0.83	0.83	1.8	1.8	0.0339
Story3	B20	148	V-25x40	263	No Message	1.15	1.15	2.23	2.23	0.0333
Story3	B26	183	V-25x40	25	No Message	1.48	1.48	1.05	1.05	0.0263
Story3	B26	183	V-25x40	44	No Message	1.12	1.12	0.8	0.8	0.0259
Story3	B26	183	V-25x40	44	No Message	1.08	1.08	0.77	0.77	0.025
Story3	B26	183	V-25x40	88	No Message	0.49	0.49	0.42	0.42	0.0239
Story3	B26	183	V-25x40	88	No Message	0.42	0.42	0.42	0.42	0.0239
Story3	B26	183	V-25x40	132	No Message	0.42	0.42	0.42	0.42	0.0249
Story3	B26	183	V-25x40	132	No Message	0.51	0.51	0.42	0.42	0.0261
Story3	B26	183	V-25x40	176	No Message	1.22	1.22	0.64	0.64	0.0271
Story3	B26	183	V-25x40	176	No Message	1.28	1.28	0.68	0.68	0.029
Story3	B26	183	V-25x40	195	No Message	1.72	1.72	0.9	0.9	0.0294
Story3	B28	189	V-25x20	0	No Message	0.06	0.06	0.03	0.03	0.0074
Story3	B28	189	V-25x20	37.5	No Message	0.13	0.13	0.08	0.08	0.0084
Story3	B28	189	V-25x20	37.5	No Message	0.15	0.15	0.08	0.08	0.0085
Story3	B28	189	V-25x20	75	No Message	0.31	0.31	0.15	0.15	0.0095
Story3	B32	210	V-15x20	0	No Message	0.73	0.73	0.36	0.36	0.0065
Story3	B32	210	V-15x20	47.182	No Message	0.37	0.37	0.18	0.18	0.0059
Story3	B32	210	V-15x20	47.182	No Message	0.34	0.34	0.18	0.18	0.0058
Story3	B32	210	V-15x20	94.364	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.0052
Story3	B32	210	V-15x20	94.364	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.0051
Story3	B32	210	V-15x20	141.55	No Message	0.18	0.18	0.19	0.19	0.0045
Story3	B32	210	V-15x20	141.55	No Message	0.18	0.18	0.2	0.2	0.0045
Story3	B32	210	V-15x20	188.73	No Message	0.18	0.18	0.29	0.29	0.004
Story3	B32	210	V-15x20	188.73	No Message	0.18	0.18	0.3	0.3	0.0041
Story3	B32	210	V-15x20	235.91	No Message	0.18	0.18	0.36	0.36	0.0035
Story3	B32	210	V-15x20	235.91	No Message	0.18	0.18	0.37	0.37	0.0036
Story3	B32	210	V-15x20	283.09	No Message	0.18	0.18	0.37	0.37	0.0036
Story3	B32	210	V-15x20	283.09	No Message	0.18	0.18	0.37	0.37	0.0035
Story3	B32	210	V-15x20	330.27	No Message	0.18	0.18	0.32	0.32	0.004

Story3	B32	210	V-15x20	330.27	See ErrMsg	0.18	0.18	0.32	0.32	0.0125
Story3	B32	210	V-15x20	377.46	See ErrMsg	0.18	0.18	0.26	0.26	0.0125
Story3	B32	210	V-15x20	377.46	No Message	0.18	0.18	0.25	0.25	0.004
Story3	B32	210	V-15x20	401	No Message	0.02	0.02	0.21	0.21	0.0043
Story2	B7	84	V-25x40	25	No Message	3	3	1.51	1.51	0.026
Story2	B7	84	V-25x40	47.8	No Message	2.22	2.22	0.75	0.75	0.0256
Story2	B7	84	V-25x40	47.8	No Message	2.14	2.14	0.75	0.75	0.0231
Story2	B7	84	V-25x40	95.6	No Message	0.9	0.9	0.75	0.75	0.0223
Story2	B7	84	V-25x40	95.6	No Message	0.76	0.76	0.75	0.75	0.021
Story2	B7	84	V-25x40	143.4	No Message	0.75	0.75	1.34	1.34	0.0202
Story2	B7	84	V-25x40	143.4	No Message	0.75	0.75	1.42	1.42	0.0187
Story2	B7	84	V-25x40	191.2	No Message	0.75	0.75	1.91	1.91	0.0179
Story2	B7	84	V-25x40	191.2	No Message	0.75	0.75	1.95	1.95	0.0163
Story2	B7	84	V-25x40	239	No Message	0.75	0.75	2.1	2.1	0.0155
Story2	B7	84	V-25x40	239	No Message	0.75	0.75	2.1	2.1	0.0157
Story2	B7	84	V-25x40	286.8	No Message	0.75	0.75	1.92	1.92	0.0165
Story2	B7	84	V-25x40	286.8	No Message	0.75	0.75	1.88	1.88	0.0181
Story2	B7	84	V-25x40	334.6	No Message	0.75	0.75	1.37	1.37	0.0189
Story2	B7	84	V-25x40	334.6	No Message	0.75	0.75	1.29	1.29	0.0203
Story2	B7	84	V-25x40	382.4	No Message	0.75	0.75	0.75	0.75	0.0211
Story2	B7	84	V-25x40	382.4	No Message	0.87	0.87	0.75	0.75	0.0223
Story2	B7	84	V-25x40	430.2	No Message	2.08	2.08	0.75	0.75	0.0231
Story2	B7	84	V-25x40	430.2	No Message	2.16	2.16	0.75	0.75	0.0254
Story2	B7	84	V-25x40	453	No Message	2.98	2.98	1.47	1.47	0.0258
Story2	B12	109	V-25x40	25	No Message	3	3	1.76	1.76	0.0271
Story2	B12	109	V-25x40	47.182	No Message	2.66	2.66	0.87	0.87	0.0267
Story2	B12	109	V-25x40	47.182	No Message	2.58	2.58	0.87	0.87	0.024
Story2	B12	109	V-25x40	94.364	No Message	1.19	1.19	0.87	0.87	0.0232
Story2	B12	109	V-25x40	94.364	No Message	1.06	1.06	0.87	0.87	0.0219
Story2	B12	109	V-25x40	141.55	No Message	0.87	0.87	1.27	1.27	0.0211
Story2	B12	109	V-25x40	141.55	No Message	0.87	0.87	1.37	1.37	0.0197
Story2	B12	109	V-25x40	188.73	No Message	0.87	0.87	2.05	2.05	0.0189
Story2	B12	109	V-25x40	188.73	No Message	0.87	0.87	2.11	2.11	0.0174
Story2	B12	109	V-25x40	235.91	No Message	0.87	0.87	2.47	2.47	0.0166

Story2	B12	109	V-25x40	235.91	No Message	0.87	0.87	2.5	2.5	0.0151
Story2	B12	109	V-25x40	283.09	No Message	0.87	0.87	2.53	2.53	0.0143
Story2	B12	109	V-25x40	283.09	No Message	0.87	0.87	2.52	2.52	0.0159
Story2	B12	109	V-25x40	330.27	No Message	0.87	0.87	2.22	2.22	0.0167
Story2	B12	109	V-25x40	330.27	No Message	0.87	0.87	2.17	2.17	0.0183
Story2	B12	109	V-25x40	377.46	No Message	0.87	0.87	1.55	1.55	0.0191
Story2	B12	109	V-25x40	377.46	No Message	0.87	0.87	1.47	1.47	0.0208
Story2	B12	109	V-25x40	424.64	No Message	0.87	0.87	0.87	0.87	0.0213
Story2	B12	109	V-25x40	424.64	No Message	0.88	0.88	0.87	0.87	0.0226
Story2	B12	109	V-25x40	471.82	No Message	2.17	2.17	0.87	0.87	0.0234
Story2	B12	109	V-25x40	471.82	No Message	2.25	2.25	0.87	0.87	0.0259
Story2	B12	109	V-25x40	494	No Message	3	3	1.53	1.53	0.0262
Story2	B19	144	V-25x40	25	No Message	1.16	1.16	1.95	1.95	0.0311
Story2	B19	144	V-25x40	46.667	No Message	0.84	0.84	1.61	1.61	0.0316
Story2	B19	144	V-25x40	46.667	No Message	0.8	0.8	1.58	1.58	0.0312
Story2	B19	144	V-25x40	93.333	No Message	0.73	0.73	0.98	0.98	0.0323
Story2	B19	144	V-25x40	93.333	No Message	0.73	0.73	0.9	0.9	0.0336
Story2	B19	144	V-25x40	140	No Message	0.73	0.73	0.73	0.73	0.0346
Story2	B19	144	V-25x40	140	No Message	0.73	0.73	0.73	0.73	0.0367
Story2	B19	144	V-25x40	186.67	No Message	0.82	0.82	0.73	0.73	0.0378
Story2	B19	144	V-25x40	186.67	No Message	0.96	0.96	0.73	0.73	0.0402
Story2	B19	144	V-25x40	233.33	No Message	2.12	2.12	0.73	0.73	0.0413
Story2	B19	144	V-25x40	233.33	No Message	2.2	2.2	0.73	0.73	0.0461
Story2	B19	144	V-25x40	255	No Message	3	3	1.48	1.48	0.0466
Story2	B20	149	V-25x40	25	No Message	2.86	2.86	1.41	1.41	0.0429
Story2	B20	149	V-25x40	48	No Message	2.11	2.11	0.7	0.7	0.0423
Story2	B20	149	V-25x40	48	No Message	2.04	2.04	0.7	0.7	0.0386
Story2	B20	149	V-25x40	96	No Message	0.94	0.94	0.7	0.7	0.0375
Story2	B20	149	V-25x40	96	No Message	0.82	0.82	0.7	0.7	0.0357
Story2	B20	149	V-25x40	144	No Message	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0346
Story2	B20	149	V-25x40	144	No Message	0.7	0.7	0.7	0.7	0.0328
Story2	B20	149	V-25x40	192	No Message	0.7	0.7	0.88	0.88	0.0317
Story2	B20	149	V-25x40	192	No Message	0.7	0.7	0.96	0.96	0.0305
Story2	B20	149	V-25x40	240	No Message	0.86	0.86	1.57	1.57	0.0294

Story2	B20	149	V-25x40	240	No Message	0.89	0.89	1.59	1.59	0.0296
Story2	B20	149	V-25x40	263	No Message	1.22	1.22	1.95	1.95	0.0291
Story2	B26	184	V-25x40	25	No Message	1.54	1.54	1.11	1.11	0.0272
Story2	B26	184	V-25x40	44	No Message	1.16	1.16	0.86	0.86	0.0267
Story2	B26	184	V-25x40	44	No Message	1.11	1.11	0.82	0.82	0.0258
Story2	B26	184	V-25x40	88	No Message	0.48	0.48	0.42	0.42	0.0247
Story2	B26	184	V-25x40	88	No Message	0.42	0.42	0.42	0.42	0.0241
Story2	B26	184	V-25x40	132	No Message	0.42	0.42	0.42	0.42	0.0251
Story2	B26	184	V-25x40	132	No Message	0.48	0.48	0.42	0.42	0.0264
Story2	B26	184	V-25x40	176	No Message	1.21	1.21	0.71	0.71	0.0274
Story2	B26	184	V-25x40	176	No Message	1.27	1.27	0.75	0.75	0.0292
Story2	B26	184	V-25x40	195	No Message	1.72	1.72	0.99	0.99	0.0297
Story2	B28	190	V-25x20	0	No Message	0.06	0.06	0.03	0.03	0.0073
Story2	B28	190	V-25x20	37.5	No Message	0.13	0.13	0.08	0.08	0.0083
Story2	B28	190	V-25x20	37.5	No Message	0.15	0.15	0.08	0.08	0.0084
Story2	B28	190	V-25x20	75	No Message	0.3	0.3	0.15	0.15	0.0094
Story2	B32	211	V-15x20	0	No Message	0.74	0.74	0.37	0.37	0.0065
Story2	B32	211	V-15x20	47.182	No Message	0.37	0.37	0.18	0.18	0.0059
Story2	B32	211	V-15x20	47.182	No Message	0.34	0.34	0.18	0.18	0.0058
Story2	B32	211	V-15x20	94.364	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.0052
Story2	B32	211	V-15x20	94.364	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.0051
Story2	B32	211	V-15x20	141.55	No Message	0.18	0.18	0.18	0.18	0.0045
Story2	B32	211	V-15x20	141.55	No Message	0.18	0.18	0.19	0.19	0.0045
Story2	B32	211	V-15x20	188.73	No Message	0.18	0.18	0.29	0.29	0.004
Story2	B32	211	V-15x20	188.73	No Message	0.18	0.18	0.29	0.29	0.0041
Story2	B32	211	V-15x20	235.91	No Message	0.18	0.18	0.36	0.36	0.0035
Story2	B32	211	V-15x20	235.91	No Message	0.18	0.18	0.36	0.36	0.0036
Story2	B32	211	V-15x20	283.09	No Message	0.18	0.18	0.36	0.36	0.0035
Story2	B32	211	V-15x20	283.09	No Message	0.18	0.18	0.36	0.36	0.0034
Story2	B32	211	V-15x20	330.27	No Message	0.18	0.18	0.31	0.31	0.004
Story2	B32	211	V-15x20	330.27	See ErrMsg	0.18	0.18	0.31	0.31	0.0125
Story2	B32	211	V-15x20	377.46	See ErrMsg	0.18	0.18	0.24	0.24	0.0125
Story2	B32	211	V-15x20	377.46	No Message	0.18	0.18	0.24	0.24	0.004
Story2	B32	211	V-15x20	401	No Message	0.02	0.02	0.2	0.2	0.0043

Story1	B7	85	V-25x40	25	No Message	2.6	2.6	1.28	1.28	0.0241
Story1	B7	85	V-25x40	47.8	No Message	1.82	1.82	0.66	0.66	0.0238
Story1	B7	85	V-25x40	47.8	No Message	1.74	1.74	0.66	0.66	0.0214
Story1	B7	85	V-25x40	95.6	No Message	0.66	0.66	0.66	0.66	0.0206
Story1	B7	85	V-25x40	95.6	No Message	0.66	0.66	0.66	0.66	0.0193
Story1	B7	85	V-25x40	143.4	No Message	0.66	0.66	1.41	1.41	0.0185
Story1	B7	85	V-25x40	143.4	No Message	0.66	0.66	1.49	1.49	0.017
Story1	B7	85	V-25x40	191.2	No Message	0.66	0.66	1.97	1.97	0.0162
Story1	B7	85	V-25x40	191.2	No Message	0.66	0.66	2.01	2.01	0.0146
Story1	B7	85	V-25x40	239	No Message	0.66	0.66	2.16	2.16	0.0138
Story1	B7	85	V-25x40	239	No Message	0.66	0.66	2.15	2.15	0.0142
Story1	B7	85	V-25x40	286.8	No Message	0.66	0.66	1.96	1.96	0.015
Story1	B7	85	V-25x40	286.8	No Message	0.66	0.66	1.92	1.92	0.0165
Story1	B7	85	V-25x40	334.6	No Message	0.66	0.66	1.4	1.4	0.0173
Story1	B7	85	V-25x40	334.6	No Message	0.66	0.66	1.32	1.32	0.0188
Story1	B7	85	V-25x40	382.4	No Message	0.66	0.66	0.66	0.66	0.0196
Story1	B7	85	V-25x40	382.4	No Message	0.67	0.67	0.66	0.66	0.0207
Story1	B7	85	V-25x40	430.2	No Message	1.83	1.83	0.66	0.66	0.0215
Story1	B7	85	V-25x40	430.2	No Message	1.91	1.91	0.66	0.66	0.0239
Story1	B7	85	V-25x40	453	No Message	2.69	2.69	1.33	1.33	0.0243
Story1	B12	110	V-25x40	25	No Message	3	3	1.61	1.61	0.0271
Story1	B12	110	V-25x40	47.182	No Message	2.38	2.38	0.8	0.8	0.0268
Story1	B12	110	V-25x40	47.182	No Message	2.28	2.28	0.8	0.8	0.0238
Story1	B12	110	V-25x40	94.364	No Message	0.92	0.92	0.8	0.8	0.023
Story1	B12	110	V-25x40	94.364	No Message	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0217
Story1	B12	110	V-25x40	141.55	No Message	0.8	0.8	1.45	1.45	0.0209
Story1	B12	110	V-25x40	141.55	No Message	0.8	0.8	1.56	1.56	0.0194
Story1	B12	110	V-25x40	188.73	No Message	0.8	0.8	2.27	2.27	0.0186
Story1	B12	110	V-25x40	188.73	No Message	0.8	0.8	2.34	2.34	0.017
Story1	B12	110	V-25x40	235.91	No Message	0.8	0.8	2.71	2.71	0.0162
Story1	B12	110	V-25x40	235.91	No Message	0.8	0.8	2.73	2.73	0.0144
Story1	B12	110	V-25x40	283.09	No Message	0.8	0.8	2.75	2.75	0.0141
Story1	B12	110	V-25x40	283.09	No Message	0.8	0.8	2.73	2.73	0.0158
Story1	B12	110	V-25x40	330.27	No Message	0.8	0.8	2.39	2.39	0.0166

Story1	B12	110	V-25x40	330.27	No Message	0.8	0.8	2.33	2.33	0.0183
Story1	B12	110	V-25x40	377.46	No Message	0.8	0.8	1.65	1.65	0.0191
Story1	B12	110	V-25x40	377.46	No Message	0.8	0.8	1.54	1.54	0.0206
Story1	B12	110	V-25x40	424.64	No Message	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0213
Story1	B12	110	V-25x40	424.64	No Message	0.8	0.8	0.8	0.8	0.0226
Story1	B12	110	V-25x40	471.82	No Message	2.05	2.05	0.8	0.8	0.0234
Story1	B12	110	V-25x40	471.82	No Message	2.15	2.15	0.8	0.8	0.0261
Story1	B12	110	V-25x40	494	No Message	3	3	1.48	1.48	0.0265
Story1	B19	145	V-25x40	25	No Message	1.28	1.28	0.93	0.93	0.0226
Story1	B19	145	V-25x40	46.667	No Message	0.93	0.93	0.77	0.77	0.0221
Story1	B19	145	V-25x40	46.667	No Message	0.89	0.89	0.75	0.75	0.0213
Story1	B19	145	V-25x40	93.333	No Message	0.49	0.49	0.49	0.49	0.0202
Story1	B19	145	V-25x40	93.333	No Message	0.49	0.49	0.49	0.49	0.0189
Story1	B19	145	V-25x40	140	No Message	0.49	0.49	0.49	0.49	0.0184
Story1	B19	145	V-25x40	140	No Message	0.49	0.49	0.49	0.49	0.0203
Story1	B19	145	V-25x40	186.67	No Message	0.53	0.53	0.49	0.49	0.0214
Story1	B19	145	V-25x40	186.67	No Message	0.61	0.61	0.49	0.49	0.0237
Story1	B19	145	V-25x40	233.33	No Message	1.38	1.38	0.68	0.68	0.0247
Story1	B19	145	V-25x40	233.33	No Message	1.44	1.44	0.68	0.68	0.0282
Story1	B19	145	V-25x40	255	No Message	1.99	1.99	0.98	0.98	0.0287
Story1	B20	150	V-25x40	25	No Message	1.82	1.82	0.9	0.9	0.0258
Story1	B20	150	V-25x40	48	No Message	1.32	1.32	0.53	0.53	0.0253
Story1	B20	150	V-25x40	48	No Message	1.27	1.27	0.53	0.53	0.0226
Story1	B20	150	V-25x40	96	No Message	0.57	0.57	0.45	0.45	0.0215
Story1	B20	150	V-25x40	96	No Message	0.49	0.49	0.45	0.45	0.0197
Story1	B20	150	V-25x40	144	No Message	0.45	0.45	0.45	0.45	0.0186
Story1	B20	150	V-25x40	144	No Message	0.45	0.45	0.45	0.45	0.0169
Story1	B20	150	V-25x40	192	No Message	0.45	0.45	0.45	0.45	0.0173
Story1	B20	150	V-25x40	192	No Message	0.45	0.45	0.46	0.46	0.0184
Story1	B20	150	V-25x40	240	No Message	0.93	0.93	0.75	0.75	0.0196
Story1	B20	150	V-25x40	240	No Message	0.97	0.97	0.76	0.76	0.0204
Story1	B20	150	V-25x40	263	No Message	1.33	1.33	0.92	0.92	0.0209
Story1	B26	185	V-25x40	25	No Message	1.53	1.53	0.76	0.76	0.0256
Story1	B26	185	V-25x40	44	No Message	1.16	1.16	0.55	0.55	0.0252

Story1	B26	185	V-25x40	44	No Message	1.11	1.11	0.52	0.52	0.0237
Story1	B26	185	V-25x40	88	No Message	0.49	0.49	0.38	0.38	0.0226
Story1	B26	185	V-25x40	88	No Message	0.41	0.41	0.38	0.38	0.0214
Story1	B26	185	V-25x40	132	No Message	0.38	0.38	0.38	0.38	0.0204
Story1	B26	185	V-25x40	132	No Message	0.38	0.38	0.38	0.38	0.0205
Story1	B26	185	V-25x40	176	No Message	0.86	0.86	0.58	0.58	0.0215
Story1	B26	185	V-25x40	176	No Message	0.9	0.9	0.61	0.61	0.0231
Story1	B26	185	V-25x40	195	No Message	1.23	1.23	0.8	0.8	0.0235
Story1	B28	191	V-25x20	0	No Message	0.06	0.06	0.03	0.03	0.0058
Story1	B28	191	V-25x20	37.5	No Message	0.11	0.11	0.06	0.06	0.0067
Story1	B28	191	V-25x20	37.5	No Message	0.12	0.12	0.06	0.06	0.0068
Story1	B28	191	V-25x20	75	No Message	0.24	0.24	0.12	0.12	0.0078

En la tabla de resultados de diseño de viga por corte, se muestra la información obtenida en Etabs el cual nos dan valores para cubrir el refuerzo mínimo que requiere con varillas, en base al elemento de sección de viga definida con sus respectivas dimensiones.

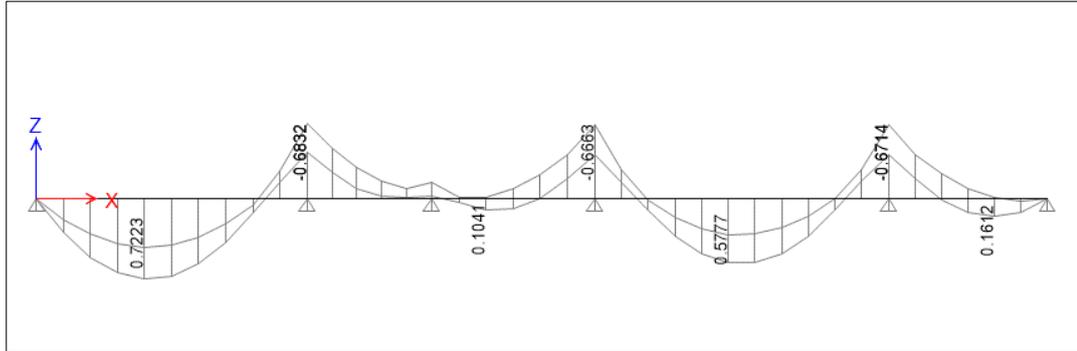
DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS

DISEÑO POR FLEXION

Las viguetas están diseñadas como viga en T, con ancho igual a 0.40m. Teniéndose que la viga para momento negativo trabaja como una viga rectangular con un ancho de 0.40m, y para momentos positivos la viga también trabaja con ancho de alma de 0.10m.

A manera de ejemplo se diseñó la vigueta del piso típico del tramo 1,2,3,4,5,6 y 7 entre los ejes A y B que presenta peralte constante, el cual está definido en el modelo estructural con su carga ultima aplicada y la alternancia de las mismas cargas en el programa etabs, para obtener el DFC y del DMF según se necesite en el cálculo.

Figura 20
Momentos flectores de losas aligerada



Fuente: Resultados obtenidos del ETABS

Tabla 27
Diseño por flexión en la losa aligerada

	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3			TRAMO 4		TRAMO 5
	As (+)	As (-)	As (-)	As (+)	As (-)	As (+)	As (-)	As (+)
b_w (m)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
b (m)	0.40	0.10	0.10	0.40	0.10	0.40	0.10	0.40
h (cm)	20	20	20	20	20	20	20	20
d (cm)	17	17	17	17	17	17	17	17
a(cm)	0.67	2.72	0.54	0.10	2.64	0.54	2.67	0.15
Mu (ton-m)	0.722	0.683	0.145	0.104	0.666	0.578	0.671	0.161
Ku=Mu/bd²	6.25	23.63	5.02	3.60	23.04	20.00	23.22	5.57
As_{calculado} = pbd (cm²)	1.15	1.16	0.23	0.16	1.12	0.91	1.13	0.25
As_{min} =0.24%bd (cm²)	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
As_{máx} =1.59%bd (cm²)	10.81	2.70	2.70	10.81	2.70	10.81	2.7	10.81
Refuerzo	2 ϕ 3 8"	1 ϕ 1 2"	1 ϕ 1 2"	1 ϕ 3 8"	1 ϕ 1 2"	2 ϕ 3 8"	1 ϕ 1 2"	1 ϕ 3 8"
As_{colocado} (cm²)	1.42	1.29	1.29	0.71	1.29	1.42	1.29	0.71

En la tabla 27 se tiene los momentos flectores de la losa aligerada obtenida en el análisis para lo cual tenemos el armado final de acero longitudinal de acuerdo a los tramos que constituyen la viga, verificando así las cuantías colocadas entre sus valores máximos y mínimos cumpliendo con lo señalado en la Norma E.060.

DISEÑO POR CORTE

Se diseñan por corte sin tener en cuenta el aporte de acero, como la resistencia al cortante esta dada por aporte de concreto, entonces se tiene:

$$\phi V_c \geq V_u$$

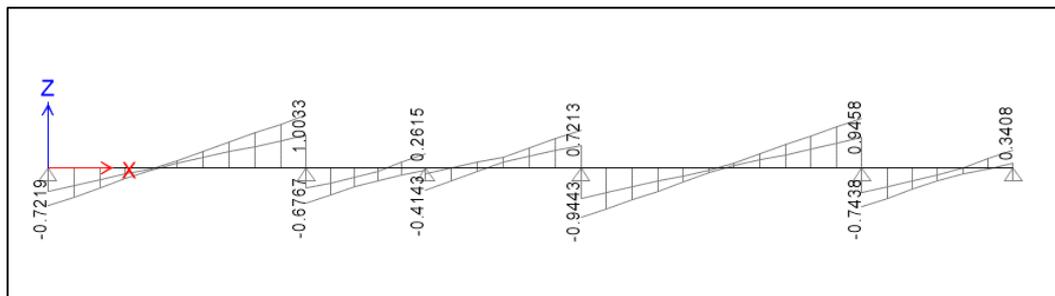
Teniendo que la resistencia nominal, que le proporciona el concreto este dado de la siguiente forma:

$$V_c = 0.53 x \sqrt{f'c} x b_w x d$$

De ser el caso y se supere la resistencia máxima de la vigueta analizada, se incrementará el área de concreto con ayuda de ensanches.

Figura 21

Diagrama de fuerzas cortante de la losa aligerada



Fuente: Resultados obtenidos del ETABS

Luego verificamos que la vigueta si cumple a los requerimientos de resistencia al corte.

Tabla 28

Verificación por corte de vigueta

d (cm)	17	17	17	17	17	17
V_u (ton)	0.6157	0.8971	0.3081	0.8381	0.8396	0.2346
ϕV_c (ton)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
ϕV_c ≥ V_u	correcto	correcto	correcto	correcto	correcto	correcto

Fuente: Elaboración Propia

DISEÑO DE COLUMNAS

Se utilizan las combinaciones mostradas anteriormente, se desarrolla la columna fijada en la intersección del eje B-B y 6-6 de dimensiones de 0.25m x 0.50m.

DISEÑO POR FLEXOCOMPRESIÓN

La norma E.060 indica una cuantía de acero en la columna en el rango de 1% a 6 %, al mismo tiempo se tiene que tener presente que para cuantías mayores a 4% se pueden congestionar los nudos con refuerzos de otros elementos. Luego con la distribución de acero, y realizado el diagrama de interacción con los momentos flectores y cargas axiales resistentes podemos determinar si la columna resiste las cargas últimas con todas las combinaciones de carga.

Se definen las combinaciones obtenidas del análisis siguiente:

Tabla 29

Combinaciones de cargas en extremo inferior de columna

Combinación	P(ton)	Vx(ton)	Vy(ton)	Mx(ton-m)	My(ton-m)
Sismo y-y					
1.4CM+1.7CV	93.46	0.98	-0.79	-0.78	0.91
1.25(CM+CV)+SY	84.77	0.10	-0.93	-1.12	-0.65
1.25(CM+CV)-SY	72.83	1.53	-0.37	-0.16	2.15
0.9CM+SY	47.11	-0.35	-0.562	-0.75	-1.07
0.9CM-SY	35.17	1.08	0.005	0.20	1.73
Sismo x-x					
1.4CM+1.7CV	93.46	0.98	-0.79	-0.78	0.91
1.25(CM+CV)+SX	83.09	0.70	-1.11	-1.40	0.53
1.25(CM+CV)-SX	74.52	0.92	-0.19	0.12	0.98
0.9CM+SX	45.42	0.25	-0.74	-1.04	0.11
0.9CM-SX	36.85	0.47	0.18	0.49	0.56

Tabla 30

Combinaciones de cargas en el extremo superior de la columna

Combinación	P(ton)	Vx(ton)	Vy(ton)	Mx(ton-m)	My(ton-m)
Sismo y-y					
1.4CM+1.7CV	93.46	0.98	-0.79	1.39	-1.79
1.25(CM+CV)+SY	84.77	0.10	-0.93	0.84	-2.05
1.25(CM+CV)-SY	72.83	1.53	-0.37	1.44	-0.92
0.9CM+SY	47.11	-0.35	-0.562	0.19	-1.23
0.9CM-SY	35.17	1.08	0.005	0.79	-0.10

Sismo x-x					
1.4CM+1.7CV	93.46	0.98	-0.79	1.39	-1.79
1.25(CM+CV)+SX	83.09	0.70	-1.11	0.64	-1.59
1.25(CM+CV)-SX	74.52	0.92	-0.19	1.64	-1.38
0.9CM+SX	45.42	0.25	-0.74	-0.01	-0.77
0.9CM-SX	36.85	0.47	0.18	0.99	-0.57

Calculadas las combinaciones de carga, definimos el acero mínimo según la sección en la columna, en este caso se usará $4\text{Ø}5/8" + 4\text{Ø}1/2"$, escogida la distribución de refuerzo longitudinal de la columna procedemos a construir el diagrama correspondiente de interacción:

Figura 22
Diagramas de Interacción en Dirección x-x

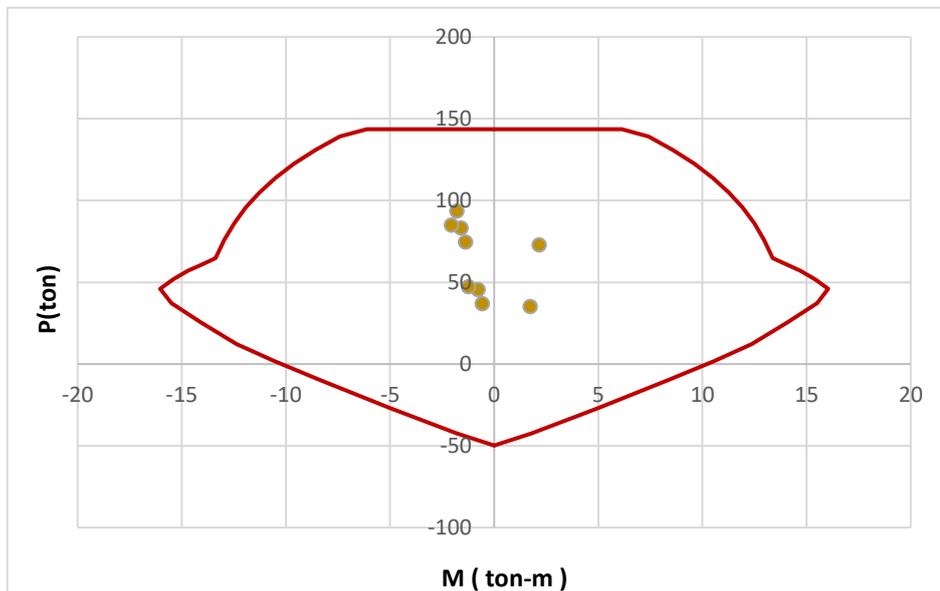
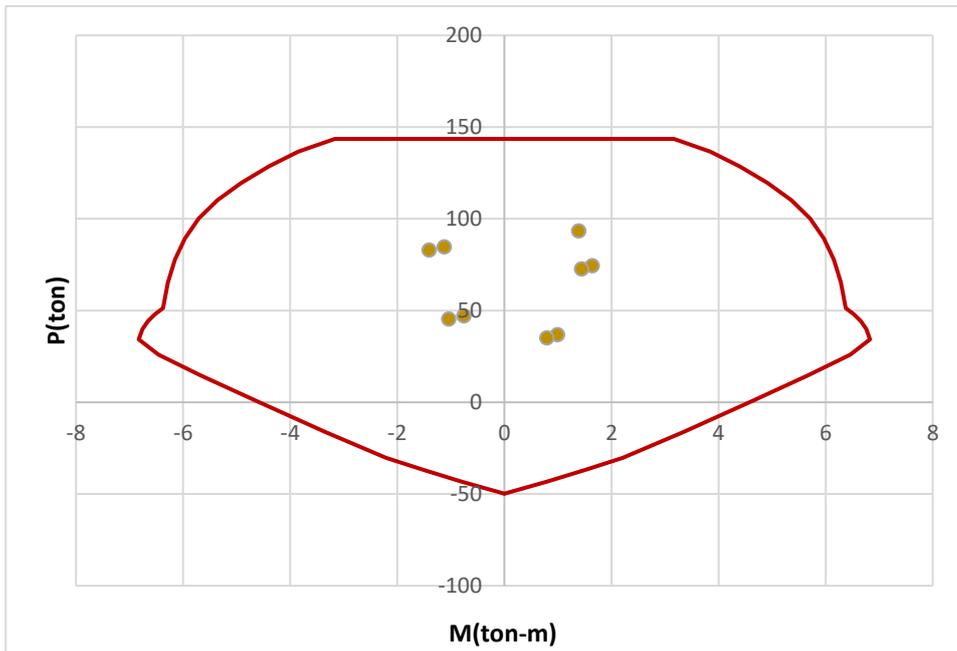


Figura 23
Diagramas de Interacción en Dirección y-y



Como se verifica los puntos que representan las combinaciones, están dentro del diagrama de interacción, por tanto, el refuerzo elegido es el correcto en el diseño por flexocompresión.

DISEÑO POR CORTE

En el diseño por corte se tiende evitar la falla por compresión, por tanto, se debe cumplir con las disposiciones establecidas en la E.060.

Para determinar el aporte en los elementos sometidos a compresión del concreto, la norma E.060 nos da la siguiente expresión:

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \times \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g}\right)$$

La resistencia solicitada para el acero y espaciamiento utilizado, se obtiene de la siguiente forma:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s}$$

De las combinaciones calculadas, ubicamos la que tienen las fuerzas cortantes mayores en cada dirección:

Dirección X-X:

$$P_u \text{ (ton)} = 93.46$$

$$V_u \text{ (ton)} = 0.98$$

$$V_c \text{ (ton)} = 0.53 \times \sqrt{210} \times 25 \times 44 \times \left(1 + \frac{93.46}{140 \times (25 \times 50)}\right) = 12.96$$

$$V_s \text{ (ton)} = \frac{0.98}{0.85} - 12.96 = -11.81$$

$$S \text{ (cm)} = \frac{1.42 \times 4200 \times 44}{-11.81} = -22.22$$

Dirección Y-Y:

$$P_u \text{ (ton)} = 84.77$$

$$V_u \text{ (ton)} = 0.93$$

$$V_c \text{ (ton)} = 0.53 \times \sqrt{210} \times 25 \times 44 \times \left(1 + \frac{84.77}{140 \times (25 \times 50)}\right) = 12.54$$

$$V_s \text{ (ton)} = \frac{0.93}{0.85} - 12.54 = -11.45$$

$$S \text{ (cm)} = \frac{1.42 \times 4200 \times 44}{-11.45} = -22.92$$

En la dirección x-x; y en la y-y se tiene que V_u es menor que V_c , por lo que no es necesario colocar estribos, pero se colocan los estribos mínimos requeridos de acuerdo a los requisitos de la norma E.060, se termina disponiendo de la distribución del refuerzo transversal de $\Phi 3/8$ " la siguiente manera: 1@.05, 5@.10, resto @ 0.25 m.

DISEÑO DE PLACAS

Se diseñan por flexocompresión y cortante puesto que de la misma forma que las columnas transmiten cargas verticales a su cimentación.

Se presenta la ejecución del diseño de placa PL-01 de 0.30mx1.50m ubicada en su eje 2-2.

DISEÑO POR FLEXOCOMPRESIÓN

Para calcular este diseño en las placas, se realizó un diagrama de interacción según la cantidad de acero vertical distribuido en su sección, para luego verificar que los pares de puntos (M_u , P_u) estén dentro de la curva de diseño. Lo que señala que el diseño obtenido es eficiente. Teniendo entonces las combinaciones de carga con el sismo analizadas en ambas direcciones ubicados de la siguiente forma:

Tabla 31
Combinaciones de carga

Combinación	P (ton)	Vx (ton)	Vy (ton)	Mx(ton-m)	My(ton-m)
Sismo y-y					
1.4CM+1.7CV	43.73	-0.80	0.28	0.22	-4.33
1.25(CM+CV)+SY	55.90	-7.72	-0.43	-1.15	-35.74
1.25(CM+CV)-SY	20.36	6.35	0.90	1.52	28.49
0.9CM+SY	42.14	-7.42	-0.55	-1.24	-33.92
0.9CM-SY	6.60	6.65	0.79	1.43	30.32
Sismo x-x					
1.4CM+1.7CV	43.73	-0.80	0.28	0.22	-4.33
1.25(CM+CV)+SX	42.74	-6.90	0.06	-0.20	-35.90
1.25(CM+CV)-SX	33.52	5.54	0.41	0.57	28.66
0.9CM+SX	28.98	-6.60	-0.05	-0.29	-34.08
0.9CM-SX	19.76	5.84	0.29	0.48	30.48

Fuente: Elaboración Propia

Definido el refuerzo longitudinal para la placa de alma de $4\phi 1/2''$ repartido en dos capas, y para la zona de núcleo de $4\phi 5/8''$, tenemos los diagramas de cargas axiales y los momentos siguientes:

Figura 24
Diagrama de Interacción en la Dirección x-x

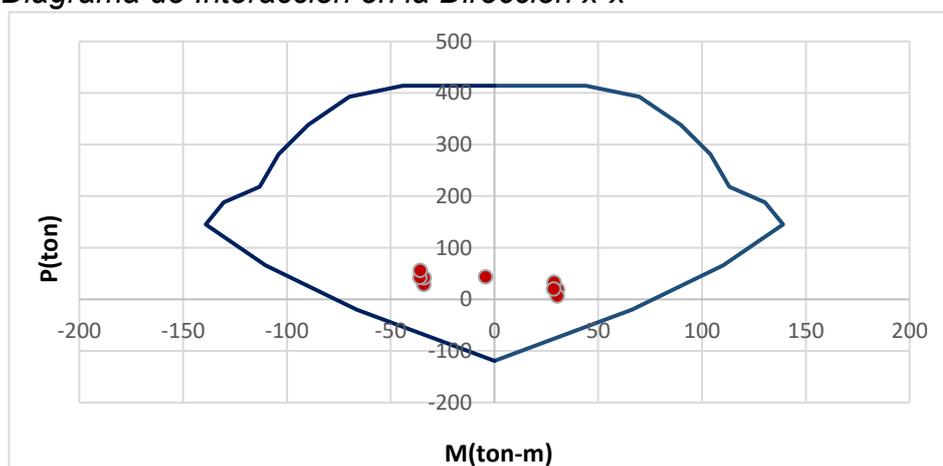
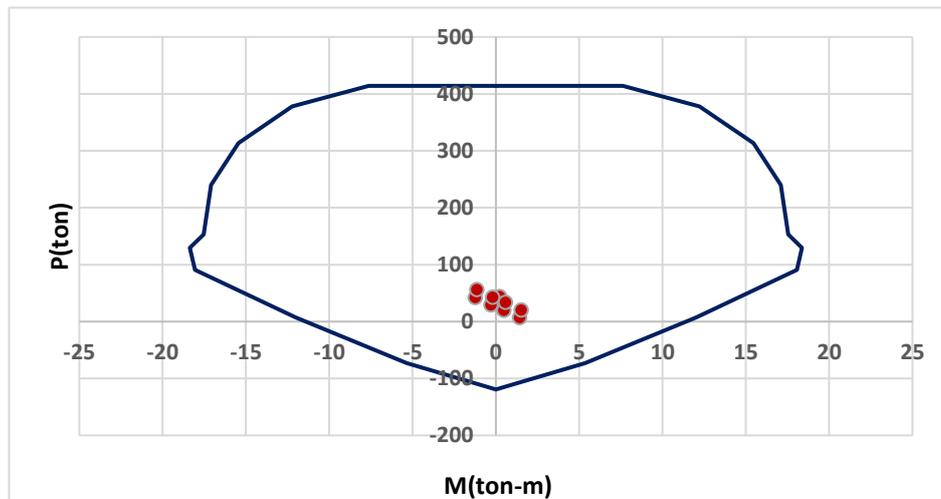


Figura 25
 Diagrama de Interacción en la Dirección y-y



Entonces según se ve en las anteriores figuras con el refuerzo asumido los puntos de las combinaciones que presenta de carga están dentro del diagrama, lo cual indica que la placa resistirá las combinaciones.

DISEÑO POR CORTE

Se busca en el diseño por corte que también la resistencia nominal de la misma sección estudiada logre ser igual o superior a la resistencia requerida por corte, según las consideraciones del diseño del refuerzo por corte establecidas por la norma E.060.

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = A_c w (\alpha \sqrt{f'_c})$$

La fuerza cortante de diseño es:

$$V_u = V_{ua} \times \frac{M_n}{M_{ua}}$$

M_n = Momento nominal resistente del muro (ton-m)

M_{ua} = Momento flector (ton-m)

V_u = Fuerza cortante (ton)

$$Vu = 5.84 \times \frac{84.42}{30.48} = 16.17 \text{ ton}$$

$$Vc = 30 \times 150 \times (0.53\sqrt{210}) = 35 \text{ ton}$$

$$16.17 \leq 0.85 \times 58.44$$

$$16.17 \leq 49.67$$

$$S = \frac{1.42 \times 4200 \times 0.8 \times 150}{35.78} = 20 \text{ cm}$$

DISEÑO DE CIMENTACIÓN

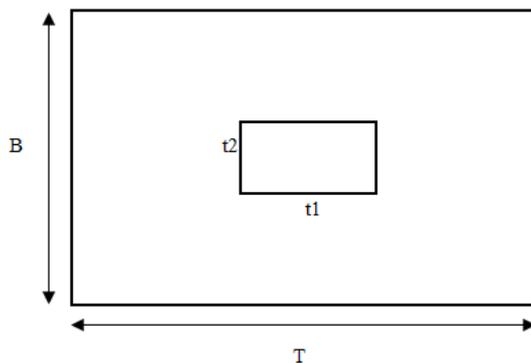
El cálculo de capacidad resistente del suelo se determinó por el estudio de suelos.

DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS

Se toma el diseño de la zapata aislada central Z-01, en la cual se verificará que los esfuerzos actuantes estén debajo del esfuerzo admisible amplificado, así como se verificará la resistencia de la misma.

Figura 26

Vista en planta de zapata aislada



La zapata presenta las sollicitaciones siguientes:

Tabla 32
Solicitaciones actuantes

Caso de Carga	P (ton)	MX (ton-m)	MY (ton-m)
CM	29.84	0.22	0.01
CV	9.30	0.05	0.02
CSx	0.47	0.13	0.89
CSy	0.09	1.31	0.17

Con las cargas axiales definidas que llegan a la zapata, y definida la capacidad portante del suelo, procedemos calcular el área de zapata requerida.

$$A_{zapata} = \frac{1.05(CM + CV)}{\sigma} = \frac{1.05(39.14)}{10.20} = 4.03 \text{ m}^2$$

Entonces obtenemos una zapata de 1.95x2.20 con un área total de 4.29 m². Calculamos los esfuerzos que actúan en el terreno de acuerdo a las cargas de gravedad estimadas con cargas de sismo en ambas direcciones:

$$\sigma_x = \frac{P}{A} \pm \frac{6 \cdot M}{B \cdot T^2} = 10.15 \text{ ton/m}^2, 8.32 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\max}, \sigma_{\min} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$10.15 \text{ ton/m}^2, 8.32 \text{ ton/m}^2 \leq 10.2 \times 1.3$$

$$10.15 \text{ ton/m}^2, 8.32 \text{ ton/m}^2 \leq 13.26 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_y = \frac{P}{A} \pm \frac{6 \cdot M}{B \cdot T^2} = 10.30 \text{ ton/m}^2, 7.99 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\max}, \sigma_{\min} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$10.30 \text{ ton/m}^2, 7.99 \text{ ton/m}^2 \leq 10.2 \times 1.3$$

$$10.30 \text{ ton/m}^2, 7.99 \text{ ton/m}^2 \leq 13.26 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \pm \frac{6 \cdot M}{B \cdot T^2} = 9.32 \text{ ton/m}^2 \leq 10.20 \text{ ton/m}^2$$

DISEÑO POR CORTANTE

Resistencia nominal del concreto

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 50 = 38.40 \text{ ton}$$

Resistencia requerida

$$V_u = 25.72 \text{ ton}$$

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$0.85 \times 38.40 \geq 25.72$$

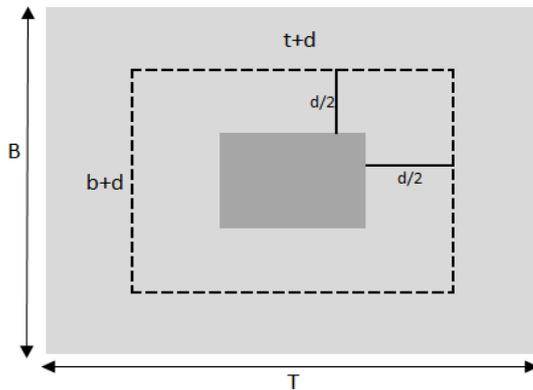
$$32.64 \geq 25.72$$

Se verifica que para 60cm de peralte de zapata se efectúa el diseño por corte.

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO

Las fallas por punzonamiento se presentan a una distancia de $d/2$ de la cara de las columnas.

Figura 27
Sección para Análisis por Punzonamiento



Donde:

b_o = Perímetro del área crítica por punzonamiento

A_o = Área crítica de punzonamiento

β = Relación del lado más largo con el lado más corto de la columna

$\alpha_s = 40$ (columna interior)

$$b_o = 2(b+t+2d) = 2(0.25+0.50+2d) = 1.50+4d$$

$$A_o = (t+d)(b+d) = (0.50+d)(0.25+d) = d^2+0.75(d)+0.125$$

$$\beta = 0.50/0.25 = 2$$

V_c es el menor de los siguientes:

$$V_c = 0.53 \times \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d = (150 \times 15.4 \times d + 4 \times 15.4 \times d^2)$$

$$V_c = 0.27 \times \left(2 + \frac{\alpha_s \times d}{b_o}\right) \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d = 11.74(16 \times d^2 + 100 \times d)$$

$$V_c = 1.06 \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d = 15.36(150 \times d + 4 \times d^2)$$

$$V_u = \sigma_u(B \times T - A_o)$$

$$V_u = 9.32(1.70 \times 1.90 - A_o)$$

$$V_u = 9.32(4.165 - d^2 - 0.75d)$$

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$0.85 \times (150 \times 15.4 \times d + 4 \times 15.4 \times d^2) \geq 9.32(4.165 - d^2 - 0.75d)$$

Por lo que para un peralte de 60cm de zapata se cumple la ecuación de $\phi V_c \geq V_u$.

DISEÑO POR FLEXION

El acero mínimo a usar es el siguiente:

$$A_{\min} = 0.0018 \times b \times d = 0.0018 \times 100 \times 50 = 9 \text{ cm}^2$$

Con el esfuerzo máximo de 12.68 ton/m² se calcula el momento flector siguiente $M_u = 4.58 \text{ ton-m/m}$, con un $A_s = 2.39 \text{ cm}^2$, por lo que usamos el acero mínimo exigido por norma, entonces el refuerzo por flexión a colocar es $\phi 5/8'' @ 20 \text{ cm}$ en las dos direcciones.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

“El diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones permite un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021”

Realizada la determinación del tipo de suelo, del sistema estructural utilizado, parámetros sismoresistentes, método de resistencia aplicado de acuerdo a su capacidad resistente, el edificio de concreto armado fue modelado y analizado por el programa ETABS obteniendo resultados numéricos que permitieron evaluar valores como las irregularidades en la edificación, tal como se evidencia en la TABLA N°7: Irregularidades de rigidez o Piso blando (Dirección X-X) y la TABLA N°8: Irregularidades de rigidez o Piso blando (Dirección Y-Y) nos indica que no se encontraron irregularidades de rigidez o piso blando; en la TABLA N°9: Irregularidad de Resistencia – Piso Débil se muestra que no existe irregularidades de resistencia o piso débil; en la TABLA N°10: Irregularidades de masa se indica que no existe irregularidades de masa, o peso; en la TABLA N°11: Irregularidad Geométrica Vertical nos muestra que no existe irregularidad geométrica vertical; en la TABLA

N°12: Irregularidad Torsional (Dirección X-X) y TABLA N°13: Irregularidad Torsional (Dirección Y-Y) se muestran que no hay irregularidad por torsión en ninguna de las direcciones; en la TABLA N°14: Irregularidad Torsional Extrema (Dirección X-X) y la TABLA N°15: Irregularidad Torsional Extrema (Dirección Y-Y) se muestra que no hay inconsistencia por torsión extrema en ninguna de sus direcciones, teniendo así una estructura analizada de carácter regular tanto en altura como en planta, del mismo modo se realizan las verificaciones de los desplazamientos laterales máximos en la TABLA N°18: Verificación de máximas derivas en la dirección de X-X y la TABLA N°19: Verificación de máximas derivas en la dirección de Y-Y que muestran que la estructura esta dentro de los límites de desplazamientos relativos permitidos por norma; procediéndose así al diseño de elementos estructurales en el punto 4.1.9. , en el que se detallan los resultados de las comprobaciones de cálculos finales en distribución tanto en acero como en concreto los cuales cumplen con los requisitos de control que exige el Reglamento Nacional de Edificaciones teniendo un margen de resultados válidos que evidencian un buen comportamiento estructural de la edificación, dando a conocer que mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones, el diseño estructural del edificio realizado tiene un adecuado comportamiento sísmico asegurando así una estructura segura y resistente frente al accionar sísmico.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De la tesis titulada “DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”, se llegaron a la siguiente discusión de resultados:

Al respecto, estudios como el de Cardenas (2019), escogió el tipo de sistema estructural del edificio en estudio, para luego realizar la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales, con lo que pudo realizar el análisis estructural bajo cargas de gravedad y análisis sísmico, así mismo realizó los modelos de los sistemas estructurales con la ayuda de programas que utilizan el método de elementos finitos, para luego efectuar el análisis sísmico de acuerdo a lo especificado en la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”, logrando elaborar la modelación del edificio en el software ETABS y realizar el análisis dinámico modal espectral donde se evaluó el comportamiento del edificio ante el sismo, por lo que tuvo similitud con el presente estudio porque se realizó el diseño estructural para la edificación multifamiliar propuesta siguiendo pasos similares a los empleados por el autor para obtener una respuesta estructural de cómo se está comportando la edificación, ya que son diseños típicos empleados para la elaboración de un análisis adecuado siguiendo los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por otro lado, Orosco (2018), detalló en su investigación que fue de suma importancia desde el inicio tener una buena configuración estructural evitando así problemas de irregularidades, para lograr el grado de comportamiento ante un evento sísmico sea mínimo, apoyándolo así con programas de diseño que pueden analizar resultados creíbles, bajo normas, bajo criterio y siendo analítico a la hora de realizar un diseño, una respuesta correcta ante sollicitaciones dinámicas y estáticas bajo las normas técnicas peruanas, por tanto estos resultados tienen relación con el presente estudio, debido a que también se tomó en cuenta el establecer una adecuada

configuración estructural, teniendo presente la distribución arquitectónica propuesta con una adecuada distribución de los elementos estructurales, lográndose mantener los desplazamientos máximos bajo los límites permitidos en las normas técnicas peruanas y logrando un diseño eficiente.

López y Méndez (2015), en su investigación realizaron cambios y ajustes en la configuración estructural de la edificación después de los análisis respectivos, obteniendo como resultado una mejora en el diseño que llevaron a cabo. A diferencia de la presente investigación en el que no fueron necesarios los ajustes en la configuración estructural del edificio debido a que con el planteamiento inicial para la misma fue suficiente para obtener buenos resultados en el diseño realizado.

Respecto de la investigación de Ramírez (2019), desarrolló de acuerdo a la ubicación de sus placas y columnas el diseño de cimentaciones en el que obtuvo zapatas aisladas para la mayor parte de placas y columnas en la zona central del edificio, con zapatas combinadas y conectadas en los extremos derecho e izquierdo. Y se coincide con lo mencionado por el autor ya que con la distribución de placas y columnas para esta edificación en el diseño de cimentaciones se seleccionó una cimentación adecuada obteniendo zapatas aisladas, combinadas y conectadas, a lo cual se concluye que en ambas investigaciones el tipo de cimentaciones elegidas son la misma.

CONCLUSIONES

- Se logró proponer el diseño estructural de la edificación de concreto armado mediante el reglamento nacional de edificaciones, obteniendo resultados positivos para los elementos propuestos como columnas, losas, placas y vigas diseñadas que controlan adecuadamente los desplazamientos en ambas direcciones, con el fin de permitir un buen comportamiento sísmico del edificio.
- De los resultados obtenidos se concluye que las características de estructuración, dimensionamiento, distribución en esta configuración estructural son adecuadas, verificándose una correcta contribución a la regularidad de la estructura dotándola de resistencia y en cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones.
- La alternativa de configuración estructural más conveniente corresponde al sistema estructural de muros estructurales para el modelamiento, análisis y diseño del edificio, permitiendo ayudar a reducir los problemas de irregularidades en la edificación y a su vez rigidizar los desplazamientos laterales en ambas direcciones con aporte de buena rigidez frente a los efectos producidos por los sismos.
- El tipo de cimentación adecuado que se eligió fue el de zapatas combinadas, zapatas aisladas, vigas de conexión, resultando estas resistentes a grandes momentos generados por las excentricidades, distribuyendo de manera adecuada las presiones en el terreno según las características del terreno de fundación que indican como un suelo limo arenoso de nomenclatura ML, con un contenido de humedad de 15.38%, limite liquido 38, limite plástico 26, contenido de finos de 58.1%, de arena de 31.7%, de grava de 10.2% y de capacidad admisible de 1.02 kg/cm², verificando así la seguridad estructural ante un sismo.
- Los resultados que obtenidos del programa ETABS al momento de analizar la edificación fueron interpretados de manera correcta y verificados con hojas de cálculo adicionales de forma que las aproximaciones cumplan con lo reglamentado y sean lo más reales posibles, logrando un diseño eficiente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar sus respectivas verificaciones desde la etapa de pre dimensionamiento de elementos estructurales para evitar posibles errores en el diseño estructural como secciones sobredimensionadas o posibles fallas estructurales frente a eventos sísmicos.
- Se recomienda caracterizar desde el inicio adecuadamente al edificio siguiendo buenas prácticas para una mejora en la seguridad estructural del edificio.
- Se recomienda que la distribución de elementos estructurales en planta se realice con criterios de simetría y rigidez, con la finalidad de que el centro de masa y de rigidez del edificio no se encuentren tan distanciados y se puedan generar efectos de torsión.
- Realizar calicatas en el lugar donde se va a edificar con la finalidad de conocer las características del suelo de fundación y tener la información necesaria de las condiciones del sitio.
- Se recomienda el uso de herramientas de diseño estructural como el programa de ETABS para tener un adecuado campo de manejo y comprensión del conocimiento de las cualidades y respuestas del comportamiento que presentan los elementos estructurales que conforman la edificación modelada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (sexta ed.). Mexico: Mac Graw Hill.
- Blanco Blasco, A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado* (2da ed.). Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Borja Suarez, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Canchaya Inga, S. S., & Vargas Flores, R. V. (2017). *Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y el dinámico, del nuevo aulario de ingeniería civil de la universidad científica del PERÚ – UCP - TARAPOTO - 2017*. Universidad Científica del Perú, San Juan Bautista – Maynas - Loreto - Perú.
- Cárdenas Barriga, O. A. (2019). *Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos (Tesis de pregrado)*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, LIMA.
- Chaiña Mamani, R. T. (2016). *Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la ciudad de Juliaca*. UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ, Juliaca.
- Delgado Contreras, G. (2011). *Diseño de estructuras aporticadas de Concreto Armado*. Lima: EDICIVIL S.R.L.
- Fratelli, M. (1999). *Edificios de pantallas y Estructuras Aporticadas*. Caracas. 431 pp.
- García Caicedo, J., Castellanos Palacio, N. J., & Andrés Moreno, V. (2015). *Proyecto de diseño estructural para la construcción de un centro comunitario de desarrollo de proyectos productivos en el sector de la comuna 4 de soacha (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, BOGOTÁ D.C.

- Giraldo Bolivar, O.I.C. (2003). Estructuras de Hormigón 2. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño De Estructuras De Concreto Armado* (Tercera Edición ed.). Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Hernández, F. y. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hibbeler, R. (2012). *Análisis estructural* (8va ed.). México: Pearson educación.
- López Di Dio, J. E., & Méndez Hernández, J. E. (2015). *Propuesta para el cálculo estructural sismorresistente de una edificación auxiliar de tres pisos en el núcleo "Armando Mendoza" de la F.I.U.C.V. (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA, CARACAS.
- Meli Piralla, R. (2013). *Diseño Estructural*. México: Grupo Noriega Editores.
- Mendoza, C. (30 de junio de 2016). *SISTEMA APORTICADO*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/317094796/SISTEMA-APORTICADO>
- Morales Morales, R. (2006). *Diseño en Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial ICG.
- Muñoz Peláez, J. A., Delgado Ehni, R., & Larrain, P. R. (2004). *Desempeño Sismorresistente de Edificios de Muros de Ductilidad Limitada (Tesis de pregrado)*. PUCP, Lima.
- Cifuentes Rueda, N.L. & Malagon Torres G. (2018). *Software de Aplicación para el Análisis y Diseño Estructural de Cimentaciones Superficiales*. Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogota D.C.
- Nilson, Arthur H. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto* (12va ed.). Colombia: MC Graw Hill.

- Novas Cabrera, J. A. (2010). *Sistemas Constructivos Prefabricados Aplicables a la Construcción de Edificaciones en Países en Desarrollo*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- NTE E.030. (2016). *Norma Técnica de Edificación E.060, Concreto Armado*.
- Orosco Chinchay, E. (2018). *Diseño estructural de una edificación de 4 pisos en la urbanización el álamo-callao, 2018 (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, CALLAO.
- Perea Rentería, Y. A. (2012). *Sistemas constructivos y estructurales aplicados al desarrollo habitacional (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN , MEDELLÍN.
- Perez Grunauer, J. R. (2017). *Análisis y diseño estructural de un edificio de 4 plantas aplicando el método de kani en la ciudad de machala (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA.
- Ramírez Orozco, J. M. (2019). *Diseño estructural de un edificio multifamiliar de 8 pisos en surquillo*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, LIMA.
- Saavedra García, C. F., & Ramirez Vigo, D. A. (2017). *Influencia del módulo de elasticidad en análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017*. UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ, IQUITOS.
- Santana Tapia, R. (2014). *Concreto Armado Tratado Práctico*. (R. Santana Tapia, Ed.) Huancayo-Perú.
- Taboada Navarro, M. A., & Barrientos Rondan, M. A. (2018). *Diseño estructural para reducir la rigidez en la estructura del bloque a, mediante la densidad de muros del hospital huánuco, 2018 (Tesis de pregrado)*. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, LIMA.
- Velayarce Llanos, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de*

Shilcayo, provincia y departamento de San Martín. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO, Tarapoto.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Apolinario Cruz, D. (2022). *Diseño estructural en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco pisos en la ciudad de Huánuco - 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable
<p>Problema general ¿En qué medida el diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones permite un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021?</p> <p>Problema específico ¿Cuáles son las características que debe incluir una adecuada configuración estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021? ¿Cuál es la alternativa de configuración estructural más conveniente en el modelamiento, análisis y diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021? ¿Cuál es la alternativa de cimentación más adecuada para un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021?</p>	<p>Objetivo general Proponer un diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones para un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021</p> <p>Objetivos específicos Definir las características que debe considerar una adecuada configuración estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco - 2021. Determinar la alternativa de configuración estructural más conveniente en el modelamiento, análisis y diseño de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco – 2021. Seleccionar la alternativa de cimentación más adecuada para un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos de la ciudad de Huánuco – 2021.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de cinco pisos mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones permite un adecuado comportamiento sísmico de la ciudad de Huánuco – 2021</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Diseño Estructural de un Edificio Multifamiliar</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Comportamiento Sísmico</p>

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DEL ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 742-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de noviembre de 2020

Visto, el Oficio N° 500-2020-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 2823, del Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 2823, presentado por el (la) Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Jhon Elio Gomez Valles, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ**, al Mg. Jhon Elio Gomez Valles, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BLCR/JFJR/mto.

ANEXO 3

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 685-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 05 de julio de 2021

Visto, el Oficio N° 452-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021" presentado por el (la) Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ**.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 742-2020-D-FI-UDH, de fecha 02 de noviembre de 2020, perteneciente al Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Jhon Elio Gomez Valles, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 452-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021" presentado por el (la) Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza (Secretario) y Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulado: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021" presentado por el (la) Bach. **Danner Aleksei, APOLINARIO CRUZ** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo.- El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/|JR/nto.

ANEXO 4

INSTRUMENTOS FICHAS DE OBSERVACIÓN

CONTENIDO HUMEDAD			
DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Nº DE RECIPIENTE			
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)			
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)			
PESO DEL AGUA (gr.)			
PESO DEL ANILLO (gr.)			
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			

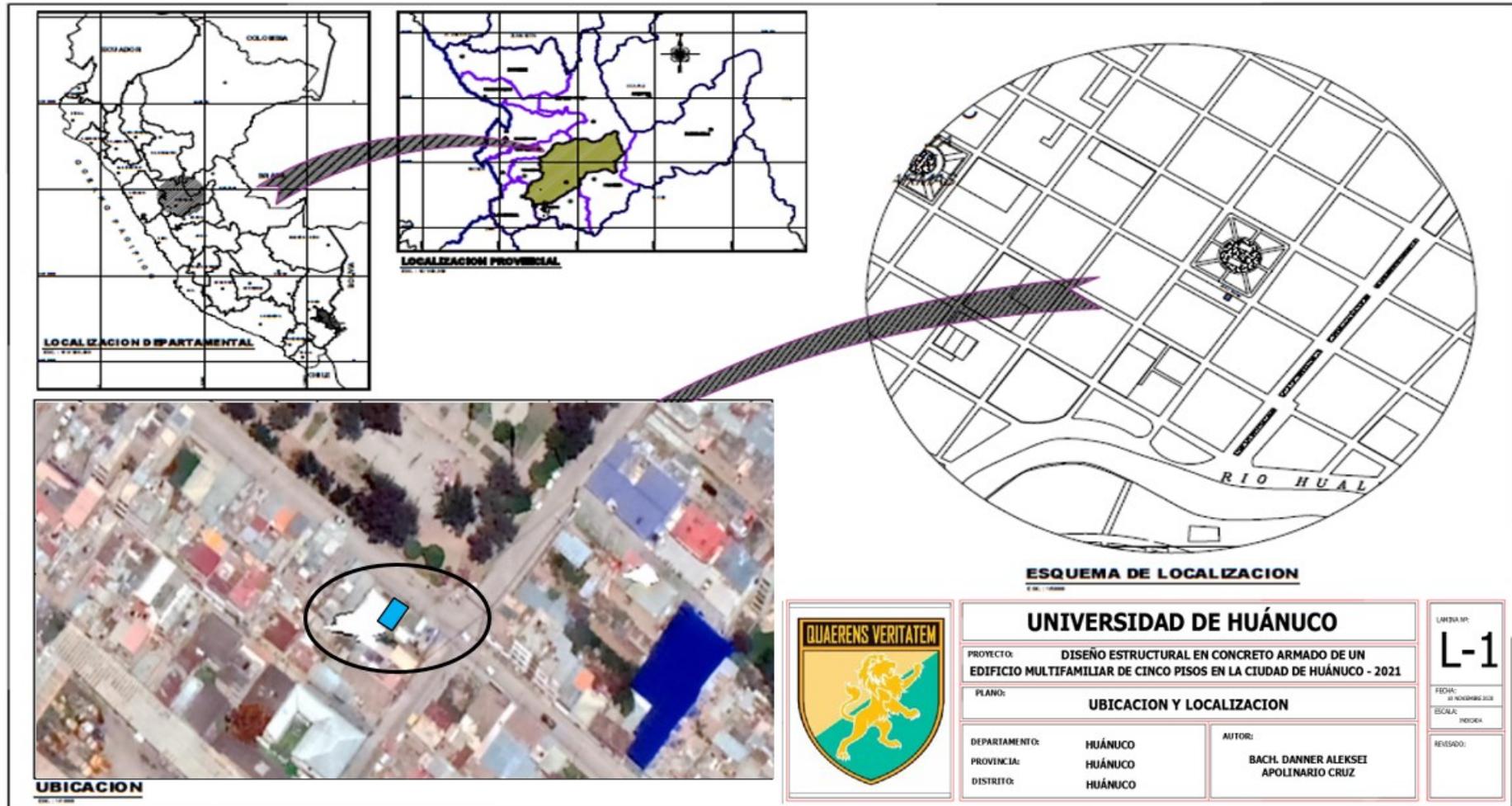
ÍNDICE PLÁSTICO	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO

% GRAVA	Grava Gruesa	
	Grava Fina	
% ARENA	AG %	
	AM %	
	AF %	
% FINOS		

CALICATA		PROFUNDIDAD AD	PROPIEDADES FÍSICAS						CLASIFICACIÓN	
Nº	Estrato		% FINOS	% ARENAS	% GRAVAS	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO
C-1	E-1									

ANEXO 5

MAPA SATELITAL DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 6
PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N°1



VISTA DE LA FORMACION DE ESTRATOS DE LA CALICATA N°1

Fotografía N°2



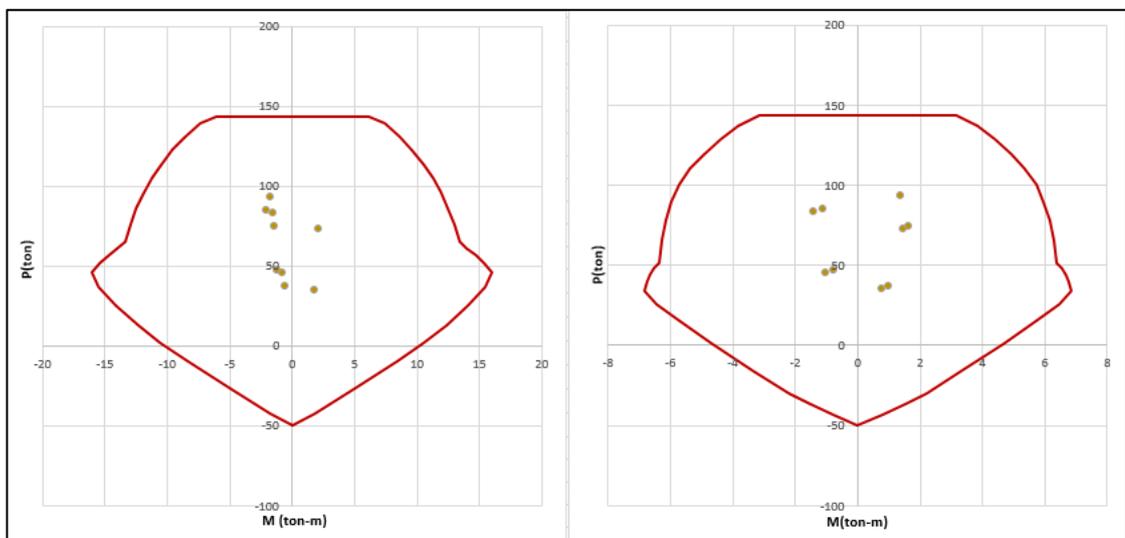
VISTA DE LA UBICACIÓN DE LA CALICATA N°1

ANEXO 7

DISEÑO Y CÁLCULO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

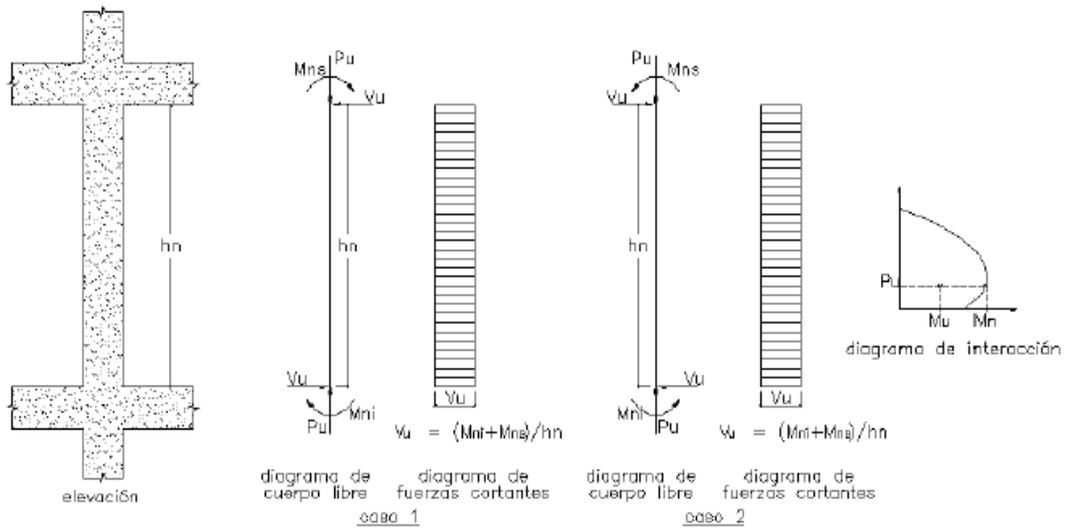
DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA COLUMNAS					
$\theta=0$			$\theta=90$		
Punto	P (ton)	M3	Punto	P (ton)	M2
1	143.5869	0	1	143.5869	0
2	143.5869	3.2069	2	143.5869	1.5521
3	143.5869	4.7807	3	143.5869	2.402
4	143.5869	6.1246	4	143.5869	3.1667
5	139.1017	7.4187	5	136.6234	3.8478
6	130.8754	8.5772	6	128.5565	4.3956
7	122.4546	9.6036	7	119.5149	4.9162
8	113.7991	10.5028	8	110.209	5.3613
9	104.8575	11.2808	9	100.1754	5.7087
10	95.861	11.9265	10	89.3183	5.9644
11	86.1196	12.489	11	77.7406	6.1533
12	75.8069	12.9639	12	65.1935	6.2848
13	64.7451	13.3724	13	51.299	6.3728
14	61.0657	14.0029	14	47.9182	6.5318
15	57.0658	14.6861	15	44.2529	6.6585
16	51.7684	15.4033	16	39.847	6.7613
17	46.0491	16.0382	17	34.3055	6.8283
18	37.2069	15.5015	18	25.9189	6.4591
19	25.5033	14.088	19	14.6914	5.6685
20	12.2854	12.3686	20	1.0074	4.657
21	1.95	10.5725	21	-16.2503	3.3487
22	-9.6692	8.3911	22	-30.2009	2.2119
23	-26.7354	5.0227	23	-36.7376	1.5278
24	-42.3603	1.7936	24	-43.2743	0.7905
25	-49.8111	0	25	-49.8111	0

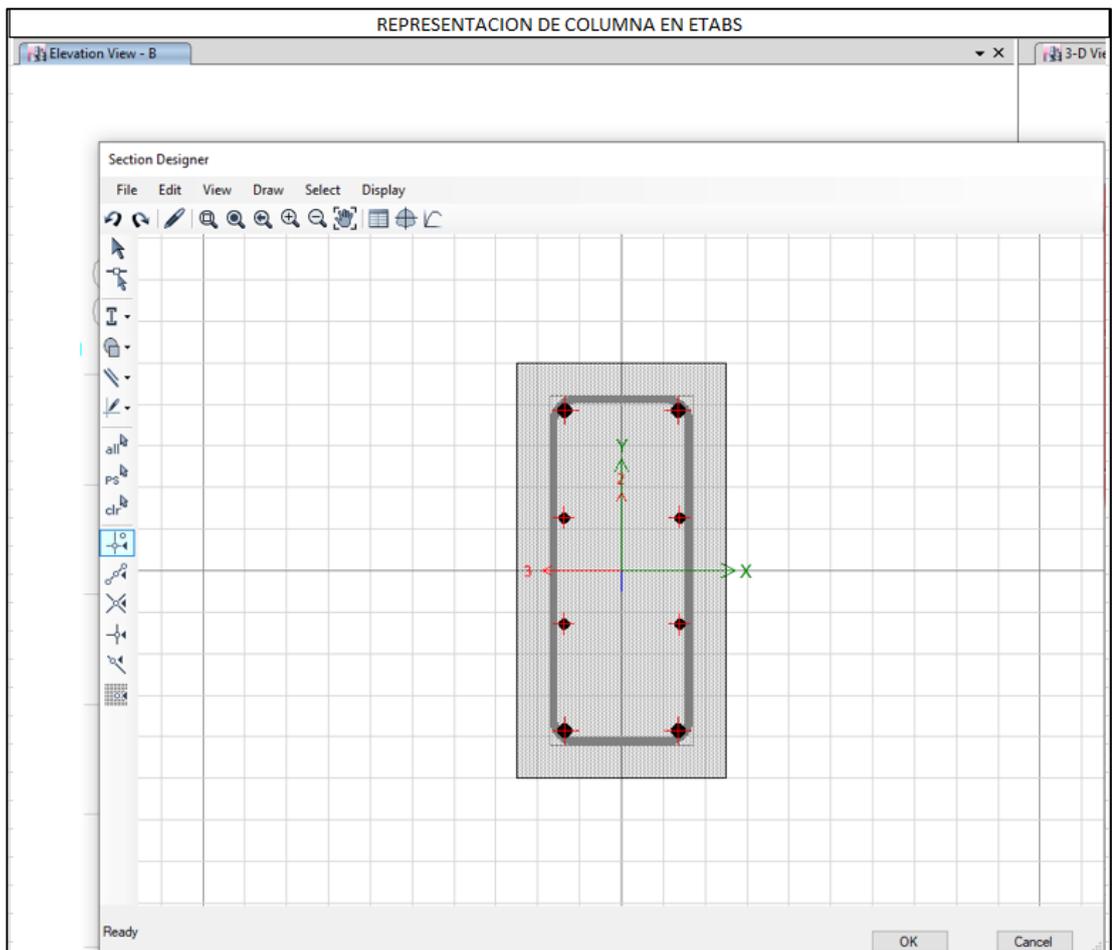
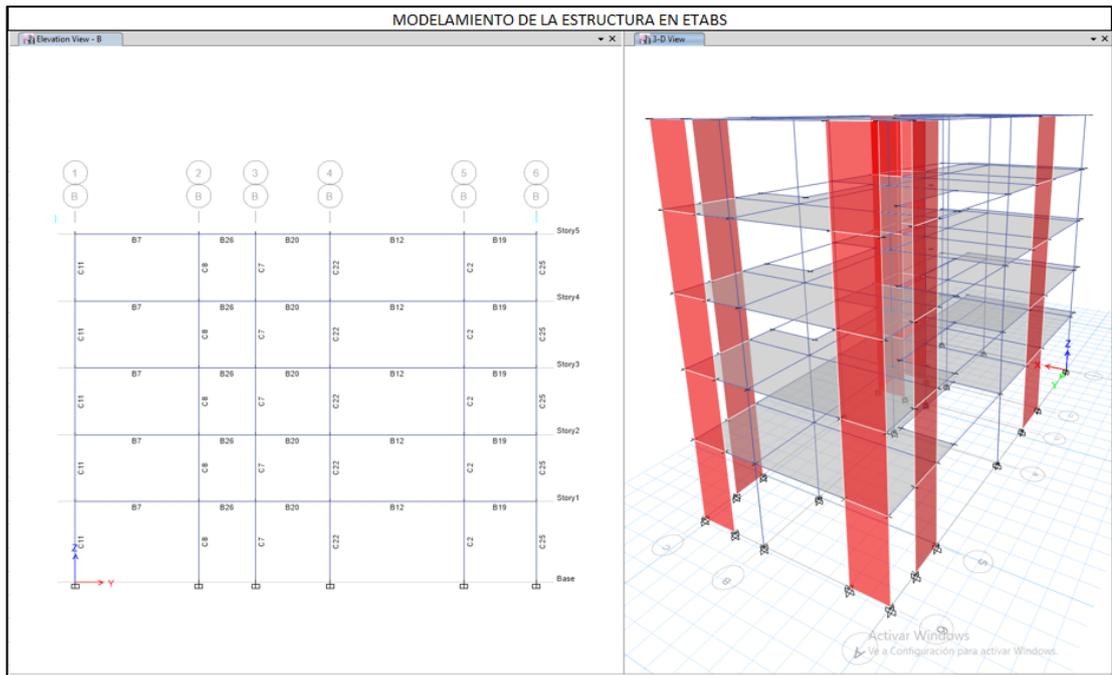
$\theta=180$			$\theta=270$		
Punto	P (ton)	M3	Punto	P (ton)	M2
1	143.5869	0	1	143.5869	0
2	143.5869	-3.2069	2	143.5869	-1.5521
3	143.5869	-4.7807	3	143.5869	-2.402
4	143.5869	-6.1246	4	143.5869	-3.1667
5	139.1017	-7.4187	5	136.6234	-3.8478
6	130.8754	-8.5772	6	128.5565	-4.3956
7	122.4546	-9.6036	7	119.5149	-4.9162
8	113.7991	-10.5028	8	110.209	-5.3613
9	104.8575	-11.2808	9	100.1754	-5.7087
10	95.861	-11.9265	10	89.3183	-5.9644
11	86.1196	-12.489	11	77.7406	-6.1533
12	75.8069	-12.9639	12	65.1935	-6.2848
13	64.7451	-13.3724	13	51.299	-6.3728
14	61.0657	-14.0029	14	47.9182	-6.5318
15	57.0658	-14.6861	15	44.2529	-6.6585
16	51.7684	-15.4033	16	39.847	-6.7613
17	46.0491	-16.0382	17	34.3055	-6.8283
18	37.2069	-15.5015	18	25.9189	-6.4591
19	25.5033	-14.088	19	14.6914	-5.6685
20	12.2854	-12.3686	20	1.0074	-4.657
21	1.95	-10.5725	21	-16.2503	-3.3487
22	-9.6692	-8.3911	22	-30.2009	-2.2119
23	-26.7354	-5.0227	23	-36.7376	-1.5278
24	-42.3603	-1.7936	24	-43.2743	-0.7905
25	-49.8111	0	25	-49.8111	0



B columna	25	cm
H columna	50	cm
Área col	1250	cm ²
p min	0.01	
p max	0.04	
As min	12.5	cm ²
As max	50	cm ²
pelegida	0.0105	
As colocado	13.125	cm ²
fy	4200	kg/cm ²
f'c	210	kg/cm ²
d	44	cm

Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
1.4CM+1.7CV	93.4582	0.9842	-0.7896	1.3884	-1.7948
0.9CM+CSx Max	36.8538	0.4745	0.1805	0.9927	-0.5655
0.9CM+CSx Min	45.4237	0.254	-0.7378	-1.0363	-0.7741
0.9CM+Csy Max	35.1687	1.0787	0.0047	0.7913	1.7349
0.9CM+Csy Min	47.1088	-0.3502	-0.5619	-0.7546	-1.2347
1.25CM+1.25CV+CSx Max	74.5174	0.9232	-0.1898	1.6426	-1.3796
1.25CM+1.25CV+CSx Min	83.0873	0.7027	-1.108	-1.4046	-1.5882
1.25CM+1.25CV+CSy Max	72.8323	1.5274	-0.3656	1.4412	2.1548
1.25CM+1.25CV+CSy Min	84.7724	0.0985	-0.9322	-1.1229	-2.0488





DISEÑO DE PLACA							
Combinaciones	Pu	Mua	Vua	Mn	Mn/Mua	Mn/Mu	Mn/Mua
					Calculado	< R	Usado
1.4cm+1.7cv	43.73	-4.33	0.80	110.298	25.48	6.00	6.00
1.25(cm+cv)+cs	33.52	28.66	5.54	94.20	3.29	6.00	3.29
1.25(cm+cv)-cs	42.74	-35.90	6.90	106.358	2.96	6.00	2.96
0.9cm+cs	19.76	30.48	5.84	84.42	2.77	6.00	2.77
0.9cm-cs	28.98	-34.08	6.60	92.61	2.72	6.00	2.72

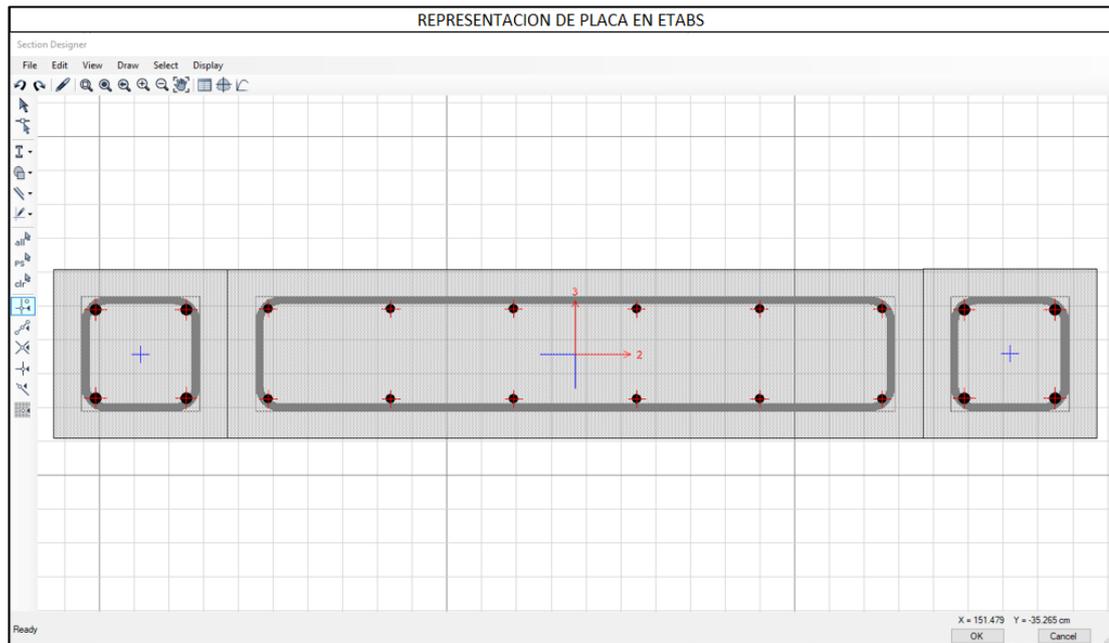
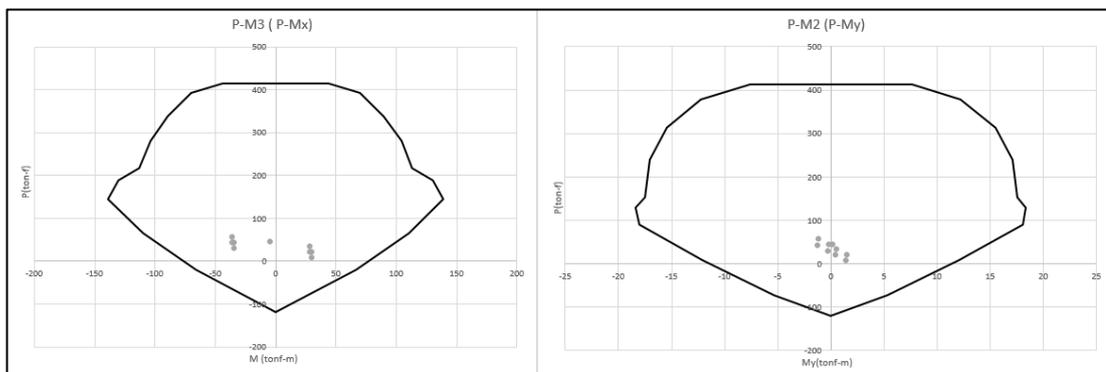


DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA PLACAS						
$\theta=0$			$\theta=90$			
Punto	P (ton)	M3	Punto	P (ton)	M2	M3
1	414.0388	0	1	414.0388	0	0
2	414.0388	44.0789	2	414.0388	7.6265	5.71E-06
3	392.7194	69.8031	3	378.1224	12.2212	5.86E-06
4	338.4614	89.7771	4	313.6997	15.4529	7.42E-06
5	281.2346	103.9898	5	239.9348	17.0921	8.03E-06
6	218.1127	113.1733	6	153.2314	17.538	9.04E-06
7	187.8023	130.4073	7	129.5636	18.3669	8.58E-06
8	145.0594	139.0694	8	91.0923	18.0624	1.14E-05
9	65.8595	110.298	9	7.0631	12.0212	1.39E-05
10	-19.755	66.2658	10	-72.7469	5.3602	6.18E-06
11	-119.2125	0	11	-119.2125	0	0

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN PARA PLACAS							
$\theta=180$				$\theta=270$			
Punto	P (ton)	M2	M3	Punto	P (ton)	M2	M3
1	414.0388	0	0	1	414.0388	0	0
2	414.0388	-1.18E-06	-44.0789	2	414.0388	-7.6265	-5.50E-06
3	392.7194	-1.79E-06	-69.8031	3	378.1225	-12.2212	-5.67E-06
4	338.4614	-1.63E-06	-89.7771	4	313.6997	-15.4529	-7.27E-06
5	281.2346	-1.50E-06	-103.9898	5	239.9348	-17.0921	-7.96E-06
6	218.1127	-1.42E-06	-113.1733	6	153.2314	-17.538	-9.10E-06
7	187.8023	-1.37E-06	-130.4073	7	129.5637	-18.3669	-8.69E-06
8	145.0594	-1.21E-06	-139.0694	8	91.0924	-18.0624	-1.16E-05
9	65.8595	-7.87E-07	-110.298	9	7.0631	-12.0212	-1.43E-05
10	-19.755	-5.19E-07	-66.2658	10	-72.7469	-5.3602	-6.63E-06
11	-119.2125	0	0	11	-119.2125	0	0



DISEÑO DE LOSA ALIGERADA			
Datos:			
b	10 cm	ρ mín	0.0024
d	17 cm	Asmín+	0.41 cm ²
f _c	210 kg/cm ²	Asmín-	1.15 cm ²
f _y	4200 kg/cm ²		
ϕ	0.9 (flexión)		
$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$			
$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * (d - \frac{a}{2})}$			
Mu-	722	kg-m	
b+	40	cm	
a-	0.67	cm	
As-	1.146293922	cm ²	
	2 ϕ 3/8"		
As mín	1.15	cm ²	

Datos:

b	10 cm	ρ mín	0.0024
d	17 cm	As mín+	0.41 cm ²
f _c	210 kg/cm ²	As mín-	1.15 cm ²
f _y	4200 kg/cm ²		
ϕ	0.9 (flexión)		

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Mu-	683	kg-m
b+	10	cm
a-	2.72	cm
As-	1.155225754	cm ²
	2 ϕ 3/8"	
As mín	0.41	cm ²

Datos:

b	10 cm	ρ mín	0.0024
d	17 cm	As mín+	0.41 cm ²
f _c	210 kg/cm ²	As mín-	1.15 cm ²
f _y	4200 kg/cm ²		
ϕ	0.9 (flexión)		

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Mu-	145	kg-m
b+	10	cm
a-	0.54	cm
As-	0.229283954	cm ²
	1 ϕ 1/2"	
As mín	0.41	cm ²

Datos:

b	10 cm	ρ mín	0.0024
d	17 cm	Asmín+	0.41 cm ²
f'c	210 kg/cm ²	Asmín-	1.15 cm ²
fy	4200 kg/cm ²		
ϕ	0.9 (flexión)		

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Mu-	578	kg-m
b	40	cm
a-	0.54	cm
As-	0.913921639	cm ²
	2 ϕ 3/8"	
As mín	0.41	cm ²

Datos:

b	10 cm	ρ mín	0.0024
d	17 cm	Asmín+	0.41 cm ²
f'c	210 kg/cm ²	Asmín-	1.15 cm ²
fy	4200 kg/cm ²		
ϕ	0.9 (flexión)		

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0.9 * 0.85 * b * f'c}}$$

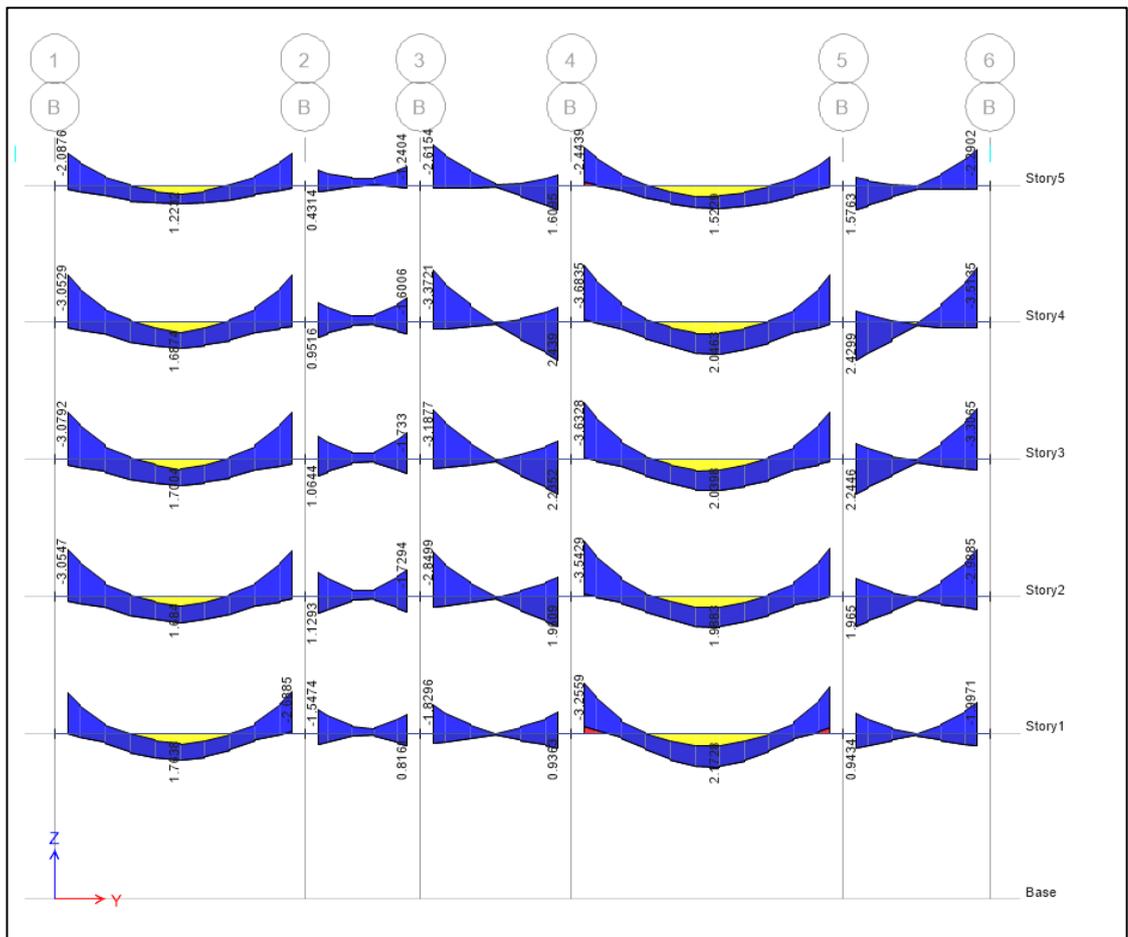
$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Mu-	161	kg-m
b	40	cm
a-	0.15	cm
As-	0.251640212	cm ²
	1 ϕ 3/8"	
As mín	0.41	cm ²

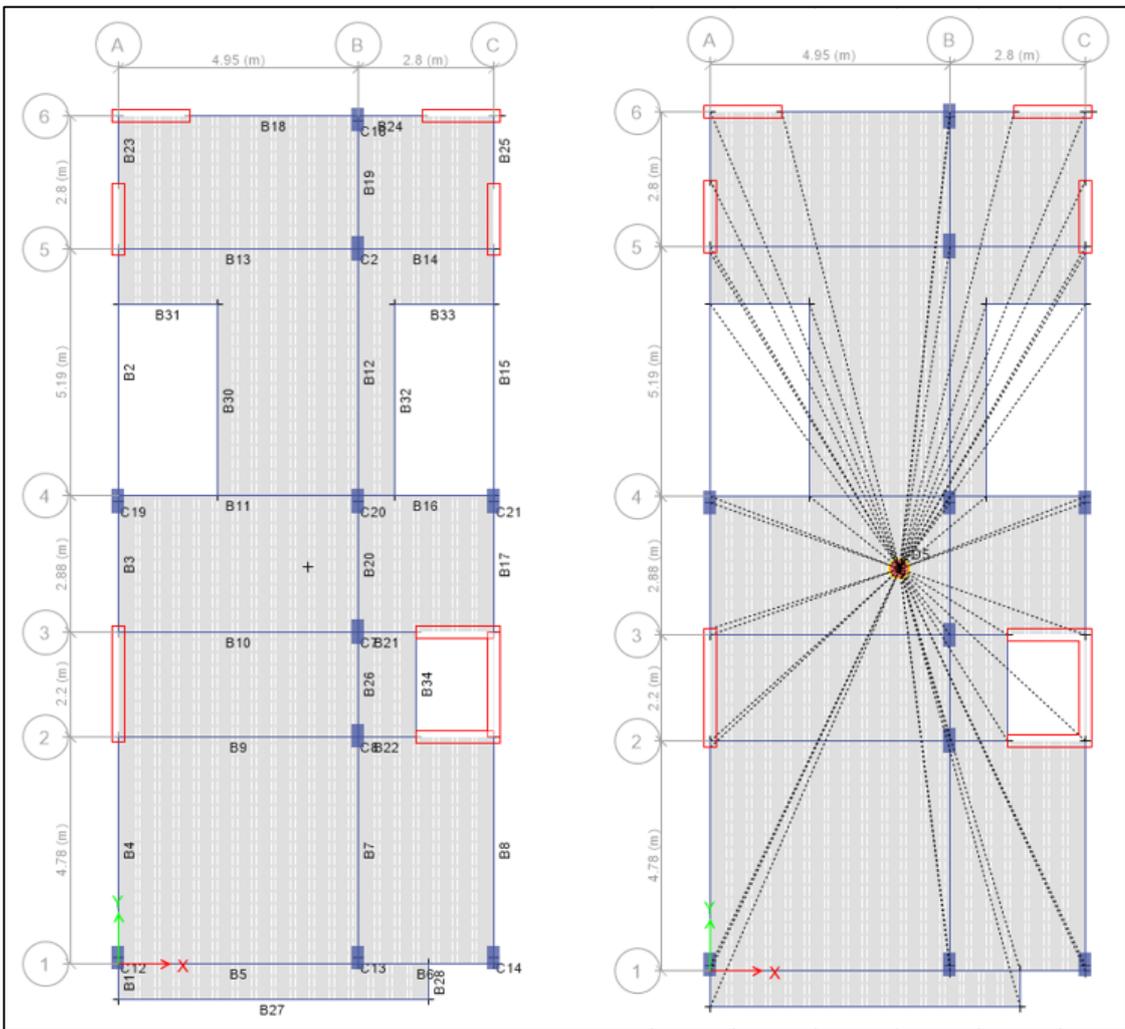
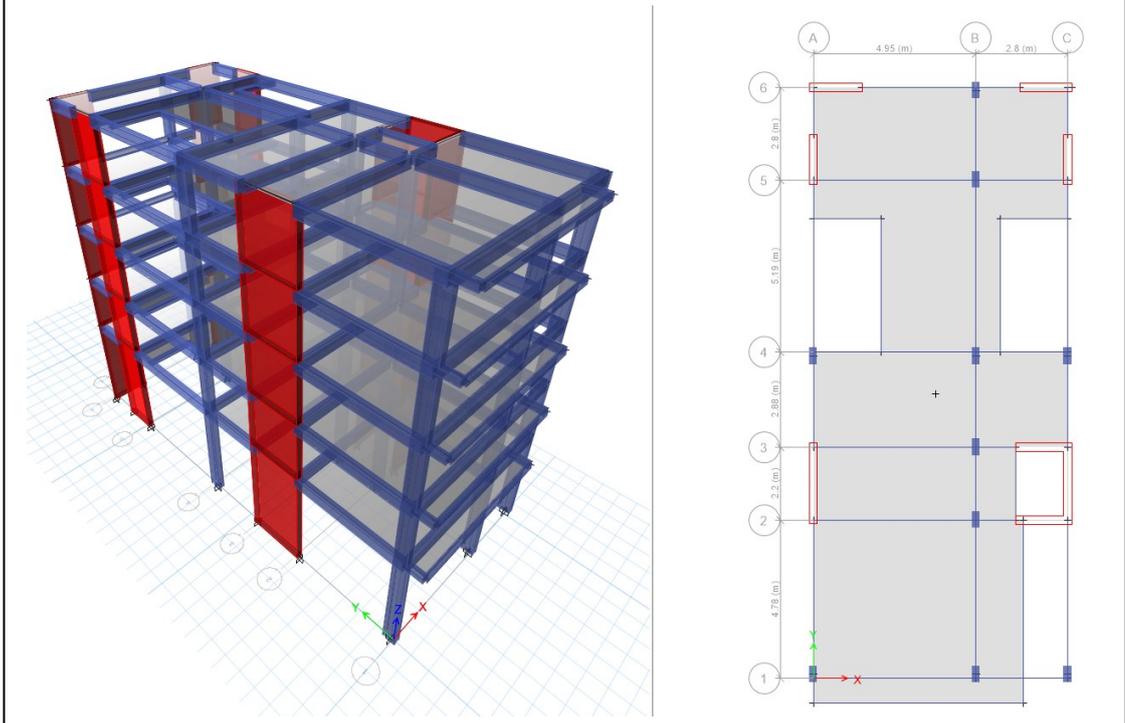
DISEÑO DE VIGAS

b (cm)	25
h (cm)	40
f'c (kg/cm2)	210
β	0.85
fy (kg/cm2)	4200
fr (kg/cm2)	29.0
ε0	0.0045
ecu	0.003

Mu (ton-m)	d (cm)	Mcr (ton-m)	Mumin/Mcr	ρmin (%)	As min (cm2)	Asb (cm2)	As máx (cm2)	a (cm)	As calculado (cm2)
3.079	34	1.93	1.5	0.24	2.04	28.95	21.71	2.33	2.48
1.7	34	1.93	1.5	0.24	2.04	10.62	7.97	1.27	1.35
3.041	34	1.93	1.5	0.24	2.04	39.31	29.48	2.31	2.45
1.064	34	1.93	1.5	0.24	2.04	37.72	28.29	0.79	0.84
0.429	34	1.93	1.5	0.24	2.04	10.62	7.97	0.32	0.34
0.911	34	1.93	1.5	0.24	2.04	37.72	28.29	0.67	0.72
3.188	34	1.93	1.5	0.24	2.04	39.31	29.48	2.42	2.57
0.128	34	1.93	1.5	0.24	2.04	37.72	28.29	0.09	0.1
2.235	34	1.93	1.5	0.24	2.04	39.31	29.48	1.68	1.78
3.633	34	1.93	1.5	0.24	2.04	28.69	21.52	2.77	2.95
2.04	34	1.93	1.5	0.24	2.04	28.69	21.52	1.53	1.62



MODELAMIENTO EN ETABS



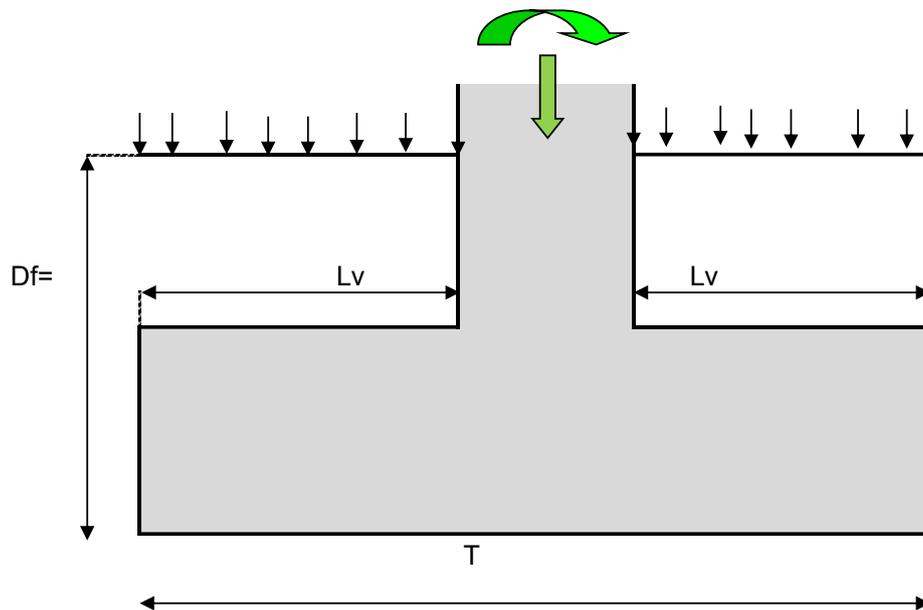
DISEÑO DE CIMENTACIÓN
DISEÑO DE LA ZAPATA AISLADA -Z 01

	P	MX	MY
CARGA MUERTA	29.84 tn	0.22 tn-m	0.01 tn-m
CARGA VIVA	9.30 tn	0.05 tn-m	0.02 tn-m
SISMO X	0.47 tn	0.13 tn-m	0.89 tn-m
SISMO Y	0.09 tn	1.31 tn-m	0.17 tn-m

DATOS GENERALES

	P
sadmisible	1.02 kg/cm ²
f'c (zapata)=	210.00 kg/cm ²
fy=	4,200.00 kg/cm ²

COL.	DIMENSIONES
t	0.50 m
b	0.25 m



ESFUERZO NETO DEL SUELO PARA CARGA CON SISMO

$$\sigma_n = 1.33 \text{ kg/cm}^2$$

CONDICIONES DE CARGA

CONDICION EN SERVICIO

PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L)

$$\begin{aligned} P &= 39.14 \text{ tn} \\ MX &= 0.27 \text{ tn-m} \\ MY &= 0.03 \text{ tn-m} \end{aligned}$$

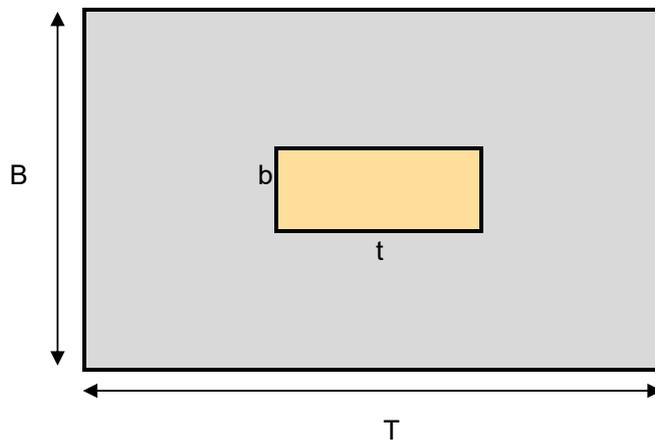
SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX)

$$\begin{aligned} P &= 39.61 \text{ tn} \\ MX &= 0.40 \text{ tn-m} \\ MY &= 0.92 \text{ tn-m} \end{aligned}$$

TERCERA CONDICION DE CARGA (D,L,SY)

$$\begin{aligned} P &= 39.23 \text{ tn} \\ MX &= 1.58 \text{ tn-m} \\ MY &= 0.20 \text{ tn-m} \end{aligned}$$

DISEÑO EN PLANTA DE LA ZAPATA



$$\begin{aligned} T &= 2.20 & AZ &= 4.29 \text{ m}^2 \\ B &= 1.95 \end{aligned}$$

VERIFICACION PARA PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L) A SERVICIO

$$\sigma_x = \frac{P}{A} \pm \frac{6.M}{B.T^2}$$

$$\sigma_t = 9.32 \text{ tn/m}^2 < 10.20 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX) A SERVICIO

$$\sigma_t = 10.15 \text{ tn/m}^2 < 13.26 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L,SY) A SERVICIO

$$\sigma_t = 10.30 \text{ tn/m}^2 < 13.26 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L) ULTIMA

$$\sigma_u = 9.32 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX) ULTIMA

$$\sigma_u = 12.68 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L,SX) ULTIMA

$$\sigma_u = 12.68 \text{ tn/m}^2$$

DISEÑO EN ELEVACION DE LA ZAPATA

DISEÑO DE PERALTE POR PUNZONAMIENTO

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c$$

$$V_c = 0.27 x \left(2 + \frac{a_s x d}{b_o} \right) x \sqrt{f'c} x b_o x d$$

$$\beta_c = \frac{D. \text{ mayor}}{D. \text{ menor}}$$

$$\beta_c = 2.00$$

$$d = 0.18 \text{ m}$$

DISEÑO DE PERALTE POR CORTANTE

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{1}{\phi} \{(Wu * S)(m - d)\}$$

$$V_c = 0.53 x \sqrt{f'c} x b x d$$

d =

PERALTE ASUMIDO

d =

DISEÑO POR FLEXION LONGITUDINAL

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

0.51 m

Mu = 4.58 tn/m²

As = 2.39 cm²

As min = 0.0018 bd = 9.17 cm²

As = 9.17 cm² ø 5/8" @ 0.20

DISEÑO POR FLEXION TRANSVERSAL

At = As.b = 20.16 cm² ø 5/8" @ 0.20

T / B = 1.13 m

DISEÑO DE CIMENTACIÓN**DISEÑO DE LA ZAPATA MEDIANERA****CARGAS ACTUANTES**

	P	MX	MY
CARGA MUERTA	27.41 tn	0.31 tn-m	0.02 tn-m
CARGA VIVA	8.08 tn	0.11 tn-m	0.01 tn-m
SISMO X	0.56 tn	0.12 tn-m	0.89 tn-m
SISMO Y	0.16 tn	1.02 tn-m	0.16 tn-m

DATOS GENERALES

	P
sadmisible	1.02 kg/cm ²
f'c (zapata)=	210.00 kg/cm ²
fy=	4,200.00 kg/cm ²

COL.	DIMENSIONES
t	0.50 m
b	0.25 m

ESFUERZO NETO DEL SUELO PARA CARGA CON SISMO

$$\sigma_n = \sigma_n \times 1.3$$

$$\sigma_n = 1.33 \text{ kg/cm}^2$$

CONDICIONES DE CARGA**CONDICION EN SERVICIO****PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L)**

P=	35.49 tn
MX=	0.42 tn-m
MY=	0.04 tn-m

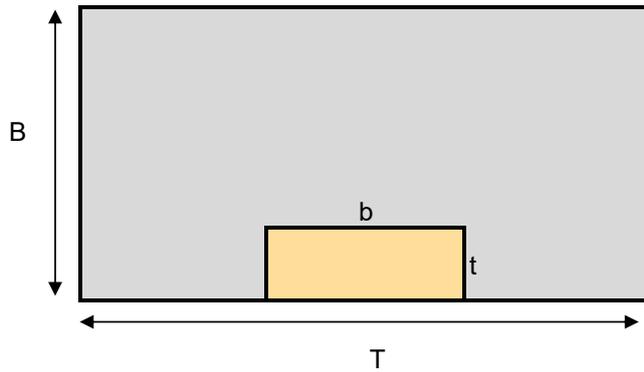
SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX)

P=	36.05 tn
MX=	0.54 tn-m
MY=	0.92 tn-m

TERCERA CONDICION DE CARGA (D,L,SY)

P=	35.65 tn
MX=	1.44 tn-m
MY=	0.20 tn-m

DISEÑO EN PLANTA DE LA ZAPATA



$$\begin{array}{l} T = 2.20 \\ B = 1.95 \end{array} \quad \begin{array}{l} AZ = \\ 4.29 \text{ m}^2 \end{array}$$

VERIFICACION PARA PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L) A SERVICIO

$$\sigma_x = \frac{P}{A} \pm \frac{6 \cdot M}{B \cdot T^2}$$

$$\sigma_t = 8.57 \text{ tn/m}^2 < 10.20 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX) A SERVICIO

$$\sigma_t = 9.41 \text{ tn/m}^2 < 13.26 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L,SY) A SERVICIO

$$\sigma_t = 9.37 \text{ tn/m}^2 < 13.26 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L) ULTIMA

$$\sigma_u = 8.57 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX) ULTIMA

$$\sigma_u = 11.76 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L,SX) ULTIMA

$$\sigma_u = 11.76 \text{ tn/m}^2$$

DISEÑO EN ELEVACION DE LA ZAPATA

DISEÑO DE PERALTE POR PUNZONAMIENTO

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c$$

$$V_c = 0.27 x \left(2 + \frac{as x d}{bo}\right) x \sqrt{f'c} x bo x d$$

$$\beta c = \frac{D. mayor}{D. menor}$$

$$\beta c = 2.00$$

$$d = 0.17 \text{ m}$$

DISEÑO DE PERALTE POR CORTANTE

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{1}{\phi} \{ (Wu * S)(m - d) \}$$

$$V_c = 0.53 x \sqrt{f'c} x b x d$$

$$d = 0.13 \text{ m}$$

PERALTE ASUMIDO

$$d = 0.60 \text{ m}$$

DISEÑO POR FLEXION LONGITUDINAL

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$d = d - rec - \phi A_s = 0.51 \text{ m}$$

$$M_u = 4.25 \text{ tn/m}^2$$

$$A_s = 2.22 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0.0018 \text{ bd} = 9.17 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 9.17 \text{ cm}^2 \quad \phi 5/8" @ 0.20$$

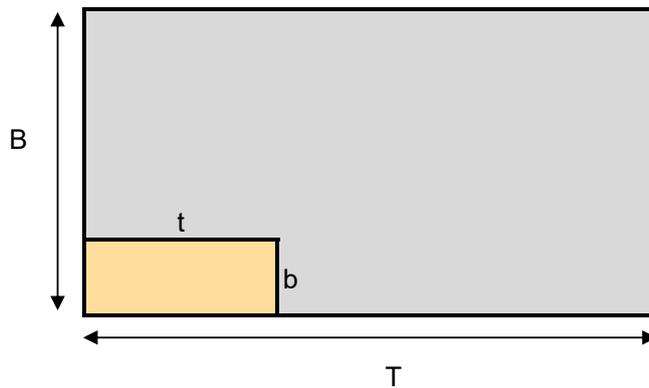
DISEÑO POR FLEXION TRANSVERSAL

$$A_t = A_s \cdot b = 20.16 \text{ cm}^2 \quad \phi 5/8" @ 0.20$$

$$T / B = 1.13 \text{ m}$$

DISEÑO DE CIMENTACIÓN			
DISEÑO DE LA ZAPATA ESQUINERA			
	P	MX	MY
CARGA MUERTA	22.40 tn	0.26 tn-m	0.01 tn-m
CARGA VIVA	4.47 tn	0.01 tn-m	0.03 tn-m
SISMO X	0.76 tn	0.41 tn-m	0.82 tn-m
SISMO Y	0.12 tn	1.22 tn-m	0.15 tn-m
DATOS GENERALES			
	P		
sadmisible	1.02 kg/cm ²		
f'c (zapata)=	210.00 kg/cm ²		
fy=	4,200.00 kg/cm ²		
CONDICIONES DE CARGA			
CONDICION EN SERVICIO			
PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L)			
P=	26.87 tn		
MX=	0.27 tn-m		
MY=	0.04 tn-m		
SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX)			
P=	27.63 tn		
MX=	0.68 tn-m		
MY=	0.86 tn-m		
TERCERA CONDICION DE CARGA (D,L,SY)			
P=	26.99 tn		
MX=	1.49 tn-m		
MY=	0.19 tn-m		

DISEÑO EN PLANTA DE LA ZAPATA



$$\begin{array}{l} T = 2.20 \\ B = 1.95 \end{array} \quad AZ = 4.29 \text{ m}^2$$

VERIFICACION PARA PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L) A SERVICIO

$$\sigma_x = \frac{P}{A} \pm \frac{6.M}{B.T^2}$$

$$\sigma_t = 6.47 \text{ tn/m}^2 < 10.20 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX) A SERVICIO

$$\sigma_t = 7.50 \text{ tn/m}^2 < 13.26 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L,SY) A SERVICIO

$$\sigma_t = 7.38 \text{ tn/m}^2 < 13.26 \text{ tn/m}^2 \text{ OK}$$

VERIFICACION PARA PRIMERA CONDICION DE CARGA (D, L) ULTIMA

$$\sigma_u = 6.47 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L, SX) ULTIMA

$$\sigma_u = 9.37 \text{ tn/m}^2$$

VERIFICACION PARA SEGUNDA CONDICION DE CARGA (D,L,SX) ULTIMA

$$\sigma_u = 9.37 \text{ tn/m}^2$$

DISEÑO EN ELEVACION DE LA ZAPATA

DISEÑO DE PERALTE POR PUNZONAMIENTO

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c$$

$$V_c = 0.27 \times \left(2 + \frac{\alpha_s \times d}{b_o}\right) \times \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$\beta_c = \frac{D. \text{ mayor}}{D. \text{ menor}}$$

$$\beta_c = 2.00$$

$$d = 0.14 \text{ m}$$

DISEÑO DE PERALTE POR CORTANTE

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{1}{\phi} \{ (W_u * S)(m - d) \}$$

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$d = 0.11 \text{ m}$$

PERALTE ASUMIDO

$$d = 0.60 \text{ m}$$

DISEÑO POR FLEXION LONGITUDINAL

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$d = d - rec - \phi A_s = 0.51 \text{ m}$$

$$M_u = 3.38 \text{ tn/m}^2$$

$$A_s = 1.77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \text{ bd} = 9.17 \text{ cm}^2$$

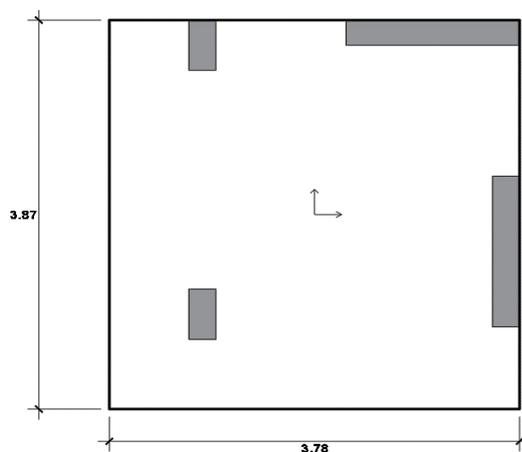
$$A_s = 9.17 \text{ cm}^2 \quad \phi 5/8" @ 0.20$$

DISEÑO POR FLEXION TRANSVERSAL

$$A_t = A_s \cdot b = 20.16 \text{ cm}^2 \quad \phi 5/8" @ 0.20$$

$$T / B = 1.13 \text{ m}$$

DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA



Col.1			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	16.45	0.54	0.3
Carga viva	4.02	0.12	0.08

Placa 1			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	9.825	0.33	0.06
Carga viva	1.98	0.12	0.02

Placa 2			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	17.76	0.02	0.39
Carga viva	4.79	0.06	0.02

Col.2			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	38.42	0.49	0.64
Carga viva	12.76	0.16	0.05

DATOS

COLUMNA	P _D (ton)	P _L (ton)	P _u
1	16.45	4.02	20.47
2	38.42	12.76	51.18
PLACA	P _D (ton)	P _L (ton)	P _u
1	9.825	1.98	11.805
2	17.76	4.79	22.55

82.455	23.55	106.005
--------	-------	---------

METODO DE DISEÑO

t= 60 cm.

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{3K_s}{Et^3}}$$

$$E=15000 \cdot \sqrt{F'c}$$

$$\lambda = 0.002827 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 0.003240 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1.75}{\lambda} = 5.401$$

Se debe cumplir la siguiente condición:
 $1.75/\lambda < Lc$

$$A = B \cdot L = 14.6286 \text{ m}^2$$

$$B = 3.78 \text{ m.}$$

$$L = 3.87 \text{ m.}$$

PRESIONES DEL SUELO

$$\sigma = 1.02 \text{ kg/cm}^2$$

2.- ESFUERZOS ACTUANTES EN LA ZAPATA

$$X' = \frac{\sum P_i X_i}{P_i} \quad ex = X' - B/2$$

$$X' = 169.17 \text{ cm.}$$

$$X = 169 \text{ cm.}$$

$$Y' = \frac{\sum P_i Y_i}{P_i}$$

$$ex = -20 \text{ cm.}$$

$$Y' = 190.45 \text{ cm.}$$

$$Y' = 190 \text{ cm.}$$

$$ey = Y' - L/2$$

$$ey = -3.5 \text{ cm.}$$

Entonces :

$$\sigma = (Pu/a) + - (MyX / ly) + - (MxY / lx)$$

Donde :

$$Pu = 155472 \text{ kg.}$$

MxY

$$-544152$$

Myx

$$-3109440$$

$$lx = BL^3/12 = 18.25759$$

$$lx = 18.2576 \text{ m}^4 \quad 2 \text{ IZQ}$$

$$ly = LB^3/12 = 17.418274$$

$$ly = 17.4183 \text{ m}^4 \quad 3 \text{ IZ}$$

ENTONCES:

$$\sigma = \frac{155472}{(378)(387)} + - \frac{3109440x}{0.01742 \cdot 10^{11}} + - \frac{544152y}{0.1826 \cdot 10^{10}}$$

$$\sigma = 1.063 + - 0.00178x + - 0.000298y$$

$$Pu/A = 1.0628$$

$$Pu/A = 1.063$$

3.-PRESIONES SOBRE EL TERRENO PARA LA ZAPATA COMBINADA

PUNTOS	Pu/A	X(cm.)	0.00178X	Y(cm.)	0.000298Y	$\sigma(\text{kg/cm}^2)$	$\sigma \leq qn$
A	1.063	-189	-0.336	194	-0.058	0.669	ok
B	1.063	-31	-0.055	194	-0.058	0.950	ok
C	1.063	189	-0.336	194	-0.058	0.669	ok
D	1.063	189	-0.336	103	-0.031	0.696	ok
E	1.063	189	-0.336	-194	0.058	0.784	ok
F	1.063	37	-0.066	-194	-0.058	0.939	ok
G	1.063	-189	-0.336	-194	0.058	0.784	ok
H	1.063	-189	-0.336	35	-0.010	0.716	ok

5.-CORTE POR PUNZONAMIENTO

Columna	Perímetro crítico(b_0)	Área crítica(A_0)
C1	3	0.5625
C2	3.5	0.75
PL1	4.7	0.925
PL2	5	1
	16.2	3.2375

Calculo de resistencia requerida (V_u):

$$V_u = \sigma_u (A_{\text{total}} - A_0)$$

$$V_u = 116.18922 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \sqrt{f'c} (b_0 d)$$

$$\phi V_c = 1561.7975$$

$$\phi V_c = \phi 0.27 \left(\frac{a_s d}{b_0} + 2\right) \sqrt{f'c} (b_0 d)$$

$$\phi V_c = 746.63558 \text{ tn}$$

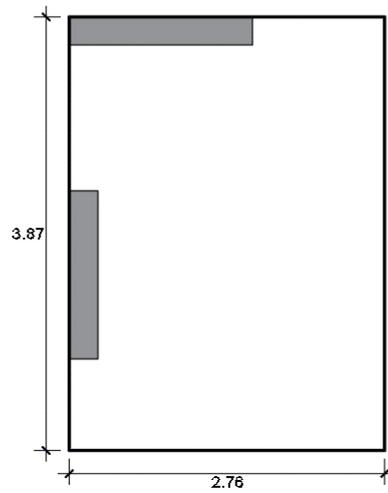
$$\phi V_c = 954.49627 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi 1.06 \sqrt{f'c} (b_0 d)$$

$$\phi V_c = 1057.5952 \text{ tn}$$

$$\phi V_c > V_u$$

DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA



Placa 1			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	13.065	0.46	0.04
Carga viva	2.952	0.22	0.01

Placa 2			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	21.42	0.12	0.45
Carga viva	6.42	0.05	0.02

PLACA	P _D (ton)	P _L (ton)	P _u
1	13.065	2.952	16.017
2	21.42	6.42	27.84

34.485	9.372	43.857
--------	-------	--------

METODO DE DISEÑO

t= 60 cm.

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{3K_s}{Et^3}}$$

$$E = 15000 \cdot \sqrt{F'c}$$

$$\lambda = 0.003240 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1.75}{\lambda} = 5.401$$

$$Lc = 5.4$$

$$Lc = 4.5$$

Se debe cumplir la siguiente condición:
 $1.75/\lambda < Lc$

$$A = B \cdot L = 10.6812 \text{ m}^2$$

$$B = 2.76 \text{ m.}$$

$$L = 3.87 \text{ m.}$$

PRESIONES DEL SUELO

$$\sigma = 1.02 \text{ kg/cm}^2$$

2.- ESFUERZOS ACTUANTES EN LA ZAPATA

$$X' = \frac{\sum P_i X_i}{P_i} \quad ex = X' - B/2$$

$$X = 154.37 \text{ cm.}$$

$$X = 154 \text{ cm.}$$

$$Y' = \frac{\sum P_i Y_i}{P_i}$$

$$ex = 16 \text{ cm.}$$

$$Y' = 180.15 \text{ cm.}$$

$$Y' = 180 \text{ cm.}$$

$$ey = Y' - L/2$$

$$ey = -13.5 \text{ cm.}$$

Entonces :

$$\sigma = (Pu/a) + - (MyX / ly) + - (MxY / lx)$$

Donde :

$$Pu = 64211.4 \text{ kg.}$$

MxY

Myx

$$-866853.9 \quad 1027382.4$$

$$lx = BL^3/12 = 13.33093869$$

$$lx = 13.3309 \text{ m}^4$$

$$ly = LB^3/12 = 6.78042576$$

$$ly = 6.7804 \text{ m}^4$$

ENTONCES:

$$\sigma = \frac{64211.4}{(378)(276)} + - \frac{802048x}{0.1333 \cdot 10^{11}} + - \frac{175448y}{0.1826 \cdot 10^{10}}$$

$$\sigma = 0.6012 + - 0.0006017x + - 0.000368y$$

$$Pu/A = 0.6012$$

$$Pu/A = 0.469$$

3.-PRESIONES SOBRE EL TERRENO PARA LA ZAPATA COMBINADA

PUNTOS	Pu/A	X(cm.)	0.00178X	Y(cm.)	0.000298Y	$\sigma(\text{kg/cm}^2)$	$\sigma \leq q_n$
A	1.063	-189	0.336	194	-0.058	0.748	ok
B	1.063	-31	-0.055	194	-0.058	0.356	ok
C	1.063	189	0.336	194	-0.058	0.748	ok
D	1.063	189	0.336	103	0.031	0.836	ok
E	1.063	189	-0.336	-194	0.058	0.190	ok
F	1.063	37	-0.066	-194	-0.058	0.345	ok
G	1.063	-189	0.336	-194	0.058	0.863	ok
H	1.063	-189	0.336	35	-0.010	0.795	ok

5.-CORTE POR PUNZONAMIENTO

Columna	Perímetro crítico(bo)	Área crítica(Ao)
PL1	4.7	0.925
PL2	5.12	1.24
	9.82	2.165

Calculo de resistencia requerida (Vu):

$$V_u = \sigma_u (A_{\text{total}} - A_o)$$

$$V_u = 127.1287 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \sqrt{f'c} (b_o d)$$

$$\phi V_c = 777.75097$$

$$\phi V_c = \phi 0.27 \left(\frac{a_s d}{b_o} + 2\right) \sqrt{f'c} (b_o d)$$

$$\phi V_c = 534.45139 \text{ tn}$$

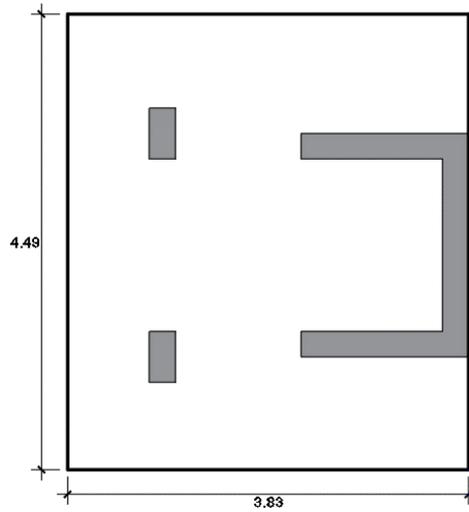
$$\phi V_c = 742.31208 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi 1.06 \sqrt{f'c} (b_o d)$$

$$\phi V_c = 641.08547 \text{ tn}$$

$$\phi V_c > V_u$$

DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA



Col. 1			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	22.15	0.68	0.14
Carga viva	6.29	0.1	0.02

Placa 1			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	35.47	0.85	0.04
Carga viva	12.54	0.06	0.03

Col. 2			
	P (ton)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Carga muerta	31.8	0.58	0.89
Carga viva	10.7	0.26	0.04

COLUMNA	P _D (ton)	P _L (ton)	P _u
1	22.15	6.29	28.44
2	31.8	10.7	42.5
PLACA	P _D (ton)	P _L (ton)	P _u
1	35.47	12.54	48.01

89.42	29.53	118.95
-------	-------	--------

METODO DE DISEÑO

t= 60 cm.

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{3K_s}{Et^3}}$$

$$E=15000 \cdot \sqrt{F'c}$$

$$\lambda = 0.002827 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 0.003240 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1.75}{\lambda} = 5.401$$

$$Lc = 5.4$$

$$Lc = 4.5$$

Se debe cumplir la siguiente condición:
 $1.75/\lambda < Lc$

$$A = B \cdot L = 17.1967 \text{ m}^2$$

$$B = 4.49 \text{ m.}$$

$$L = 3.83 \text{ m.}$$

PRESIONES DEL SUELO

$$\sigma = 1.02 \text{ kg/cm}^2$$

2.- ESFUERZOS ACTUANTES EN LA ZAPATA

$$X' = \frac{\sum P_i X_i}{P_i} \quad ex = X' - B/2$$

$$X' = 176.26 \text{ cm.}$$

$$X = 176 \text{ cm.}$$

$$Y' = \frac{\sum P_i Y_i}{P_i}$$

$$ex = -15.5 \text{ cm.}$$

$$Y' = 210.34 \text{ cm.}$$

$$Y' = 210 \text{ cm.}$$

$$ey = Y' - L/2$$

$$ey = -14.5 \text{ cm.}$$

Entonces :

$$\sigma = (Pu/a) + - (MyX / ly) + - (MxY / lx)$$

Donde :

$$Pu = 175389 \text{ kg.} \quad \begin{matrix} MxY & Myx \\ -2543141 & -2718530 \end{matrix}$$

$$lx = BL^3/12 = 28.890599$$

$$lx = 18.2576 \text{ m}^4$$

$$ly = LB^3/12 = 21.021389$$

$$ly = 17.4183 \text{ m}^4$$

ENTONCES:

$$\sigma = \frac{175389}{(449)(383)} + - \frac{2718530x}{0.01742 \cdot 10^{11}} + - \frac{2543140y}{0.1826 \cdot 10^{10}}$$

$$\sigma = 1.0198 + - 0.00156x + - 0.00139y$$

$$Pu/A = 1.0199$$

$$Pu/A = 1.020$$

3.-PRESIONES SOBRE EL TERRENO PARA LA ZAPATA COMBINADA

PUNTOS	Pu/A	X(cm.)	0.00178X	Y(cm.)	0.000298Y	$\sigma(\text{kg/cm}^2)$	$\sigma \leq q_n$
A	1.063	-189	-0.336	194	-0.058	0.626	ok
B	1.063	-31	-0.055	194	-0.058	0.907	ok
C	1.063	189	-0.336	194	-0.058	0.626	ok
D	1.063	189	-0.336	103	-0.031	0.653	ok
E	1.063	189	-0.336	-194	0.058	0.741	ok
F	1.063	37	-0.066	-194	-0.058	0.896	ok
G	1.063	-189	-0.336	-194	0.058	0.741	ok
H	1.063	-189	-0.336	35	-0.010	0.673	ok

5.-CORTE POR PUNZONAMIENTO

Columna	Perimetro crítico(b_0)	Área crítica(A_0)
C1	3.45	0.655
C2	3.5	0.75
PL1	4.7	0.925
	11.65	2.33

Calculo de resistencia requerida (V_u):

$$V_u = \sigma_u (A_{\text{total}} - A_0)$$

$$V_u = 125.44572 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \sqrt{f'_c} (b_0 d)$$

$$\phi V_c = 1029.0354$$

$$\phi V_c = \phi 0.27 \left(\frac{a_s d}{b_0} + 2\right) \sqrt{f'_c} (b_0 d)$$

$$\phi V_c = 595.313 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = 803.17369 \text{ tn}$$

$$\phi V_c = \phi 1.06 \sqrt{f'_c} (b_0 d)$$

$$\phi V_c = 760.55455 \text{ tn}$$

$$\phi V_c > V_u$$

ANEXO 8
INFORME TÉCNICO Y ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE
CIMENTACIÓN

INFORME TECNICO Y ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO



PROYECTO:
“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”

SOLICITA:

DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ

UBICACIÓN:

DIRECCION	: DOS DE MAYO 1588
DISTRITO	: HUANUCO
PROVINCIA	: HUANUCO
REGIÓN	: HUANUCO

EJECUTADO:
LABORTEC E.I.R.L.

TECNICO ESPECIALISTA:
ELIO AUGUSTO SAAVEDRA CABRERA

AGOSTO DEL 2021

ANEXO 9

PLANOS

Se presentan los planos siguientes:

- A-01: ARQUITECTURA - PLANTA DISTRIBUCIÓN
- A-02: ARQUITECTURA - CORTES
- E-01: ESTRUCTURAS - CIMENTACIÓN
- E-02: ESTRUCTURAS - ALIGERADOS
- E-03: ESTRUCTURAS – VIGAS - DETALLES



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



CONTENIDO

1.- GENERALIDADES

1.1 Introducción

1.2 Objetivos

1.2.1 Características Estructurales de la Obra a cimentar

1.3 Cartografía utilizada

1.4 Metodología

1.5 Ubicación

1.6 Características Estructurales de la Obra a Cimentar

2.- GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

2.1 Geología

2.2 Sismicidad

3.- INVESTIGACIONES DE CAMPO

3.1 Muestreo de Suelo

4.- ENSAYOS DE LABORATORIO

4.1 Ensayos Estándar

5.- PERFILES ESTRATIGRAFICOS

6.- ANALISIS DE LA CIMENTACIÓN

6.1 Profundidad de Cimentación.

6.2 Tipo de Cimentación.

6.3 Cálculo y análisis de la capacidad Portante.

6.4 Cálculo de Asentamientos.

7.- AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- REFERENCIAS
- ANEXO I REGISTRO DE EXCAVACIONES
- ANEXO II PERFILES ESTRATIGRAFICOS
- ANEXO III ENSAYOS DE LABORATORIO
- PANEL FOTOGRAFICO



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. INTRODUCCION

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo para la evaluación geotécnica del proyecto: **“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”**.

Ubicado en el Jr. Dos de Mayo 1588, distrito, provincia 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 OBJETIVOS

El objetivo general del Estudio de Suelos y análisis de la configuración estratigráfica del proyecto: **“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”**, es realizar la prospección geológica-geotécnica del área en estudios, a fin de determinar las características físico-mecánicas, químicas de los suelos y la profundidad del nivel freático, también determinar la estratigrafía general del terreno.

Son objetivos específicos del estudio:

- ✓ Inferir el perfil estratigráfico del suelo, con la finalidad de auscultar el tipo de terreno o material; y realizar el muestreo correspondiente.
- ✓ Determinar, en campo y laboratorio, las características físico-mecánicas de las muestras de suelos área del proyecto.
- ✓ Interpretar resultados y recomendar o definir, la capacidad portante de las estructuras a realizar.

1.2.1 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 I más exigente que el II y éste que el III.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**TABLA - TIPO DE EDIFICACIÓN PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN**

TIPO DE ESTRUCTURA	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 ALBAÑILERIA	<12	II	I	-	-
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	<10	I	-	-	-
BASE DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	I	I	I
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	II	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	>10	III	III	III	II

*Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificara en el tipo de edificación inmediato superior.

Fuente E-050

Por información proporcionada por el "Solicitante" el proyecto presenta las siguientes características:

- número de pisos = 5
- Estructura: Elementos estructurales de concreto armado, pórticos, albañilería.

Por lo que la edificación califica en una categoría "III"

Tabla - Número de puntos de investigación	
Tipo de edificación	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

Fuente E-50

Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, **n** se determinará en función del área techada en planta del primer piso de la misma; 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.

Por información proporcionada por el Solicitante a cargo del proyecto se tiene que el área total de proyecto es de 168.72 m².

Numero de calicatas = $168.72 \text{ m}^2 / 900 \text{ m}^2 = 0.18$ calicatas

Según lo calculado se deberían realizar 0.18 calicatas, pero se realizó un total de una (1) calicata con lo cual cubrimos el requerimiento mínimo de numero de calicatas.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOIng. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

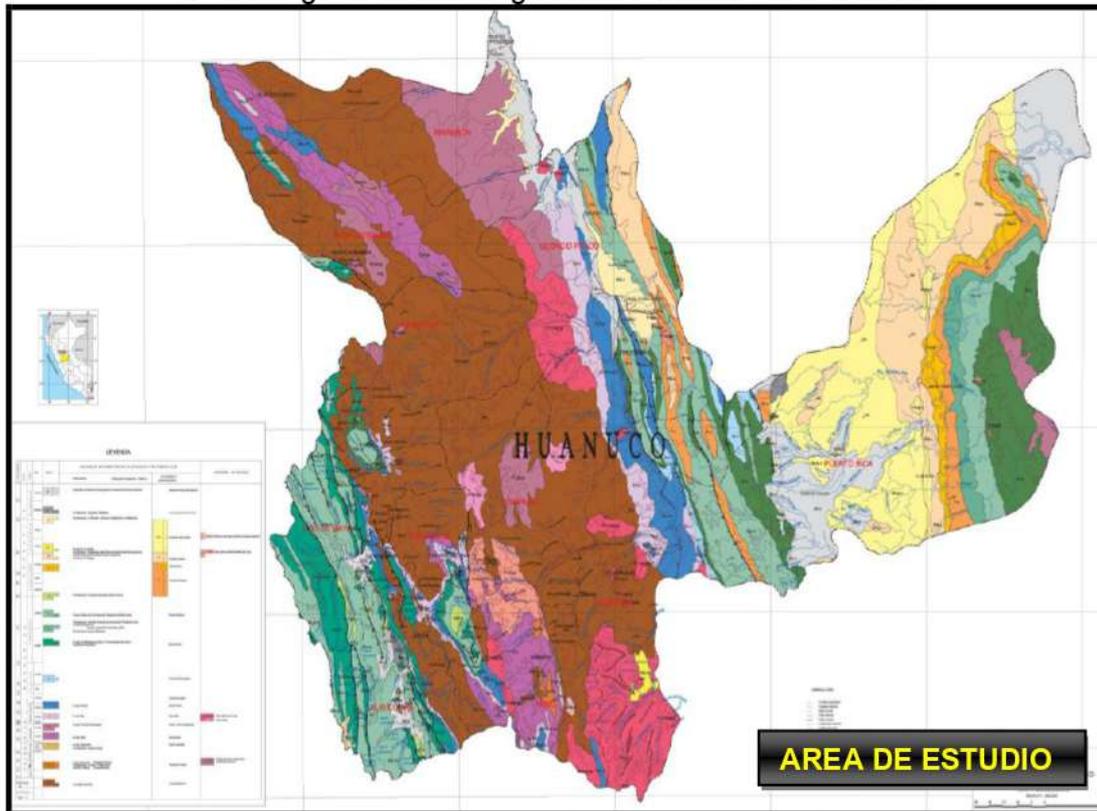
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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

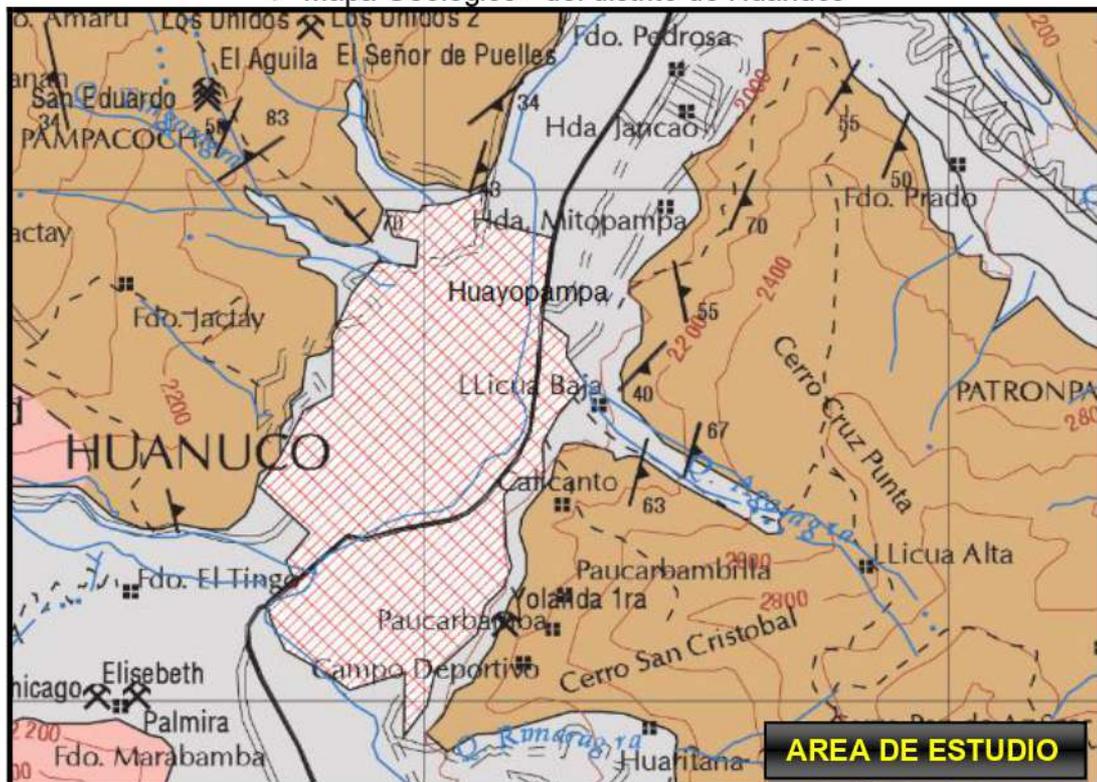


1.3 CARTOGRAFÍA UTILIZADA

❖ Geología del Cuadrángulo de Huánuco - INGEMMET.



❖ Mapa Geológico - del distrito de Huánuco



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 verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajalón Jaramillo
CIP N° 169667



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 Vial - del Distrito de Huánuco.



1.4 METODOLOGÍA

El programa de trabajo consistió en:

- ❖ Recopilación y evaluación de la información existente.
- ❖ Prospección geológica – geotécnica de la zona.
- ❖ Ubicación y ejecución de calicatas o pozos exploratorios.
- ❖ Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- ❖ Realización de ensayos de campo y laboratorio.
- ❖ Análisis y evaluación de la información recopilada - determinación del perfil estratigráfico.
- ❖ Trabajo de gabinete. Elaboración del Informe.

1.5 UBICACIÓN

Se encuentra localizado en la parte Central de la provincia y Sur-Oeste de la región del mismo título, enmarcado en la excelente Cuenca Alta del río Huallaga, que lo atraviesa de Sur a Norte. Así, altimétricamente está a 1,890 m. que corresponde al valle del distrito, y 3,450 m. de elevación, donde sobresalen sus cumbres más altas. La capital Huánuco.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



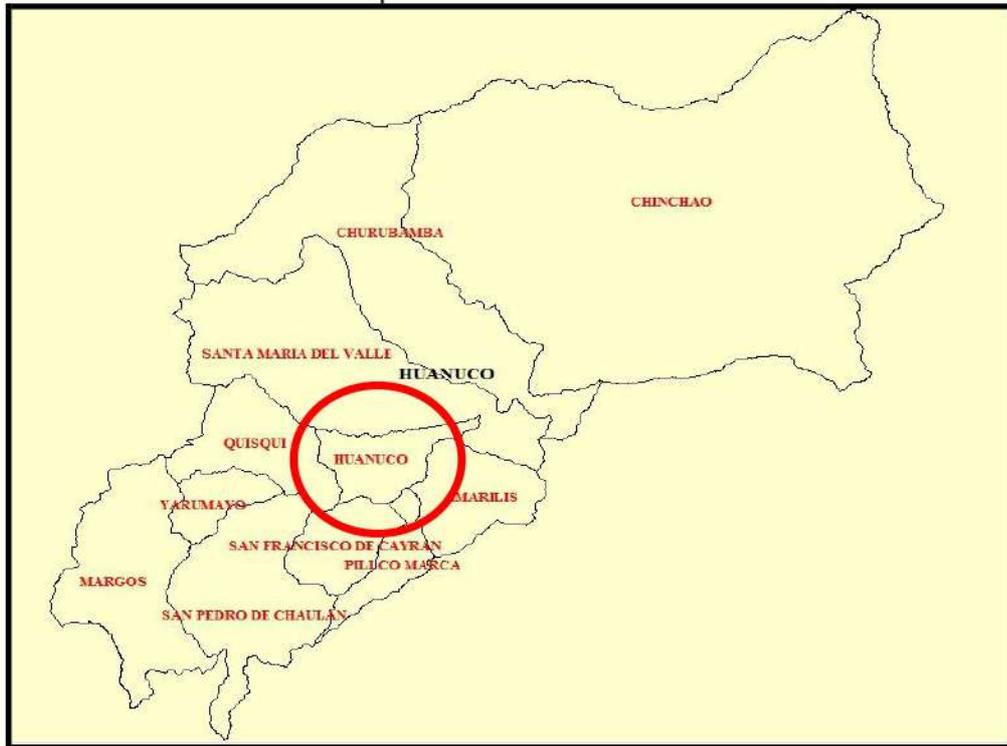
LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



❖ Mapa Provincial de Huánuco.



El distrito de Huánuco presenta los siguientes límites:

Por el Norte con el Distrito de Santa María del Valle.

Por el Sur con el distrito de Cayran y Pillco Marca.

Por el Oeste con los distritos de Quisqui.

Por el Este, con el distrito de Amarilis y El Valle.

Se dio nacimiento por Ley el 04-11-1823, como provincia de Huánuco, con su capital la ciudad del mismo nombre.

El término provincial de Huánuco consta de una accidentada sección de la cuenca del río Huallaga de 4 mil kilómetros cuadrados que comprende una porción mayor de sierra y una menor de ceja de selva al noreste. Las zonas más altas se encuentran en los extremos suroeste y noroeste, cercanos a la divisoria de aguas con la cuenca del Marañón. El mencionado río Huallaga ingresa desde el límite oriental con la provincia de Ambo con sentido norte y cambia de dirección hacia el oeste, formando el valle donde se emplaza la capital departamental. El río dibuja el límite con la provincia de Pachitea al sur y vuelve a cambiar su recorrido retomando sentido norte. En adelante cruza el extremo noreste del departamento, ya en zona de selva, y cruza la frontera con la provincia de Leoncio Prado. Los tributarios de la margen izquierda han formado quebradas alineadas paralelamente, entre estos cauces destacan los de los ríos Higueras y Quera. Su capital es Huánuco, ubicado dentro de la región Semi fluvial está a una altitud de 1894 m.s.n.m.

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



Elio Augusto Saavedra C.

TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo

CIP N° 169667



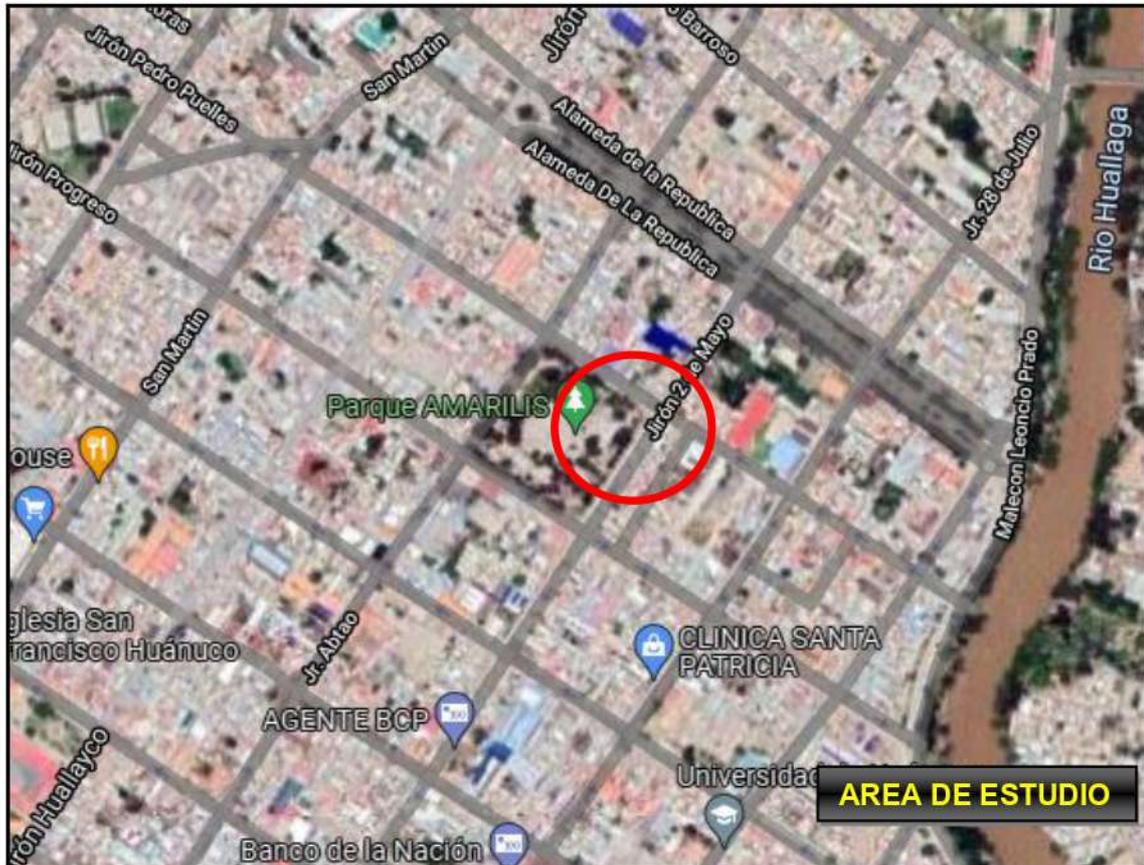
LABORTEC

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 Huánuco tiene una extensión territorial de 112,58 km².



Vista satelital del área de estudios

Por lo que su ubicación del distrito de Huánuco según el Dr. Javier Pulgar Vidal, corresponde a la región:

Región Yunga Pluvial

El Distrito se encuentra ubicada en esta región natural por encontrarse a 1910 m.s.n.m. ya que esta región natural está entre los 500 msnm hasta los 2,300 msnm en los Andes centrales.

Esta región está constituida por las zonas más bajas de los andes en las que podemos observar valles muy estrechos y a la vez profundos. Además, encontramos empinados contrafuertes andinos, que se caracterizan por su escasa vegetación y su clima cálido, aunque ligeramente húmedo y con escasas lluvias durante los meses de verano. Yunga significa "valle cálido". Por su clima primaveral, de radiante sol durante todo el año, la región Yunga es una zona eminentemente frutícola, en donde predomina el cultivo del pacaie, la guayaba, el pepino, la chirimoya, los manzanos, etc.

El clima de la Yunga es templado y seco. La temperatura media fluctúa entre los 11°C y 23°C, es Moderadamente Frígido lluvioso (Cw – clasificación realizada por W. Koppen). El invierno es húmedo, frígido, y caídas de lluvias.

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 verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



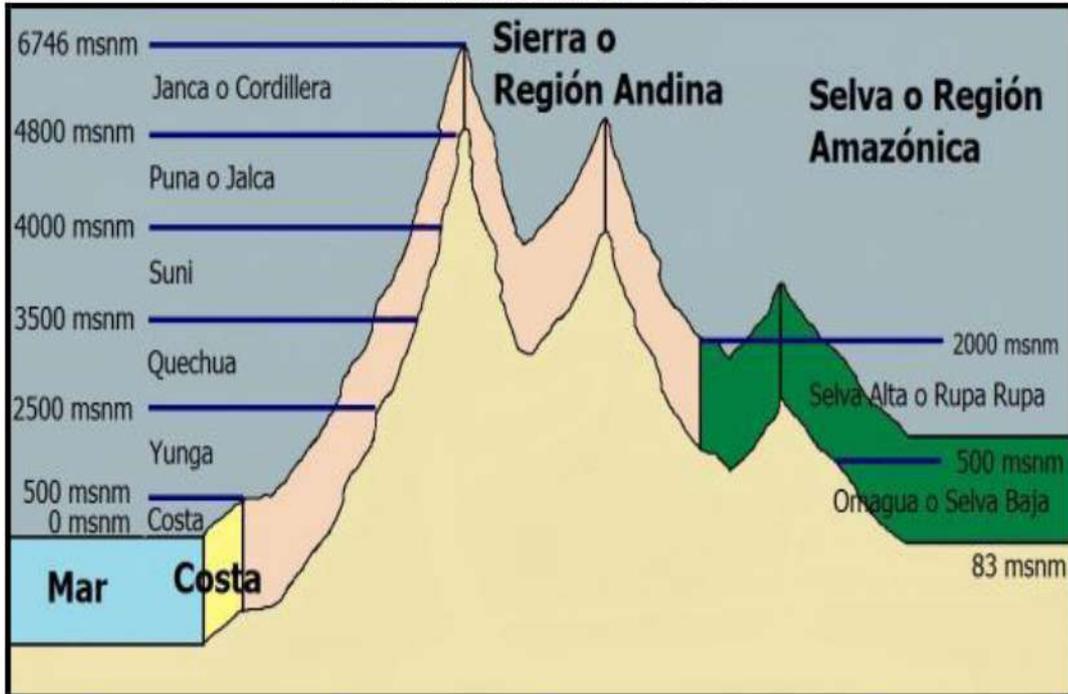
LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



REGIONES NATURALES DEL PERU



1.6 Características Estructurales de la Obra a Cimentar:

Los tipos de edificaciones I, II y III designa la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la investigación de suelos necesaria para cada tipo.

Con los datos proporcionados por el proyectista se clasifico como Tipo III, clasificada como estructuras especiales el cual determina el número de sondajes en función al tipo de estructura y del área de la superficie a ocupar, indicando 1 (sondaje) por cada 900m². A investigar.

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

2.1 GEOLOGIA

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 deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, por efecto aluvial y eólico sobre impuesto por los procesos de geodinámica, que han moldeado el rasgo morfoestructural del área en estudio donde se ubica el proyecto. Los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración, meteorización de las rocas sedimentarias y metamórficas de la era Cenozoica del periodo Cuaternario de la época del Pleistoceno y recientes de los depósitos Aluviales que se encontraba hace muchos millones de años geológicos en áreas cercanas.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



Depósitos Aluviales (Qh – 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 rio Huallaga y en el rio 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 recristalizado 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 afecto el área. Esta deformación se observa en el Plutón de Chacamarca y Tres Alcantarillas.

Complejo Marañón (PE – e)

Las rocas más antiguas aflorantes en la región de Huánuco corresponden al “Complejo del Marañón” descritas por WILSON. J. y REYES L. (1964) en el cuadrángulo de Pataz, y por DALMAYRAC, B. (1977).

La exposición de este complejo en el área de estudio ocupa el 70% de su superficie, siendo reconocida principalmente en las rutas Ambo-Huánuco, Huánuco - Hda Shismay, Huánuco – Macha y Huánuco – Huallanca, en forma sectorizada al Norte y Sur de la carretera a pampas donde es Intrusionada en gran parte por el Batolito de Higueras. Otras ocurrencias son observadas al NE de la Localidad de Tantacoto.

Litologicamente, el Complejo del Marañón se encuentra conformado por esquistos y gneises.

LITOESTRATIGRAFÍA

El área en estudio de los estratos están claramente divididos y se debe a la desintegración que se encontraba hace muchos millones de años, las cuales fueron transportas por diversos factores aluviales y fluviales. Así mismo, la erosión, dándole la configuración actual de su relieve.

Se usó para esta informe información del INGEMMET - cuadrante 20 – k – Huánuco.

TABLA 03 - LEYENDA DEL MAPA GEOLOGICO	
SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS
	FAJA SUBANDINA Y LLANURA AMAZONICA
	DEPOSITO ALUVIALES
	COMPLEJO MARAÑÓN

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

Dirección: Jr. Tarma Nº 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



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

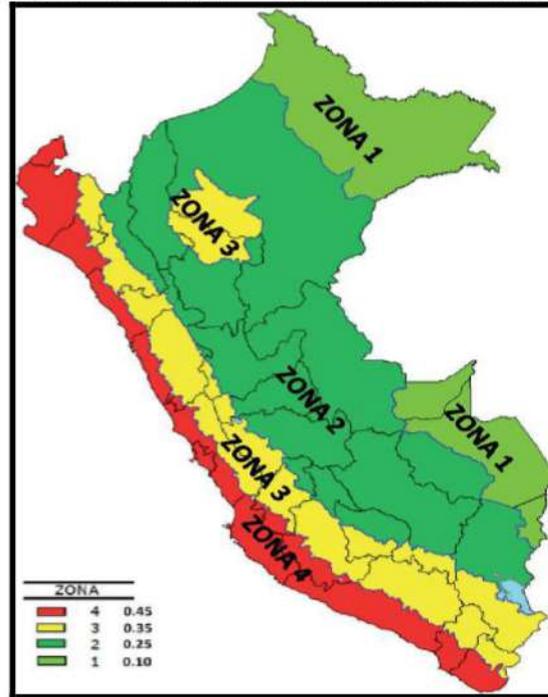
EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



2.2 SISMICIDAD

Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser asísmicos. Por estudio de sitio similares a la micro zonificación, este terreno está ubicada en la **Zona 2**, con factor de zona **Z 0.25**, con el cual serán calculados los parámetros de diseño.

MAPA N° 05 - MAPA - ZONIFICACIÓN SÍSMICA



*Fuente –E-30

Según los Mapas de Zonificación Sísmicas y Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo – Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones E – 030, el Distrito, Provincia y Departamento de Huánuco se encuentra comprendida en la Zona 2 correspondiéndole una sismicidad de intensidad fuerte a Muy fuerte y de grado VI a VII en la escala Mercalli Modificada..

Cuadro N° 02 - 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 2 (S_2) - suelos Intermedios correspondiéndole un valor de $S_2 = 1,20$.



**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**Cuadro N° 03 - 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 a 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:

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

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

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 TL(s) = 2.0 recomendándose para este último un valor de TP(s) = 0.6 segundos.

TABLA N° 04 – 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

El Coeficiente de Reducción se estima en R = 7,5. Si consideramos un edificio de 05 niveles como máximo el valor T es aproximadamente 0,6 seg. Luego el factor de ampliación sísmica que es la respuesta estructural a la aceleración del suelo, se puede estimar en: C = 2,0.

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de ampliación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right) ; C < 2,5$$

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



T es el período. Como periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo.

3. INVESTIGACIONES EN CAMPO

La técnica empleada para el presente estudio está según Norma Técnica ASTM D420 del Reglamento Nacional de Construcciones.

Se excavo un (01) Pozo o calicata a cielo abierto, la cual se profundizo hasta un máximo de 2.00mts.

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 (Hospitales, colegios, edificios, etc.).

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis. Previamente se identificaron los suelos, mediante procedimientos manuales de campo, tales como la dilatancia (reacción de agitación), la resistencia en estado seco (característica de rompimiento).

3.1 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.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



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.

La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación pero es dada, generalmente, por el nivel freático.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo.

b) Muestra 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.

c) Muestra 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.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



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

- **Color:** Se debe indicar el color predominante.
- **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.
- **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.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



- **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.

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por el personal calificado del laboratorio de suelos *LABORTEC* a cargo del *Téc. Elio Augusto Saavedra Cabrera* y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta.

Las 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 *LABORTEC*, 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:

- Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D422)
- Limite Líquido (Norma ASTM D4318)
- Limite Plástico (Norma ASTM D4318)
- Contenido de Humedad (Norma ASTM D2216)
- Peso volumétrico (Norma BS 1377)
- Densidad Natural (Norma ASTM D1556)4.
- Clasificación SUCS.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TÉC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



- Ensayo de corte directo (ASTM D3080)

5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

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

- El terreno estudiado no presenta una diferencia de cotas significativas (anexos perfil estratigráfico).
- Las Excavaciones se realizaron de manera manual hasta encontrar terreno firme.
- De acuerdo al nivel freático no existente en dichas calicatas, el estrato de las mismas varían solo en el contenido de humedad.

Calicata C-1

- De 0.00 a 0.18 m. **PT** – Suelo Disturbado / Material de Relleno.
- De 0.18 a 2.00 m. **M-1 (ML)** – Limo arenoso.

Contenido de Humedad	(%)	15.38
Límite Líquido (LL)	(%)	38
Límite Plástico (LP)	(%)	26
Índice Plástico (IP)	(%)	12
Clasificación (S.U.C.S.)		ML

6. ANALISIS DE LA CIMENTACION

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, del proyecto: **“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”**. Se va a emplear un sistema estructural a porticado y su estructura está conformada por zapatas conectadas con vigas de cimentación.

El concepto estructural de las zapatas conectadas consiste en que, las vigas de conexión toman prestadas parte de las cargas que trae una columna interior; de tal manera que si tomamos el centro de la zapata exterior, los momentos hacia la derecha son iguales a los de la izquierda, de esta manera se consigue que las presiones hacia el terreno sean constantes.

6.1 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: $D_f = 1.60m$.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



6.2 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 e interconectadas mediante vigas de cimientos corridos.

6.3 Cálculo de la Capacidad Portante Admisible C - 01.

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

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic.

De acuerdo a las dimensiones las zapatas aisladas empleadas en los sistemas de diseño, se ha considerado un ancho de cimentación de 1.40 m. para la zapatas cuadradas.

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

Ángulo de fricción interna: $\phi = 23.6^\circ$, y cohesión $c = 0.02 \text{ kg/cm}^2$

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 no 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.

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

$$q_h = C * N_c + \gamma * D_f * N_q + 0.5 * \gamma * B * N$$

Para estos cálculos se tomó en cuenta que el nivel de cimentación de la estructura proyectada será a 1.60m de profundidad con respecto al nivel superficial (0,00m).

a) Zapatas Cuadradas

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

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



- Peso volumétrico seco $(\gamma) = 1.601 \text{ ton/m}^3$
- Ángulo de fricción interna $(\phi) = 23.6 \text{ } \phi'$
- Ángulo de fricción interna $(\phi) = 16.2 \text{ } \phi''$
- Cohesión $(c) = 0.14 \text{ ton/m}^2$
- Ancho de Zapata $(B) = 1.40 \text{ m.}$
- Profundiada de cimentacion $(Df) = 1.60 \text{ m.}$
- Presencia de nivel freatico = NO
- Considerando Falla Local = SI
- Factor de seguridad $(Fs) = 3.0$
- Factores de carga adimensionales :

$$\begin{aligned} Nc' &= 18.01 \\ Nq' &= 8.65 \\ Ny' &= 5.86 \end{aligned}$$

$$qh = 1.3 * 0.14 * 18 + 1.601 * 1.60 * 8.65 + 0.40 * 1.601 * 1.40 * 5.86$$

$$qh = 3.25 + 22.16 + 5.25$$

$$qh = 30.66 \text{ ton/m}^2$$

$$qh = \frac{30.66}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$qh = 10.22 \text{ ton/m}^2$$

$$qh = 1.02 \text{ Kg/cm}^2$$

b) Cimiento Corrido

Aplicando la fórmula 02 de Terzaghi, para cimiento corrido.

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

De los ensayos de laboratorio se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Peso volumétrico seco $(\gamma) = 1.601 \text{ ton/cm}^3$
- Ángulo de fricción interna $(\phi) = 23.6 \text{ } \phi'$
- Cohesión $(c) = 0.14 \text{ ton/cm}^2$
- Ancho de Zapata $(B) = 1.40 \text{ m.}$
- Profundiada de cimentacion $(Df) = 1.60 \text{ m.}$
- Presencia de nivel freatico = NO
- Factor de seguridad $(Fs) = 3.0$
- Factores de carga adimensionales :

$$\begin{aligned} Nc' &= 18.01 \\ Nq' &= 8.65 \\ Ny' &= 5.86 \end{aligned}$$

$$qh = 0.14 * 18 + 1.601 * 1.60 * 8.65 + 0.50 * 1.601 * 1.40 * 5.86$$

$$qh = 2.50 + 22.156 + 6.567$$

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

$$q_h = 31.22 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = \frac{31.22}{3.0} \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 10.41 \text{ ton/m}^2$$

$$q_h = 1.04 \text{ Kg/cm}^2$$

TABLA DE RESULTADOS

El siguiente cuadro muestra los diferentes valores posibles a diferente ancho y profundidad de cimentación de los suelos en el cual se ejecutara el proyecto en estudio.

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)					
PROFUNDIDAD (m)	PARA ZAPATA CUADRADA				
	ANCHO DE LA BASE (m)				
	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
0.60	0.51	0.54	0.56	0.59	0.61
0.80	0.60	0.63	0.65	0.68	0.70
1.00	0.70	0.72	0.75	0.77	0.80
1.20	0.79	0.81	0.84	0.86	0.89
1.40	0.88	0.91	0.93	0.96	0.98
1.60	0.97	1.00	1.02	1.05	1.07
1.80	1.06	1.09	1.11	1.14	1.16
2.00	1.16	1.18	1.21	1.23	1.26
2.20	1.25	1.27	1.30	1.32	1.35
2.40	1.34	1.37	1.39	1.42	1.44
2.60	1.43	1.46	1.48	1.51	1.53

6.4 Cálculo de Asentamientos

Tratándose de un Limo arenoso, 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.

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

Dónde:

▪ Capacidad admisible de carga (ton/m ²)	=	30.66
▪ Ancho de zapata (m)	=	1.40
▪ Módulo de Elasticidad (ton/m ²)	=	3000
▪ Relación de Poison	=	0.30
▪ Factor de Forma L/B (cimentación rígida) (cm/m)	=	82.00
▪ Asentamiento Permisible Rígido (cm)	=	1.068

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOIng. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



Reemplazando valores se obtiene:

$$S_e = 1.068 \text{ cm.}$$

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

Luego:

$$S_e (1.068 \text{ cm}) < 1'' (2.54\text{cm})$$

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:

Recomendamos para el diseño de cimentaciones:

$$Q_{ad.} = 1.02 \text{ Kg/cm}^2$$

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

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

Tipo de Cimentación:

Zapatas cuadradas e interconectadas mediante vigas de cimientos corridos

Estrato de Apoyo de la Cimentación:

ML (Limo arenoso).

Parámetros de diseño:

Df	=	1.60 m.
Qadm.	=	1.02 Kg/cm ²
F.S.	=	3.0
Asent. Difer.	=	1.068 cm.

7. AGRESIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN

La acción química del suelo sobre la estructura puede ocurrir a través del agua subterránea que se filtra; por esta razón se puede presentar un deterioro bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

De los resultados de las muestras obtenidas de las calicata 01, para efectos de este informe se ha seleccionado las muestras representativas de cada calicata teniendo en cuenta la no existencia de nivel freático, obteniendo el siguiente resultado en donde no se encontró ningún tipo de agente químico como sales y sulfatos.

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

**LABORTEC**LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTOEMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO**Calicata 01**

		%	ppm
○ Contenidos de sulfatos	=	0.0796	796.00
○ Contenido de Cloruros	=	0.0548	548.00

Dichos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto y acero, pudiéndose utilizar por lo tanto Cemento Portland tipo I en la fabricación del concreto.

TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA DE PISOS INTERIORES

En el caso de proyectarse pisos interiores de concreto se deberá seguir el siguiente tratamiento: Sub-rasante será escarificada y compactada, retirando las partículas mayores de 2", y otros, en un espesor de 0.15 m., al 95% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo del Próctor Modificado ASTM D-1557.

Una base de afirmado compactado al 100% de la máxima Densidad Seca del Ensayo del Proctor Modificado en un espesor de 0.15 m., que deberá tener las siguientes características:

El material de base llenará los requisitos de Granulometría dados en la tabla siguiente.

TAMAÑO DE LA MALLA TIPO AASHTO T-11 y T-27 (ABERTURA CUADRADA)	Porcentaje en peso que pasa (%)			
	Gradación	Gradación	Gradación	Gradación
	A	B	C	D
2 pulg.	100	100	--	--
1 pulg.	--	75-97	100	100
3/8 pulg.	30-65	40-75	50-85	60-100
N.4-(4.76 mm.)	25-55	30-60	35-65	50-85
N.10-(2.00 mm.)	15-40	20-45	25-50	40-70
N.40-(0.420 mm.)	8-20	15-30	15-30	25-45
N.200-(0.074 mm.)	2-8	5-20	5-15	5-20

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR

Elio Augusto Saavedra C.
ING. LABORATORIO ESPECIALIZADO EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOIng. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



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. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área en estudio se encuentra ubicada en el Jirón 2 de Mayo 1588, distrito, provincia y departamento de Huánuco a una altitud promedio de 1960 m.s.n.m.
 - Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación:
 - **Recomendamos como valor único de diseño Calicata 01 $q_{ad} = 1.02 \text{ Kg/cm}^2$**
 - Se recomienda el uso de Zapatas cuadradas con vigas de cimentación.
 - Se recomienda hacer falsas zapatas a una profundidad de 3m. por contener material gravoso hasta esta profundidad y por el tipo de estructura a construir.
 - Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible.
 - Se recomienda la profundización de la zapata hacia el terreno más estable con la colocación de un solado de concreto ciclópeo.
 - Las muestras de la calicata 01 corresponden a la clasificación de suelos **S.U.C.S ML** (Limo arenoso). No observándose ningún cambio de estratos a lo largo de la excavación.
 - Para la aplicación de las normas sísmo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) debe considerarse al suelo como tipo uno con período predominante $t_s = 0.60$ seg.
 - 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.
- Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al proyecto: **“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021”**, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



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.



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



ANEXOS

- ANEXO I REGISTRO DE EXCAVACIONES
- ANEXO II PERFILES ESTRATIGRAFICOS
- ANEXO III ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



GRANULOMETRIA



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



GRANULOMETRIA C – 01



N° de Servicio: LAB-00202 - 2021

SOLICITANTE: DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021

UBICACION: JIRON DOS DE MAYO 1588, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO

FECHA: 3-Ago-21

Sondeo: C-01

Tipo de Material: Limo arenoso

Muestra: M-1

Condición de la muestra: HUMEDA

Profundidad: 0.00 - 2.00 m.

Código de Informe y ensayo: LAB010921767

Fecha de muestreo: 1-Ago-21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTAMIZADO			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA	TAMICES		Porcentaje que pasa
	Denominación ASTM	Abertura (mm)	
	3 pulg	75.000	100.0
	2 pulg	50.000	100.0
	1 1/2 pulg	37.500	100.0
	1 pulg	25.000	97.0
	3/4 pulg	19.000	96.1
	3/8 pulg	9.500	93.8
	No. 4	4.750	89.8
	No. 10	2.000	82.0
	No. 20	0.850	75.4
	No. 40	0.425	70.2
	No. 60	0.250	63.9
	No. 140	0.106	58.6
	No. 200	0.075	58.1

RESULTADOS DEL ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

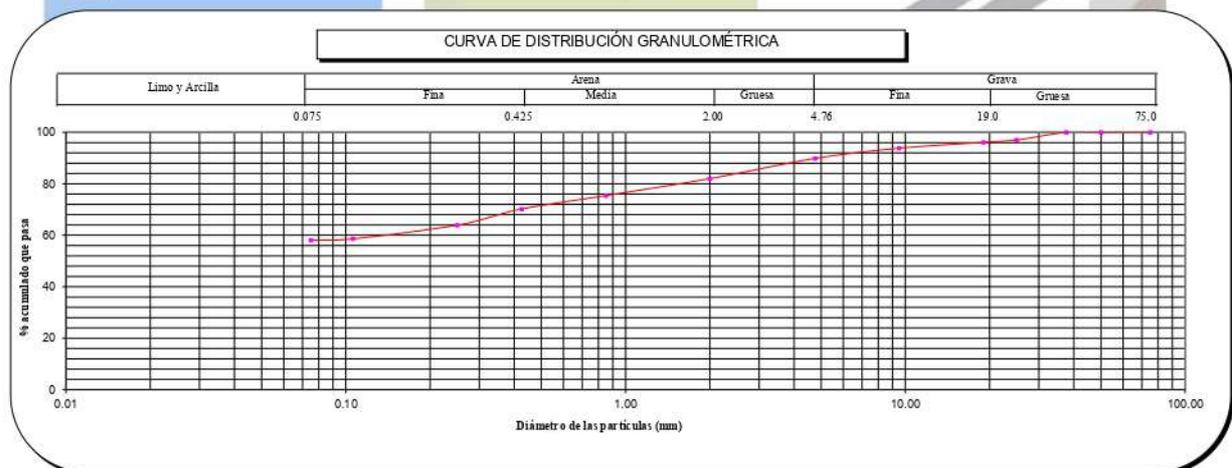
Límite Líquido:	38
Límite Plástico:	26
Índice Plástico:	12



Distribución Granulométrica		
% Grava	Grava Gruesa	3.9 %
	Grava Fina	6.3 %
% Arena	AG%	7.8 %
	AM%	11.8 %
	AF%	12.1 %
% Finos		58.1 %
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)	1 1/2	
Forma del suelo grueso	Redondeada	
Porcentaje retenido en la 3 pulg	0	
Método de lavado Malla No. 200 Según NTP 400.018 (2018)	A	
Coefficiente de Curvatura	---	
Coefficiente de Uniformidad	---	

Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda
Porcentaje retenido aproximado en tamiz No. 40	29.8
Ranurador utilizado en el Límite Líquido	Plano
Equipo de Rolado en el Límite Plástico	Manual

Clasificación (S.U.C.S.)	
ML	Limo arenoso
Clasificación (AASHTO)	
A-6	Índice de Grupo: 6
Descripción (AASHTO):	MALO



Observaciones

Tipo de Preparación para ensayo Clasificación: Vía Húmeda

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo sin la autorización escrita de Labortec EIRL.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio.

El informe de ensayo es un documento "oficial de interés público", su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede constituir, por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

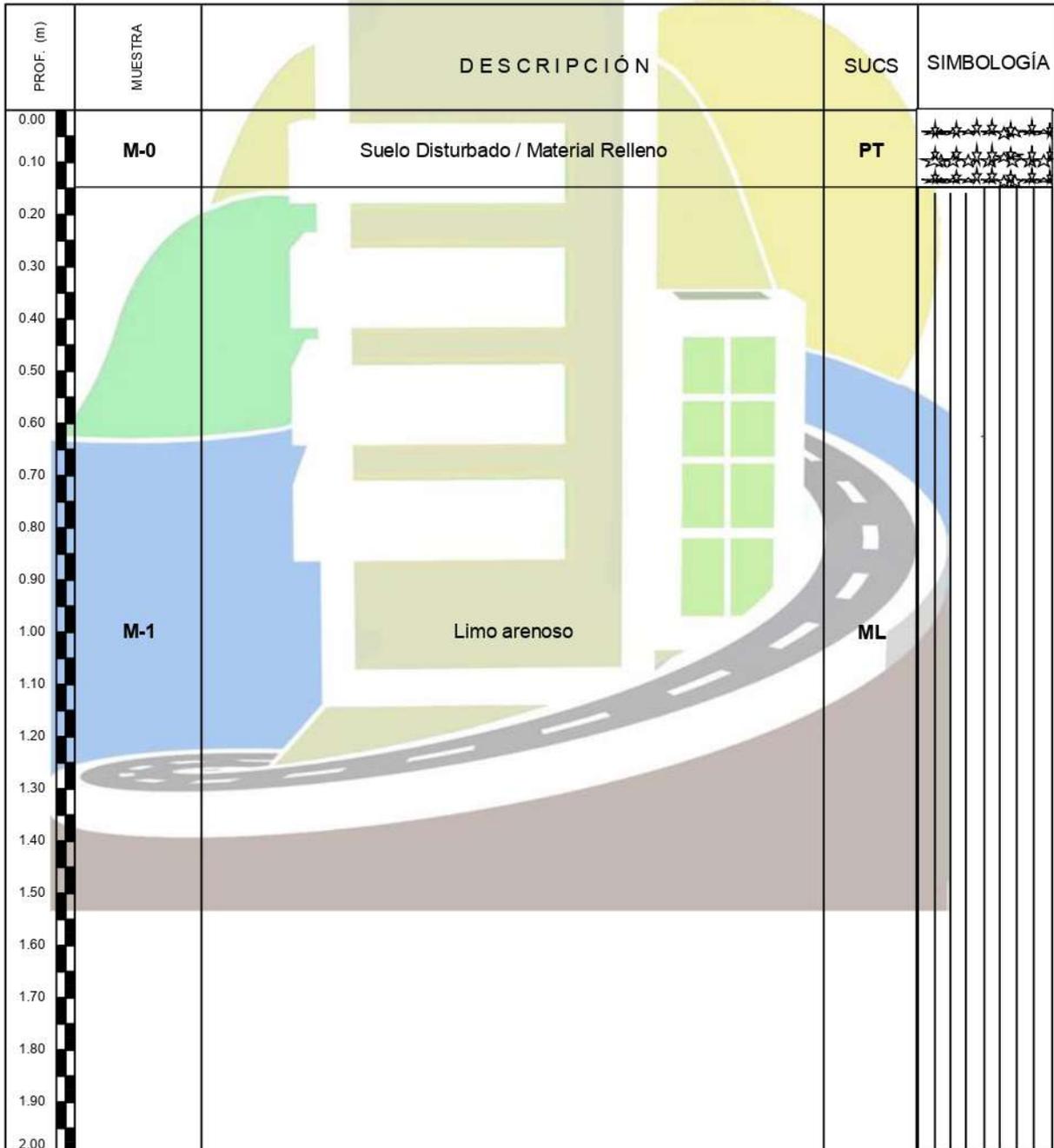


CLASIFICACIÓN DE SUELOS LABORTEC EIRL
 Análisis Granulométrico NTP 339.128 (2014) / Límite Líquido y Límite Plástico NTP 339.129 (2014) / Clasificación SUCS NTP 339.134 (2014) /



REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021		
UBICACIÓN	: JIRON DOS DE MAYO 1588, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO		
SOLICITANTE	: DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ		
CALICATA N°	: C-01	TÉCNICO	: LABORTEC E.I.R.L
PROF. (m)	: 0.00 - 2.00 m.	NIVEL FREÁTICO	: No se halló
		FECHA	: 03-Agosto-2021



 **Elio Augusto Saavedra C.**
 TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 **Ing. Rider Cajaleón Jaramillo**
 CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



CORTE DIRECTO



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



CORTE DIRECTO C - 01



NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos
 bajo condiciones consolidadas drenadas (ASTM D-3080) V-1



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021

UBICACIÓN : JIRÓN DOS DE MAYO 1588, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUANUCO

SOLICITADO : DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ

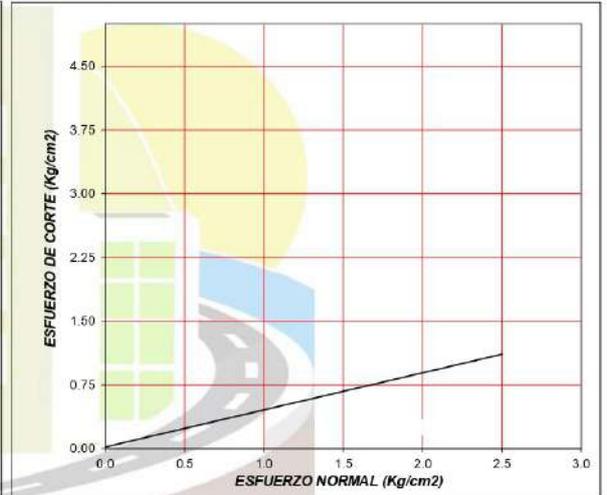
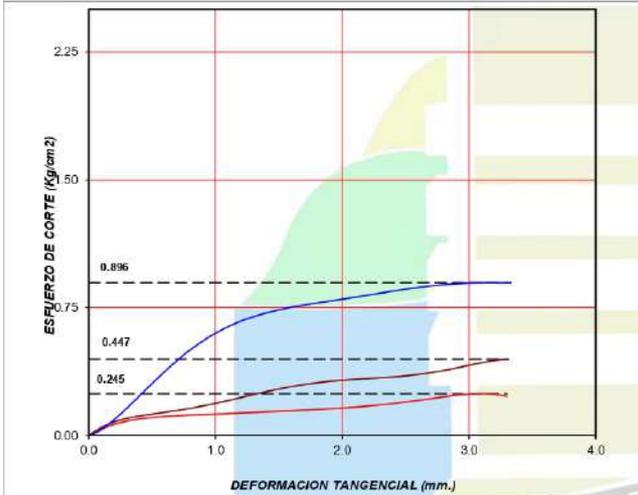
MUESTRA : C-01

PROF (m) : 0.00 - 2.00

EJECUTADO : LABORTEC E.I.R.L.

FECHA : AGOSTO DEL 2021

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES					
MUESTRA N°	DIÁMETRO (cm)	AREA (cm ²)	CONT. HUM (%)	DENS. SECA (g/cm ³)	ESFUERZO NORMAL (Kg/cm ²)
01	6.0	28.27	15.4	1.520	0.5
02	6.0	28.27	15.4	1.615	1.0
03	6.0	28.27	15.4	1.668	2.0
CLASIF. SUCS : ML L.L. : 38 I.P. : 12 % MENOR QUE MALLA N° 200 : 58.1					



RESULTADOS DE ENSAYOS			
COHESIÓN (Kg/cm ²)	0.02	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	23.6



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



SALES Y SULFATOS



CONTENIDO DE SULFATOS EXPRESADOS COMO ION SO₄ Y CONTENIDO DE CLORUROS EXPRESADOS COMO ION Cl-(NORMA NTP 400.042, AASHTO T 290, AASHTO T 291)



PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021
SOLICITA : DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ
RESPONSABLE: : LABORTEC E.I.R.L. **FECHA** : AGOSTO DEL 2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01
MUESTRA : M - 1
PROF. : 0.00 - 2.00 m.

Muestra 01

REPORTE DE RESULTADOS	LIMITES PERMISIBLES	RESULTADOS	
	%	VALOR	UNIDADES
Sulfatos como ión SO ₄	0.06	0.0796	%
Cloruros como ión Cl	0.10	0.0548	%
pH a 15.9°C	>4	9.3	

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

(*) Límites máximos permisibles de concentración de sustancias según ETC-CBVT-2008 MTC

 
Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

 
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



PANEL FOTOGRAFICO

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo

Celular : 962987000

Fono : 062-287145

E-mail : Labortec_eirl@hotmail.com

Importante: La autenticidad de este informe
puede ser verificada mediante el código QR



Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO
ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE
CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO -
2021”**

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA FOTOGRAFICA DE LA CALICATA Nº 01



Elio Augusto Saavedra C.
Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667



LABORTEC

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO
ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE
CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO -
2021”**

PANEL FOTOGRAFÍCO



VISTA PANORAMICA DE LA CALICATA Nº 01



Elio Augusto Saavedra
Elio Augusto Saavedra C.
TEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Rider Cajaleón Jaramillo
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo
CIP N° 169667

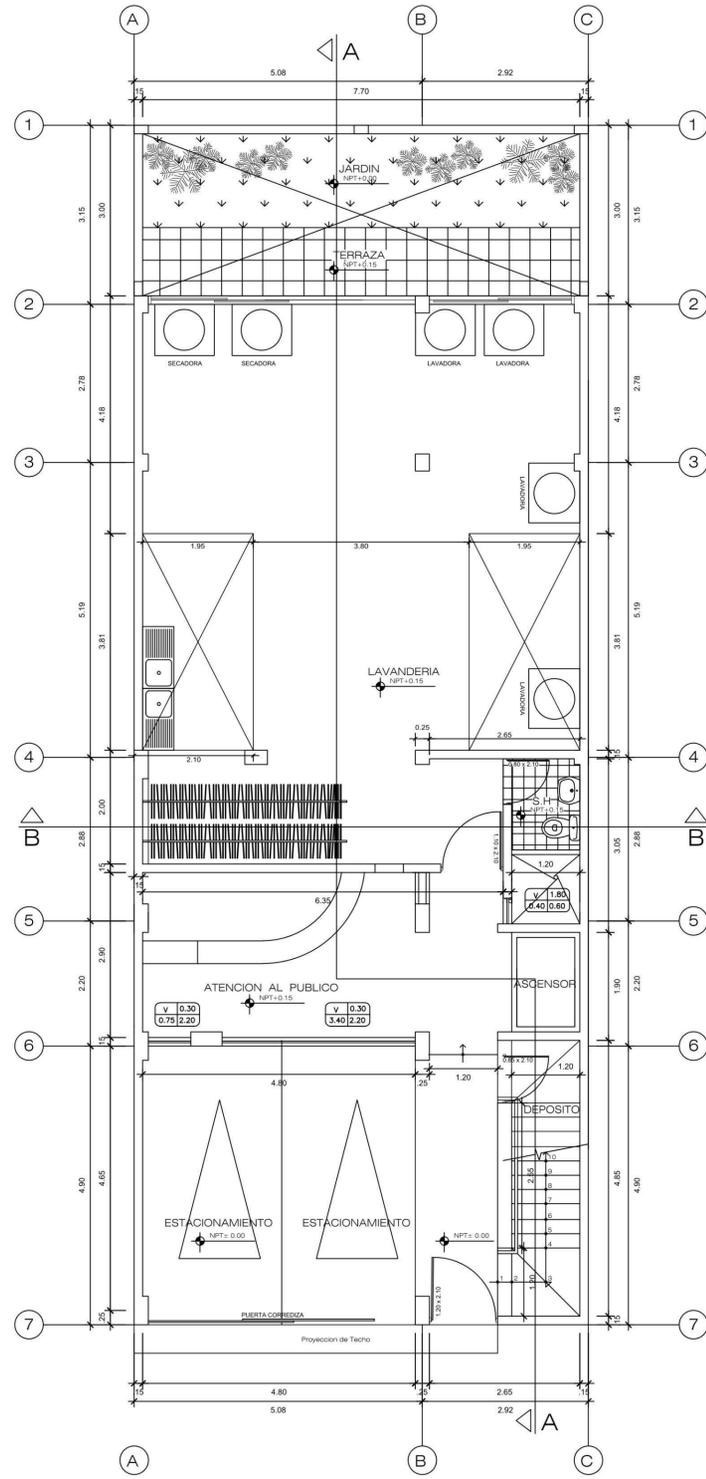
Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huánuco
Celular : (062) 962634923
RPM : #990844 - #962987000
Fono : 062-517612
E-mail : labortec_eirl@hotmail.com

ANEXO 9

PLANOS

Se presentan los planos siguientes:

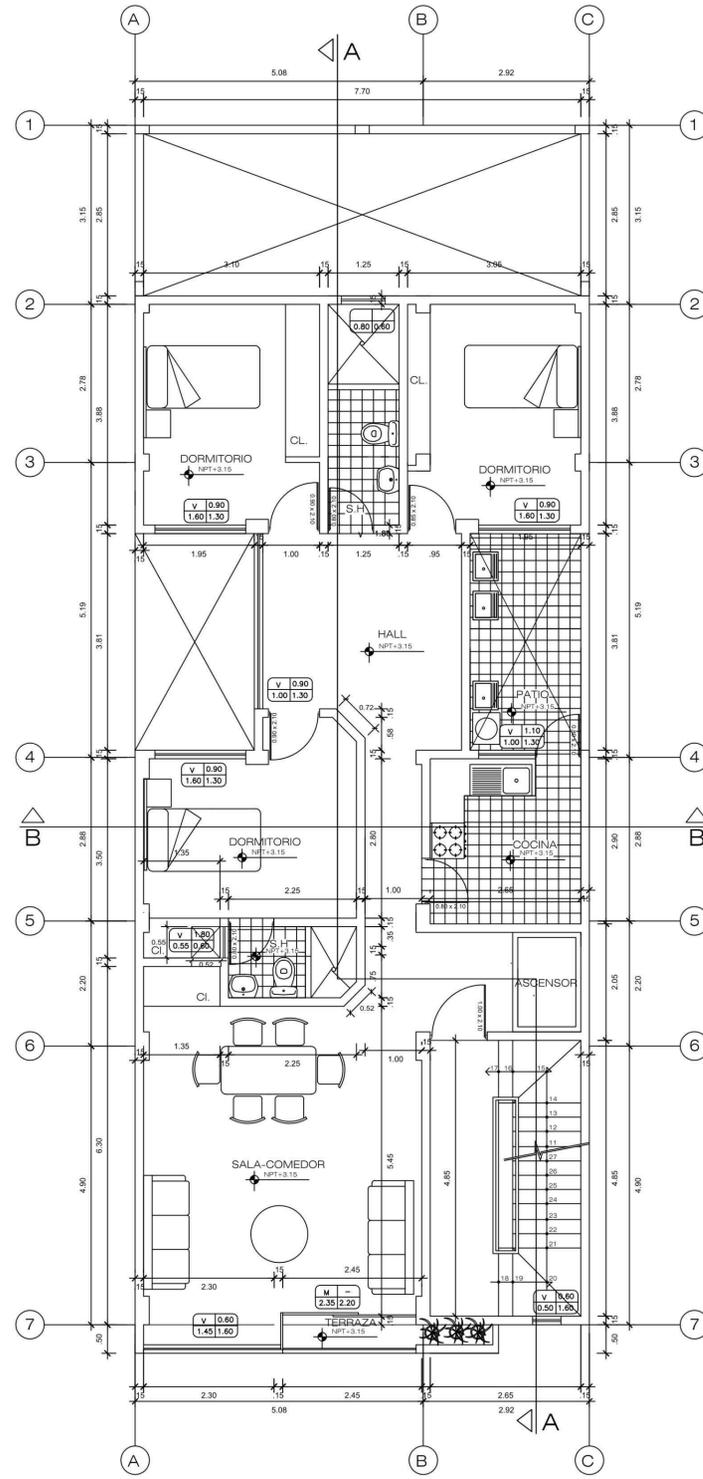
- A-01: ARQUITECTURA - PLANTA DISTRIBUCIÓN
- A-02: ARQUITECTURA - CORTES
- E-01: ESTRUCTURAS - CIMENTACIÓN
- E-02: ESTRUCTURAS - ALIGERADOS
- E-03: ESTRUCTURAS – VIGAS - DETALLES



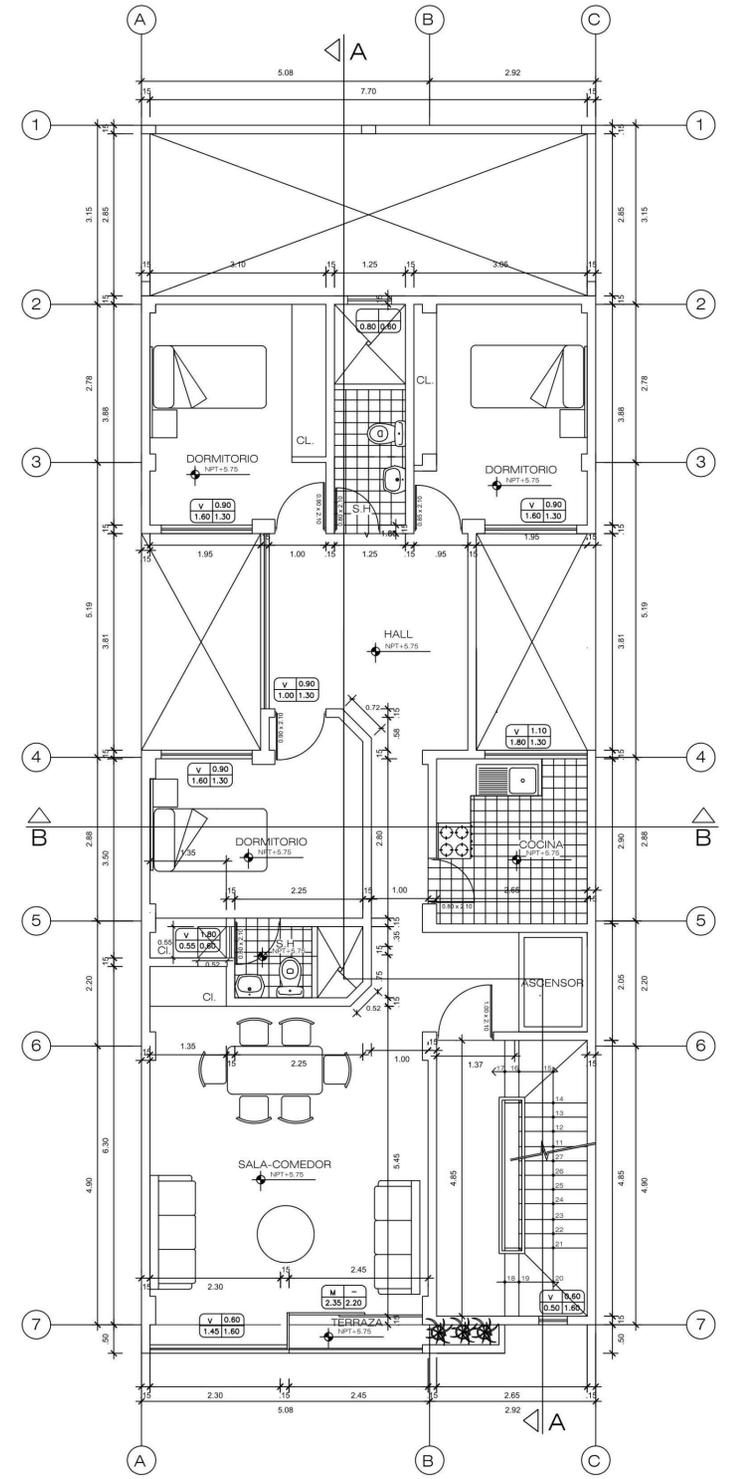
PRIMER PISO
ESCALA: 1/50

CUADRO DE VANOS

V	ALF.
ANCHO	ALTO



SEGUNDO PISO
ESCALA: 1/50



TERCER, CUARTO Y QUINTO PISO
ESCALA: 1/50



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

PROYECTO: **DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021**

PLANO: **ARQUITECTURA - PLANTA DISTRIBUCION**

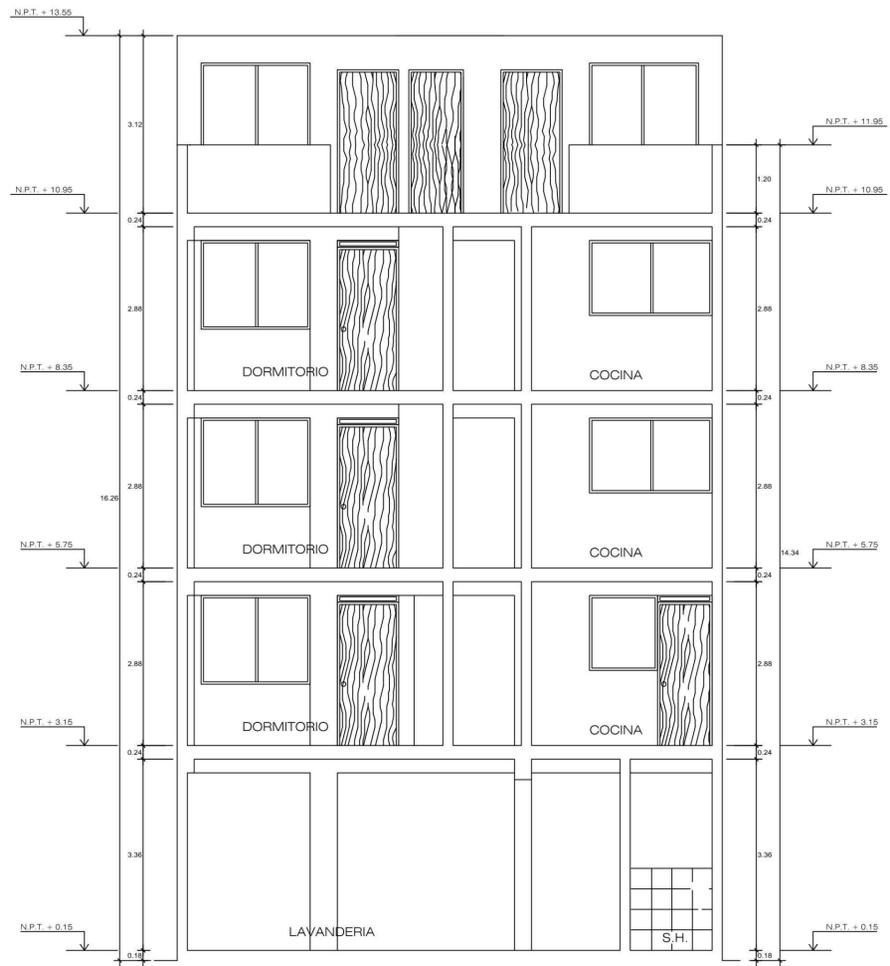
DEPARTAMENTO: **HUÁNUCO**
PROVINCIA: **HUÁNUCO**
DISTRITO: **HUÁNUCO**

AUTOR:
BACH. DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ

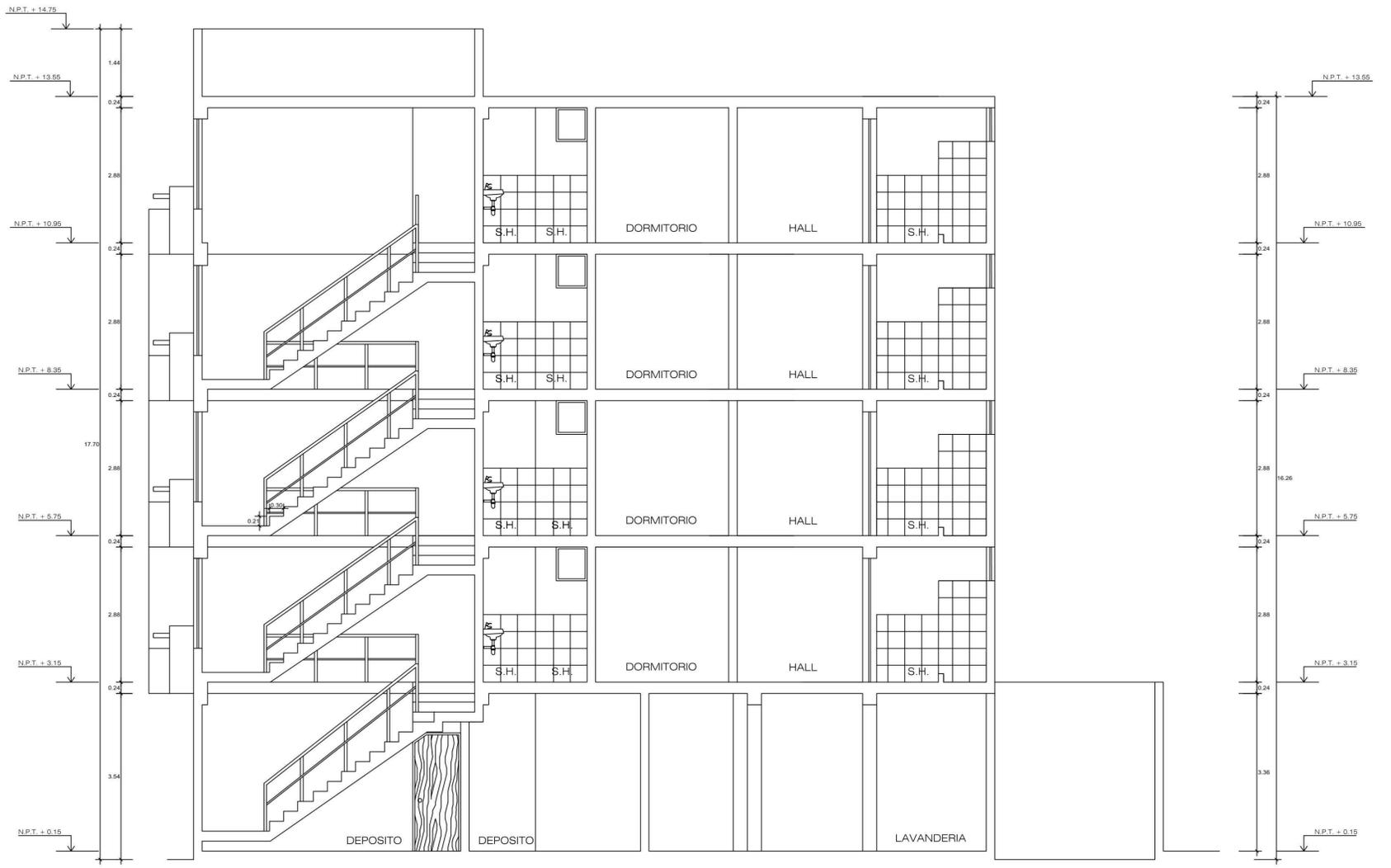
LAMINA:
A-01

FECHA: **OCTUBRE 2021**
ESCALA: **INDICADAS**

UBICACION:
JR. DOS DE MAYO 1588

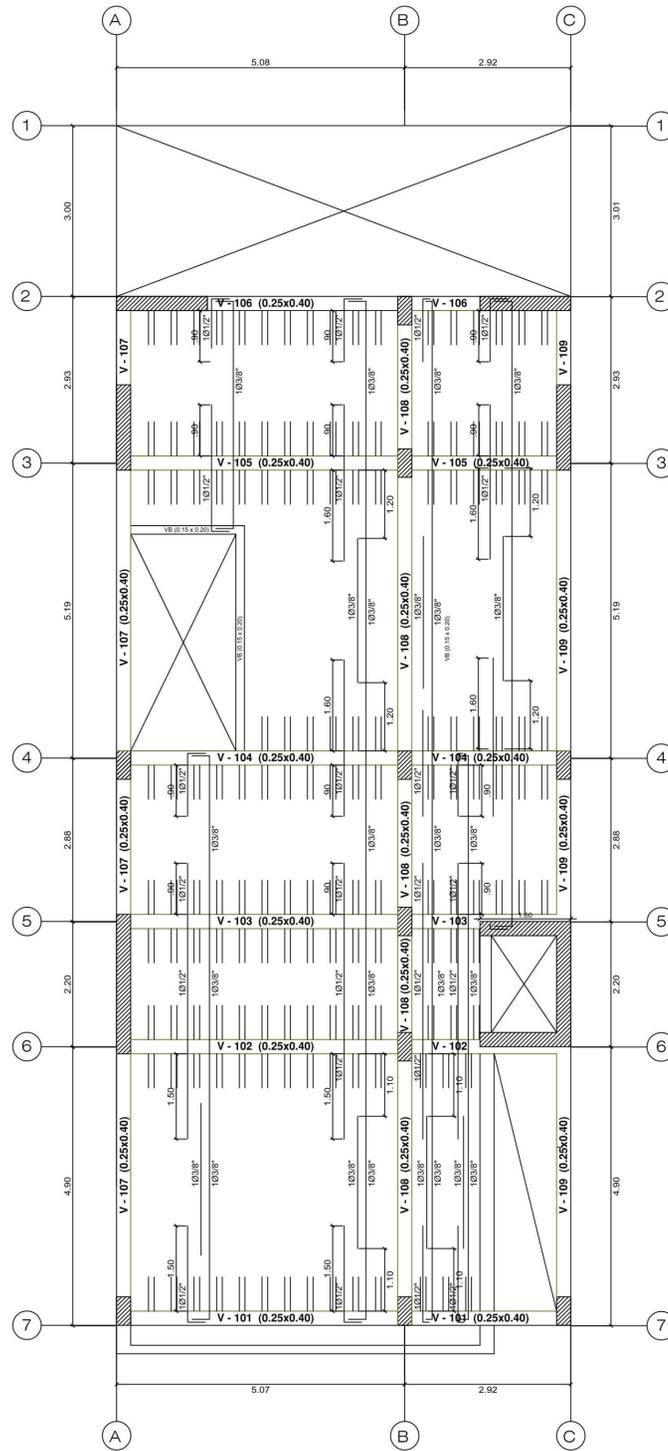


CORTE B-B
ESCALA: 1/50

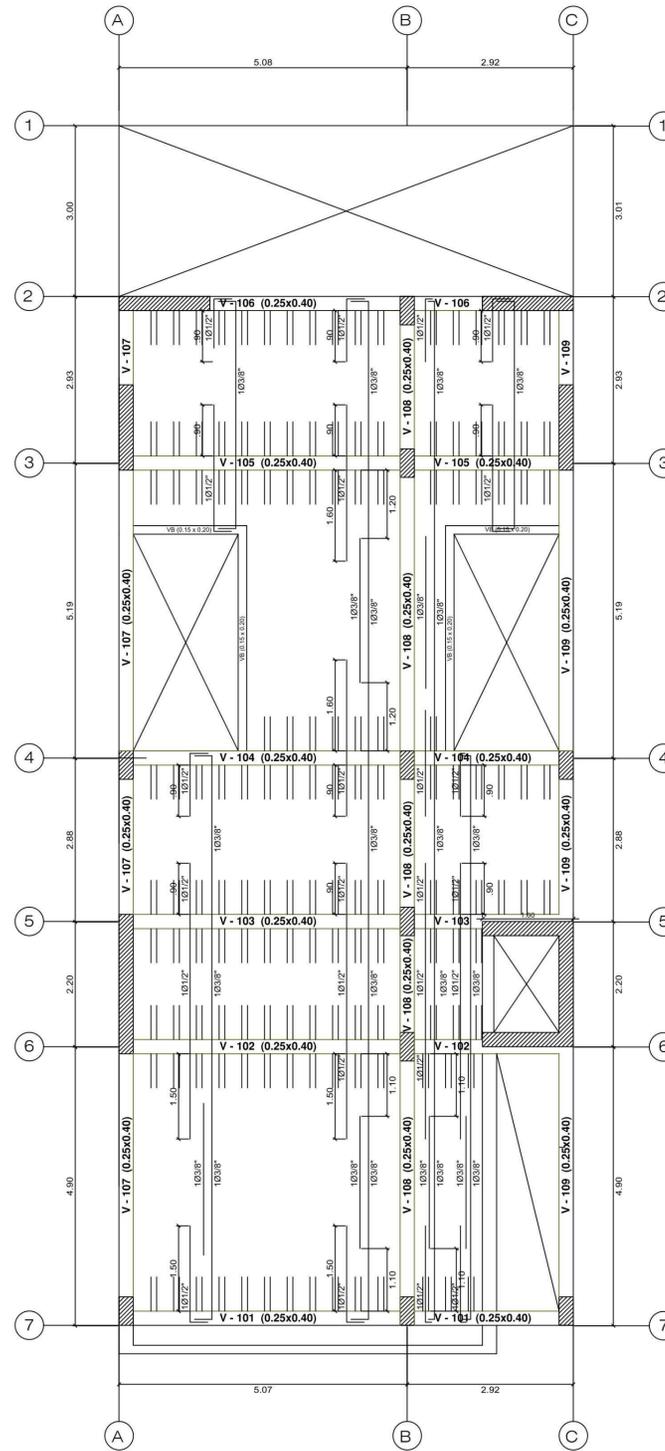


CORTE A-A
ESCALA: 1/50

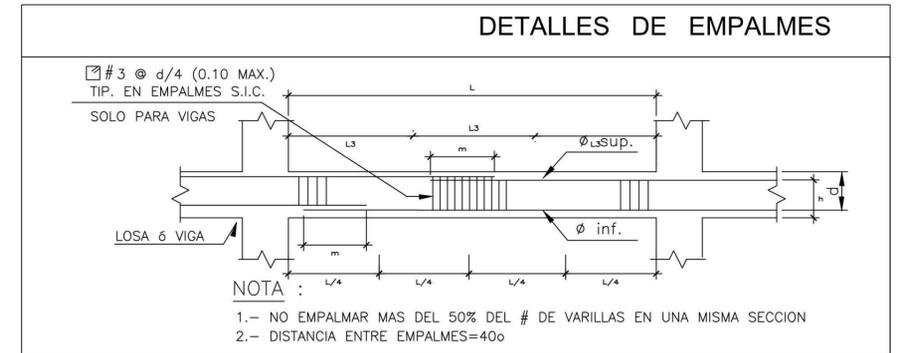
	UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO		LAMINA:
	PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021		A-02
	PLANO: ARQUITECTURA - CORTES		FECHA: OCTUBRE 2021
	DEPARTAMENTO: HUÁNUCO PROVINCIA: HUÁNUCO DISTRITO: HUÁNUCO		ESCALA: INDICADAS
		AUTOR: BACH. DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ	UBICACION: J.R. DOS DE MAYO 1588



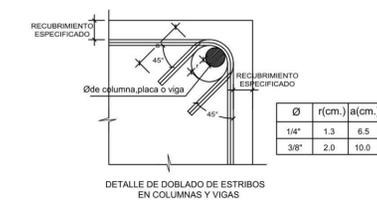
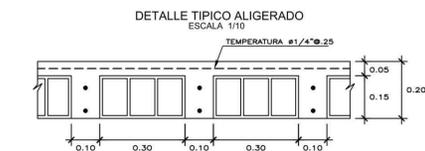
ALIGERADO PRIMER PISO
 ESCALA 1/50 h: 20m. S/C = 200kg/m²



ALIGERADO 2DO, 3ER, 4TO Y 5TO PISO
 ESCALA 1/50 h: 20m. S/C = 200kg/m²



VALORES DE m				
N O M.		REFUERZO INF.	REFUERZO SUP.	
#	ø	h (mm.) = cualg.	h <= 300 (mm.)	h > 300 (mm.)
3	3/8"	400	400	550
4	1/2"	500	500	650
5	5/8"	550	550	750
6	3/4"	650	650	950
8	1"	1200	1200	1700
11	1.3/8"	2300	2300	3200



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021

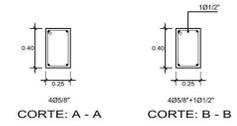
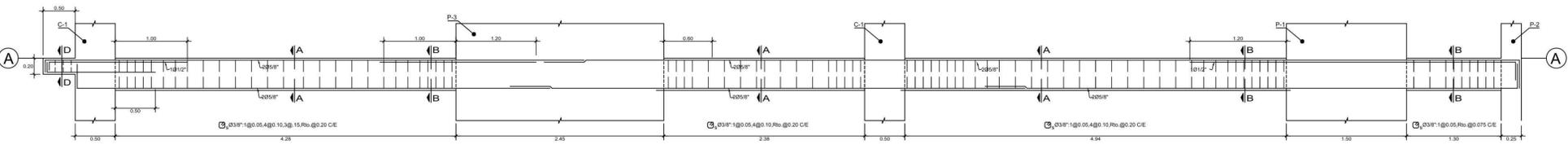
PLANO: ESTRUCTURAS - ALIGERADOS

DEPARTAMENTO: HUÁNUCO
PROVINCIA: HUÁNUCO
DISTRITO: HUÁNUCO

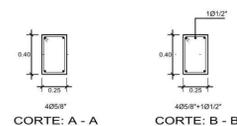
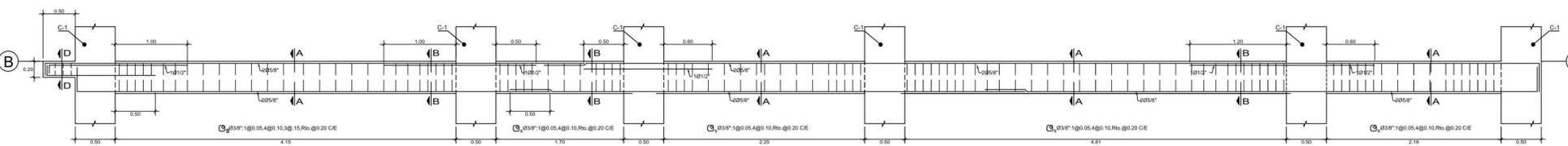
AUTOR: BACH. DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ

LAMINA: **E-02**

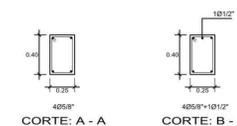
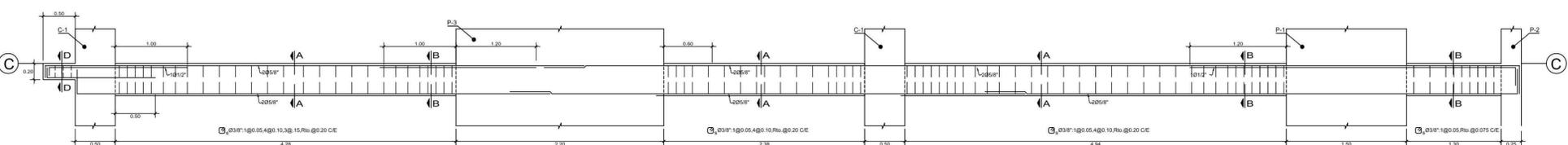
FECHA: OCTUBRE 2021
 ESCALA: INDICADAS
 UBICACION: JR. DOS DE MAYO 1588



VIGAS EJE A
ESCALA 1/25



VIGAS EJE B
ESCALA 1/25



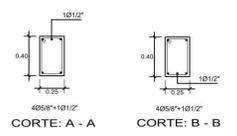
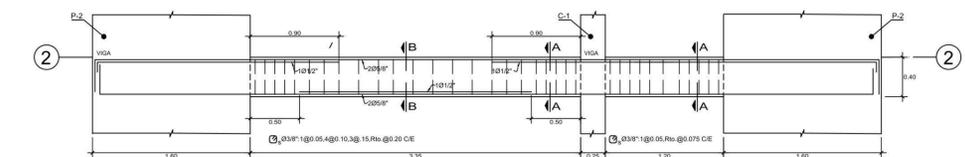
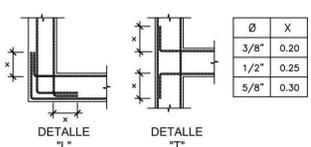
VIGAS EJE C
ESCALA 1/25

TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y ALIGERADOS

NOTAS
 1.- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION
 2.- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %
 3.- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"

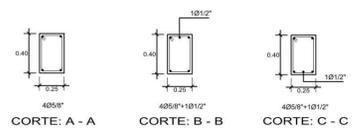
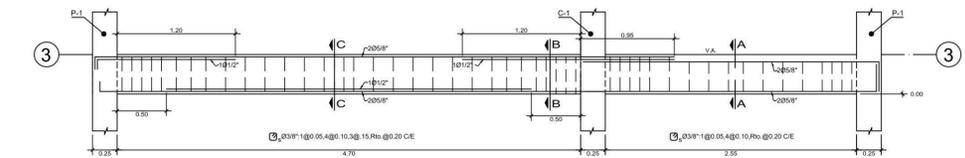
VALORES DE m

Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR	
	h < 0.40	h < 0.30	h < 0.30	h > 0.30
3/8"	0.40	0.40	0.45	0.50
1/2"	0.40	0.40	0.50	0.60
5/8"	0.50	0.45	0.60	0.75
3/4"	0.60	0.55	0.75	1.00
1"	1.15	1.00	1.30	

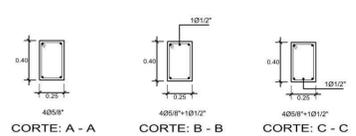
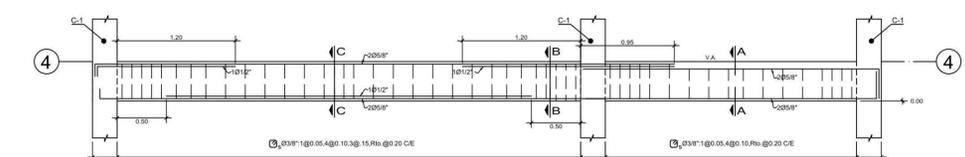


VIGAS EJE 2
ESCALA 1/25

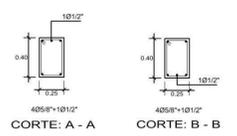
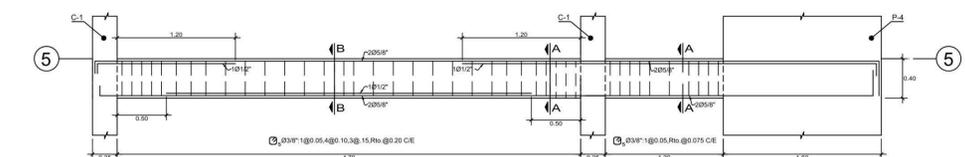
V.CH. (.50x.20)
ESC. 1/25



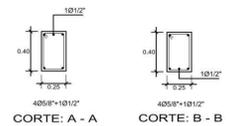
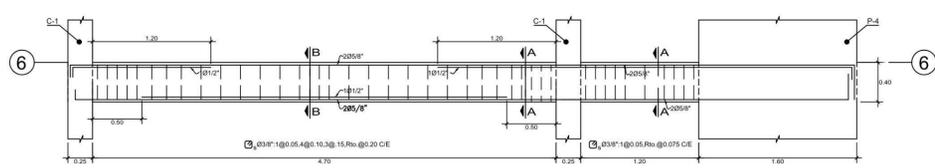
VIGAS EJE 3
ESCALA 1/25



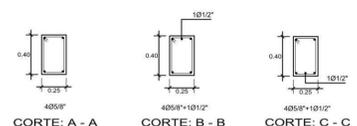
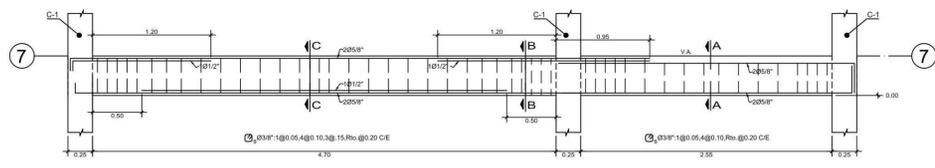
VIGAS EJE 4
ESCALA 1/25



VIGAS EJE 5
ESCALA 1/25



VIGAS EJE 6
ESCALA 1/25



VIGAS EJE 7
ESCALA 1/25



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO	
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE CINCO PISOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - 2021	
PLANO: ESTRUCTURAS - VIGAS - DETALLES	
DEPARTAMENTO: HUÁNUCO	AUTOR: BACH. DANNER ALEKSEI APOLINARIO CRUZ
PROVINCIA: HUÁNUCO	
DISTRITO: HUÁNUCO	

LAMINA: E-03
FECHA: OCTUBRE 2021
ESCALA: INDICADAS
UBICACION: JR. DOS DE MAYO 1588