

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis comparativo de parámetros existentes en la norma E.030-2003 Y E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Inga Avila, Omar Ramiro

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2023

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 ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46060746

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

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

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Martinez Fabian, Efrain Raul	Maestro en gestión pública	22486921	0000-0002-5177-380X
3	Villanueva Quijano Jose Luis	Ingeniero civil	22513478	0000-0002-8421-9549

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 12:15 horas del día **miércoles 20 de diciembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

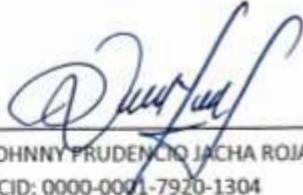
- | | |
|-------------------------------------|--------------|
| ❖ MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN | - SECRETARIO |
| ❖ ING. JOSÉ LUIS VILLANUEVA QUIJANO | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 3113 -2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS EXISTENTES EN LA NORMA E.030-2003 Y E.030-2019 EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, AMARILIS - HUÁNUCO- 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. Bach. **Omar Ramiro INGA AVILA**, 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 **...1.3...** y cualitativo de **SUFICIENTE...** (Art. 47).

Siendo las **13:00** horas del día **20** del mes de diciembre del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304

Presidente


MG. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN
ORCID: 0000-0002-5177-380X

Secretario


ING. JOSÉ LUIS VILLANUEVA QUIJANO
ORCID: 0000-0002-8421-9549

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mg. YELEN LISSETH, TRUJILLO ARIZA**, Ingeniero asesor del Programa Académico de Ingeniería Civil. Designado mediante RESOLUCIÓN No 053-2023-D-FI-UDH del Bach. OMAR RAMIRO INGA AVILA de la investigación titulada:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS EXISTENTES EN LA NORMA E.030-2003 Y E.030-2019 EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, AMARILIS - HUÁNUCO- 2023”.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 14 % 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, 08 de Febrero de 2024

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

DNI: 70502371

CODIGO ORCID: 0000-0002-5650-3745

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS EXISTENTES EN LA NORMA E.030-2003 Y E.030-2019 EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, AMARILIS - HUÁNUCO- 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	14%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

Asesor

DNI: 70502371

CODIGO ORCID: 0000-0002-5650-3745

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por darme la vida y guiarme por el buen camino, a mis padres quienes me enseñaron apoyaron en todo momento, por su tiempo y el sacrificio durante toda mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por las bendiciones recibidas que me permitieron completar exitosamente mi formación profesional. Expreso mi reconocimiento a todos mis seres queridos y amigos, cuyo apoyo y estímulo fueron fundamentales para alcanzar la culminación de mis estudios.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a la Universidad de Huánuco por proporcionarme las herramientas y saberes necesarios que me permitieron adquirir las competencias para ser un profesional exitoso y valioso para la sociedad.

No puedo dejar de mencionar a mis instructores en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, cuyos valiosos consejos y sabiduría compartida a través de sus vivencias, han sido invaluable en mi formación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	24
2.2.2. NORMAS TÉCNICAS	26

2.2.3. CARGAS ESTRUCTURALES.....	27
2.2.4. PELIGRO SÍSMICO.....	29
2.2.5. RESPUESTA ESTRUCTURAL.....	30
2.2.6. SISMO.....	33
2.2.7. HIPOCENTRO.....	33
2.2.8. EPICENTRO.....	33
2.2.9. ONDAS SÍSMICAS.....	33
2.2.10. PELIGRO SÍSMICO.....	34
2.2.11. EFECTOS SÍSMICOS EN LOS EDIFICIOS.....	34
2.2.12. PREDIMENSIONAMIENTO.....	34
2.2.13. PARÁMETROS SÍSMICOS.....	35
2.2.14. ANÁLISIS SÍSMICO.....	45
2.2.15. MODELOS PARA EL ANÁLISIS.....	46
2.2.16. ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA.....	46
2.2.17. ANÁLISIS ESTÁTICO.....	47
2.2.18. ANÁLISIS DINÁMICO.....	47
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	48
2.3.1. SISMO.....	48
2.3.2. PELIGRO SÍSMICO.....	48
2.3.3. ONDAS SÍSMICAS.....	48
2.3.4. INTENSIDAD SÍSMICA.....	48
2.3.5. RIESGO SÍSMICO.....	49
2.3.6. MAGNITUD SÍSMICA.....	49
2.3.7. SISMICIDAD.....	49
2.3.8. AMENAZA SÍSMICA.....	49
2.3.9. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA.....	49
2.4. HIPÓTESIS.....	50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	50
2.5. VARIABLES.....	50
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	50
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	50
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	52
CAPÍTULO III.....	53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1. ENFOQUE	53
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	53
3.1.3. DISEÑO	53
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	54
3.2.1. POBLACIÓN	54
3.2.2. MUESTRA	54
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	54
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	54
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	55
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	57
CAPÍTULO IV.....	58
RESULTADOS.....	58
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	58
4.1.1. RECOLECCIÓN DE DATOS	58
4.1.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	59
4.1.3. DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA	59
4.1.4. PARÁMETROS SÍSMICOS	62
4.1.5. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL.....	64
4.1.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	75
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	98
CAPÍTULO V.....	100
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	100
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	100
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cargas vivas mínimas según uso	27
Tabla 2 Pesos de los materiales de construcción	29
Tabla 3 Valores máximos de la distorsión del entrepiso	31
Tabla 4 Valores máximos de la distorsión del entrepiso	32
Tabla 5 Factor de Zonificación “Z”	35
Tabla 6 Variaciones de “Z”	38
Tabla 7 Parámetros de suelo	39
Tabla 8 Factor de suelo	39
Tabla 9 Periodo TP y TL E.030-2019.....	40
Tabla 10 Factor de Amplificación Sísmica-2003.....	40
Tabla 11 Factor de Amplificación Sísmica	40
Tabla 12 Factor de uso U	41
Tabla 13 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro)	41
Tabla 14 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro)	42
Tabla 15 Factor de Irregularidad estructural en altura	43
Tabla 16 Factor de Irregularidad estructural en planta	43
Tabla 17 Factor de Irregularidad estructural en altura	43
Tabla 18 Factor de Irregularidad estructural en planta	44
Tabla 19 Categoría y regularidad de las edificaciones	44
Tabla 20 Estimación del peso	45
Tabla 21 Sistema de variables-dimensiones e indicadores	52
Tabla 22 Tabla de Excel de las Cargas del 1 al 4 piso	56
Tabla 23 Tabla de Excel de las Cargas del 5 piso	56
Tabla 24 Tabla de Excel para la Verificación de Fuerza Cortante Dinámica	56
Tabla 25 Tabla de Excel de Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico	57
Tabla 26 Recolección de datos.....	58
Tabla 27 Consideraciones de la estructura.....	58
Tabla 28 Peso Sísmico de la estructura	79
Tabla 29 Datos de la fuerza cortante E.030-2003.....	81

Tabla 30 Datos de la fuerza cortante E.030-2003.....	81
Tabla 31 Datos de la fuerza cortante E.030-2019.....	83
Tabla 32 Datos de la fuerza cortante E.030-2019.....	84
Tabla 33 Modos y periodos de la estructura	87
Tabla 34 Fuerza Cortante X por piso según la Norma E.030-2003	92
Tabla 35 Fuerza Cortante Y por piso según la Norma E.030-2003	92
Tabla 36 Comparación entre Cortante Estática y Dinámica según E.030-2003.....	93
Tabla 37 Fuerza Cortante X por piso según la Norma E.030-2019	93
Tabla 38 Fuerza Cortante Y por piso según la Norma E.030-2019	94
Tabla 39 Comparación entre Cortante Estática y Dinámica según E.030-2019.....	94
Tabla 40 Factores de amplificación para la Fuerza Cortante según E.030-2019.....	94
Tabla 41 Comprobación entre Cortante Estática y Dinámica según E.030-2019.....	95
Tabla 42 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico X.....	95
Tabla 43 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y.....	96
Tabla 44 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico X.....	96
Tabla 45 Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y.....	97
Tabla 46 Comparación parámetros sísmicos.....	98
Tabla 47 Comparación análisis estructural	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Aceleraciones Sísmicas	30
Figura 2 Zonificación 2003.....	36
Figura 3 Zonificación 2019.....	37
Figura 4 Planta del primer nivel	60
Figura 5 Planta del segundo al quinto nivel	61
Figura 6 Grillas en vista 3D en el software Etabs	65
Figura 7 Propiedades del concreto	66
Figura 8 Propiedades del acero	67
Figura 9 Propiedades de columna 40x40	68
Figura 10 Propiedades de la sección 40x40	69
Figura 11 Propiedades de la sección de columna 40x30.....	70
Figura 12 Propiedades de la sección 40x30	71
Figura 13 Propiedades de la sección de viga principal 30x25	72
Figura 14 Propiedades de la sección de viga principal 30x25	73
Figura 15 Propiedades de la sección de viga secundaria 25x25	73
Figura 16 Propiedades de la sección de viga secundaria 25x25	74
Figura 17 Propiedades de la sección de la losa aligerada.....	74
Figura 18 Vista 3D de la estructura modelada en el software.....	75
Figura 19 Patrones de carga creados.....	76
Figura 20 Patrones de carga sísmico estático Sx	76
Figura 21 Patrones de carga sísmico estático Sy	77
Figura 22 Cargas asignadas a la estructura	78
Figura 23 Asignación de datos del Peso Sísmico	79
Figura 24 Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga E.030-2003	80
Figura 25 Visualización gráfica de la fuerza cortante de entrepiso E.030-2003	82
Figura 26 Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga E.030-2019	83
Figura 27 Visualización gráfica de la fuerza cortante de entrepiso E.030-2019	84
Figura 28 Datos en la asignación de casos modales.....	86

Figura 29 Periodo fundamental en dirección X	88
Figura 30 Periodo fundamental en dirección Y	89
Figura 31 Espectro según E.030-2003	90
Figura 32 Datos de espectro según E.30-2019	91

RESUMEN

La presente tesis se resume en los resultados y análisis comparativos que se obtuvieron durante el desarrollo de la tesis “Análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma E.030-2003 y E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023”. El tipo de investigación utilizada es no experimental de tipo descriptiva y comparativa, con las variables: Norma técnica E.030 y Comportamiento Estructural referidas a la variación de los parámetros de ambas normas a través del desarrollo de un análisis estructural del proyecto en San Luis Sector 1, Amarilis. En la estructura del sistema se tomaron en cuenta los planos arquitectónicos del proyecto constructivo, la cédula de parámetros urbanísticos, la Norma Técnica E.030-2003 y la Norma Técnica E.030-2019; dicha estructura fue procesada y analizada mediante el software de modelación estructural Etabs v18, para luego proceder con el análisis estructural, arrojando diversos resultados que fueron procesados mediante tablas y figuras. Tras el análisis de los resultados, se descubrió que existe una variación en el factor de zona y suelo en la Norma Técnica E.030-2019; sin embargo, ésta sólo afecta al factor de zona, ya que el factor de suelo permanece constante. Esta disminución del 16,67% en el factor de suelo se traduce en una disminución del 20% en la base cortante respecto a la Norma Técnica E.030-2003.

Palabras clave: Norma Técnica E.030-2003, Norma Técnica E.030-20019, Diseño Sismorresistente, Análisis Sísmico, Amarilis.

ABSTRACT

The present thesis is summarized in the results and comparative analysis obtained during the development of the thesis "Comparative analysis of existing parameters in the E.030-2003 and E.030-2019 Standards in a multifamily house, Amarilis - Huánuco- 2023". The type of research used is non-experimental of descriptive and comparative type, with the variables: Technical Standard E.030 and Structural Behavior referred to the variation of the parameters of both standards through the development of a structural analysis of the project in San Luis Sector 1, Amarilis. In the system structure, the architectural plans of the construction project, the urban parameters document, the Technical Standard E.030-2003 and the Technical Standard E.030-2019 were taken into account; said structure was processed and analyzed by means of the structural modeling software Etabs v18, to then proceed with the structural analysis, yielding several results that were processed by means of tables and figures. After analyzing the results, it was discovered that there is a variation in the zone and soil factor in Technical Standard E.030-2019; however, this only affects the zone factor, since the soil factor remains constant. This 16.67% decrease in the soil factor translates into a 20% decrease in the shear base with respect to Technical Standard E.030-2003.

Keywords: Technical Standard E.030-2003, Technical Standard E.030-20019, Seismic Resistant Design, Seismic Analysis, Amaryllis.

INTRODUCCIÓN

Esta tesis presentada a la Universidad de Huánuco propone conocer las diferencias de los valores del análisis sísmico en el software Etabs v18 en una vivienda multifamiliar usando la NT E.030-2003 y NT E.030-2019 y así estar bien informado sobre el análisis y diseño del edificio, porque no sabemos exactamente que puede suceder con edificios construidos en este último decenio debido a las modificaciones en la RNE, especialmente en la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente; por eso es muy importante analizar las edificaciones diseñadas según la NT E.030-2003, porque se convierten en un riesgo oculto para los habitantes del distrito de Amarilis.

En el capítulo I se abarcó el problema de investigación donde se presenta la problemática, objetivos, limitaciones y justificación en el cual se plantea la tesis.

En el capítulo II se abarcó el marco teórico de lo que usaremos en el modelado de la estructura con el software Etabs v18 del cual haremos énfasis en el uso de cada norma establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el capítulo III abarcamos con la metodología de la investigación el cual nos ayudó a resolver el problema en todo el proceso de la tesis.

En el capítulo IV se abarcó con los resultados obtenidos por el software Etabs v18 donde a partir del análisis sísmico comparamos las derivas y desplazamientos obtenidos.

En el capítulo V se presenta la discusión de resultados en el que se evalúan los datos obtenidos del análisis estructural usando ambas normas.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante miles de millones de años, la superficie de nuestro planeta sufrió cambios continuos, al igual que la corteza terrestre, antes solo consistía de un solo continente llamado Pangea que luego se fragmentó en los continentes que conocemos hoy, pero estos fragmentos o placas siguen y siguen en constante movimiento, dando como resultado los terremotos que hoy conocemos.

Por su situación geográfica, Perú se encuentra en el cinturón del Pacífico, lo que lo convierte en uno de los países con mayor actividad sísmica del mundo, ya que la zona de subducción de la placa oceánica (Nazca) se encuentra por debajo de la placa continental (Sudamérica). Este proceso genera una acumulación constante de energía, que se libera en forma de terremotos.

Desde entonces, ha existido una preocupación por desarrollar códigos de diseño y construcción que presenten criterios de sismorresistencia; el primer código oficial de diseño sísmico elaborado en Perú fue en 1967, y la versión más reciente es de 2019. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019).

Estas normas de ingeniería civil son documentos legales que están a disposición del público y han sido modificadas a través del tiempo, agregando criterios, factores y coeficientes de acuerdo con el avance de la ingeniería sismorresistente y los grandes sismos en el Perú, garantizando la seguridad de las personas para evitar víctimas y reducir daños materiales.

La nueva Norma Peruana de Diseño Sísmico E.030-2019 fue aprobada por Decreto Supremo, a pesar del paso del tiempo, la mayoría de la gente todavía conoce poco sobre esta norma.

El Reglamento Nacional de Edificaciones ([RNE],1977) reconoce el sismo relativamente similar a lo largo de la costa y parte de la sierra, y dividía el territorio del Perú en tres zonas sísmicas, asignándoles valores sísmicos relativos: 1.0, 0.7 y 0.4.

Gracias a los estudios de peligrosidad sísmica iniciados en el país, el factor Z corresponde al valor de aceleración asociado a los sismos desde la norma de 1997 con una recuperación de 475 años.

En las normas de 1997 y 2003, Z corresponde a la aceleración sobre roca firme, en la norma actual (2019), Z corresponde a la aceleración esperada sobre suelo bueno, donde se divide en cuatro zonas sísmicas con valores de 0.45, 0.35, 0.25 y 0.1 (MVCS, 2019).

Actualmente, el Distrito de Amarilis ha logrado lograr un desarrollo urbanístico, el cual se concentra principalmente en la capital de la región y la capitalización de Paucarcambilla, Fonavi I, II, III. Los Portales y Leoncio Prado, etc., donde el vecino construyó caminos y aceras, servicios básicos de agua y alcantarillado, y parques y jardines. Sin embargo, la implementación de infraestructura similar ha sido descuidada u olvidada en diferentes sectores de la región, como La Esperanza, San Luis, Llicua, Los Portales y otros. En San Luis Sector 1 presenta mejoras en el desarrollo siendo así la creación reciente de pistas y veredas como algunos parques, sin embargo, aún se siguen presentando viviendas en malas condiciones y con muchos años de antigüedad donde habitan muchas familias el cual corren el riesgo que ante un inminente sismo estas casas puedan caerse.

Las viviendas multifamiliares permiten que una mayor población viva en un área más pequeña, por lo que estos edificios crecen verticalmente en sus pisos. Pero veces no cumplen con los estándares técnicos de diseño y construcción y se vuelven propensos a tragedias. Por lo tanto, es importante diseñar y construir de acuerdo con las normas de construcción nacionales y garantizar un diseño resistente a terremotos óptimo que pueda proteger la vida de las personas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo realizar el análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 y en la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo realizar el modelamiento de la estructura usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023?
- ¿Cómo realizar el análisis sísmico para la estructura en estudio usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023?
- ¿Cómo determinar los efectos en el modelo sísmico integrado del comportamiento estructural y sísmico en la edificación, Amarilis- Huánuco-2023?
- ¿Cómo evaluar en que intensidad difiere los resultados luego del análisis sísmico con el software Etabs v18 usando la Norma Técnica E.030-2019 y la anterior Norma Técnica E.030-2003 aplicada a una vivienda multifamiliar, Amarilis-2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 y en la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el modelamiento de la estructura usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023.

- Realizar el análisis sísmico para la estructura en estudio usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023.
- Determinar los efectos en el modelo sísmico integrado del comportamiento estructural y sísmico en la edificación, Amarilis- Huánuco-2023.
- Evaluar en que intensidad difiere los resultados luego del análisis sísmico con el software Etabs v18 usando la Norma Técnica E.030-2019 y la anterior Norma Técnica E.030-2003 aplicada a una vivienda multifamiliar, Amarilis-2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación es importante porque es necesario analizar y comparar los parámetros de la nueva norma sísmica con la anterior para reconocer las diferencias de factores, parámetros y coeficientes entre ambas, y determinar si los parámetros de la nueva norma E.030 son más conservadores que los parámetros de la norma anterior de 2003.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El proyecto se justifica porque entre el uso de estas dos normas hace que los cambios sean significativos y tenemos dificultades para usarlo e implementarlo, especialmente la variabilidad de los resultados de los análisis sísmicos de las edificaciones que se pueda diseñar utilizando los softwares vigentes.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

De igual manera sistemáticamente el proceso de solución con técnicas basadas en el diseño de estructuras utilizando el software ETABS v18 en el análisis sísmico, el cual es un referente para las futuras generaciones en el diseño de estructuras de concreto armado acorde a los tiempos modernos con la normatividad vigente.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación se presenta la siguiente limitación:

- Ya que la investigación requiere el modelamiento y el análisis sísmico se hace uso del software Etabs, pero este presenta una licencia muy costosa.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es factible porque los parámetros proporcionados por la Norma E.030 2003-2019 para el diseño sismorresistente se utilizarán para compararlos después de completar el análisis estructural utilizando el programa Etabs, que es accesible para los estudiantes que están empezando a utilizar este tipo de software para el análisis estructural.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Rivera (2021) en su tesis titulado: *“Estudio comparativo entre la filosofía de diseño sismorresistente establecida por la NEC 2015, empleando espectros de diseño con distintos tipos de suelos y las normas de otros países con alto riesgo sísmico”*; presentada a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, donde el objetivo de esta tesis es comparar la norma de construcción de Ecuador de 2015 con normas internacionales de países con alto riesgo sísmico, las formas espectrales de los sismos de diseño y operación corresponden a sismos fuertes (raros) y frecuentes, respectivamente, el segundo capítulo calcula y transmite las formas espectrales de diseño y servicio sísmico, define el significado y la aplicación de cada parámetro y selecciona los parámetros de cada norma para cada tipo de perfil de suelo para cada comparación, se obtuvieron gráficamente las siguientes formas espectrales de las normas sísmicas Norma Ecuatoriana de Construcción 2015, Norma Chilena 433, Norma de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles 7-16, Norma Japonesa de Diseño Sísmico, Norma Técnica Peruana E.030, Norma Técnica Peruana E.030, Norma Euro código 8, el tercer capítulo presenta un análisis comparativo de las formas espectrales de los sismos Diseño y Servicio, también conocidos como Espectros Elásticos y Espectros Inelásticos del Diseño, respectivamente, se presentan los resultados de la comparación de las normas, así como las conclusiones y recomendaciones relativas a la seguridad y el comportamiento sísmico de las estructuras diseñadas de acuerdo con estas normas.

Cubillos (2021) en su monografía titulada *“Análisis comparativo para el diseño estructural de un edificio porticado con la normativa*

ACI318S-19 y el reglamento colombiano NSR-10” presentada a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, uno de los métodos constructivos más utilizados en Colombia es el sistema de concreto reforzado con pórticos y combinado, de ahí surge la idea de comparar los métodos utilizados en su diseño en el Título C de la NSR-10 con los nuevos. Las disposiciones de ACI-318S-19 identifican cambios en los métodos de diseño de los diversos elementos estructurales que la componen (columnas, vigas y losas de entrepiso) y los materiales utilizados en su desarrollo, como el hormigón y el acero. Con este fin, un edificio con un sistema de columna-marco prediseñado utilizando un modelo de edificio propuesto de 3 niveles que aplica los parámetros del Código NSR-10 y el Código ACI-318S-19; A continuación, se construye y modela un modelo estructural dimensional preliminar utilizando el software ETABS v.16 para el control de derivas, posteriormente se diseñan las piezas estructurales utilizando acero de 690 MPa y se estudia su efecto sus cuantías y dimensiones.

Gaete (2018) en su tesis titulada *“Diseño comparativo de un edificio de acero de 4 niveles con las modificaciones de la Norma Chilena NCH433 OF.96”* presentada a la Universidad Técnica Federico Santa María, el análisis se basa en el diseño original de la estructura según NCh33 Of.96, por lo que estos resultados se pueden comparar con los otros dos planos, por lo que se crean tres planos de construcción "Edificio diseñado originalmente según NCh33 Of.96", "Edificio modificado según NCh33 Of.96 - modificado en 2009" y "Construcción modificada según NCh33 Of.96 - modificada en 2009 y D.S. 61", para cada uno de estos modelos se generan perfiles que cumplen con los requisitos estructurales de resistencia y deformación para calcular el volumen de la estructura, así como cimentaciones que permitan la correcta transferencia de esfuerzos a la tapa de apoyo de las cimentaciones, excluyendo esfuerzos admisibles y presiones mínimas sobre el suelo y metros cúbicos de hormigón de las cimentaciones, parámetros con los cuales comparar la ocurrencia de cambios normativos en la edificación propuesta, finalmente, se realiza un análisis

histórico de la estructura original utilizando el registro sísmico del 27 de febrero de 2010, el objetivo es identificar los elementos que pueden haber sufrido desperfectos, y mediante el análisis estático no lineal "Pushover" se determina la capacidad estructural y, con ella, el factor de cambio teórico de la respuesta "R" que corresponde al sistema constructivo y material estructural.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

De la Cruz (2021) en su tesis titulada *“Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma E.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima”* presentada a la Universidad Peruana Unión, donde se presenta un análisis comparativo de las normas de diseño sísmico E.030 2003, 2016 y 2018, el estudio de estructuras para uso de oficinas en Lima, Perú, utilizando un sistema de pórticos, se centra en la comparación de periodos de vibración, porcentaje de masa participante, espectro de diseño, desplazamientos entre pisos, cortante estático y dinámico principal, y fuerzas máximas de diseño (flexión, cortante y axial), la estructura regular tiene un 12,5% de cortante estructural y un 12,2% de análisis dinámico basado en la norma de 2003 respecto a 2016 - 2018, mientras que la estructura irregular tiene un 50% de cortante estructural basado en la norma de 2003 respecto a 2016, así como un 16,67% de diferencia entre las normas de 2016 y 2018 que se ven directamente afectadas por los cambios de irregularidad, en resumen, la norma de 2018 presenta resultados intermedios que tienen en cuenta los periodos de análisis modal de ambas estructuras mediante análisis estático y dinámico.

Sajami (2019) en su tesis titulada *“Estudio comparativo del análisis sísmico de un edificio de 8 pisos según las normas E030-2006 y E030-2018 – Iquitos 2019”* presentada a la Universidad Científica del Perú, donde el análisis se centró principalmente en la variación de las respuestas sísmica, estática y dinámica en relación con la norma E.030 2018 de la estructura de estudio, para realizar el análisis comparativo,

se creó un modelo dinámico tridimensional para una casa utilizando el software SAP 2000 versión 2019, el sistema estructural del edificio es del tipo "Dual", en el cual los efectos sísmicos son mitigados por una combinación de pórticos y muros estructurales, y la resistencia al corte de muros oscila entre 20% y 70% del corte en la mitad inferior del edificio, el software mencionado se utilizó para realizar análisis estáticos o fuerzas estáticas equivalentes, así como análisis dinámicos modales espectrales de acuerdo con la norma sísmica E-030 2018, los análisis sísmicos se compararon con los datos de la tesis de investigación, el diseño estructural del edificio, cuando se compara con las normas E-030 2006-2018, tiene un impacto significativo en la durabilidad del edificio debido a las diferencias en los parámetros sísmicos de las aceleraciones pseudo espectrales, que determinan la durabilidad del edificio con el factor de reducción relacionado con la irregularidad en planta para obtener derivas de entrepiso, las desviaciones recogidas en las normas E-030-2018 y E030-2006 varían un 25% en el sentido XX y un 14% en el sentido YY, respectivamente, ya que el factor que determina las desviaciones en la E-030-2018 es 0,85R y 0,75R en la E-030-2006, y se demuestra que el edificio cumple los parámetros de la E-030 2018, ya que las desviaciones de la norma no superan 0,007.

Valdivia (2019) en su tesis titulada *“Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según la norma sismorresistente E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca”* presentada a la Universidad Nacional de Cajamarca donde que, empezando por la base, hay espectros de respuesta sónica y desplazamientos laterales, la regularidad del edificio se refiere a la simetría, que se reduce más simétricamente por las concentraciones de esfuerzo y torsión, pero la regularidad de la simetría también puede verse afectada por los efectos de torsión causados por la distribución excéntrica de la rigidez y la masa, a modo de ejemplo, consideremos una estructura irregular construida sobre suelo flexible en una zona altamente sísmica; como resultado, la estructura en cuestión cumple los requisitos estructurales del estudio, una muestra

representativa de la zona o entorno urbano afectado, ya que la mayoría de los edificios están contruidos con características similares, el análisis sísmico del edificio arrojó respuestas dinámicas tales como; los periodos del primer modo de vibración, los esfuerzos internos de los miembros estructurales y los desplazamientos entre pisos determinados por los desplazamientos relativos de cada nivel para las estructuras examinadas por ambas normas, se concluye que el análisis estructural de la edificación en estudio, utilizando la norma E-030-2016 de Cajamarca, tiene un impacto significativo en su durabilidad, arrojando resultados de diseño más conservadores en comparación con los esfuerzos internos, debido a las diferencias en los parámetros sísmicos de las aceleraciones pseudo espectrales, que determinan qué tan resistente debe ser la edificación al factor de reducción de irregularidades.

Pineda (2021) en su tesis titulada *“Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo”* presentada a la Universidad César Vallejo, para la recolección de datos se utilizó un corte transversal no experimental, se utilizó una técnica de revisión documental, como instrumentos se utilizó un archivo de datos y un archivo de hoja de vida, y para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva, el problema es que los trujillanos no consideran la zona como sísmica, y no toman precauciones al construir sus viviendas cuando se descubren irregularidades en el diseño y construcción de sus elementos verticales y horizontales, en la sección principal del edificio, el análisis dinámico de la norma E030-2003 reveló un aumento del 1,44% en la dirección XX y del 1,45% en la dirección YY en comparación con la norma E030-2019, mediante un análisis comparativo, se pudo determinar que las fuerzas básicas aumentaron en comparación con la norma E030-2019, con los valores $XX v = 149,89 \text{ Tn}$, $YY v = 129,88 \text{ Tn}$, y $XX v = 147,73 \text{ Tn}$, $YY v = 128,00 \text{ Tn}$, respectivamente.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rizábal (2018) en su tesis titulada *“Análisis sismorresistente comparativo entre las normas E.030 - 2016 y su predecesora aplicado en el proyecto de Hospital Hermilio Valdizán en Huánuco”* presentada a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán el propósito es realizar un análisis estructural de las edificaciones que representan el proyecto del Hospital Hermilio Valdizán, debido a que aún se encuentra en proceso administrativo previo a su ejecución y, en caso de ser necesario, aún se puede evaluar la implementación de medidas correctivas que garanticen la seguridad de los ocupantes y proteger la integridad de la estructura de posibles impactos sísmicos, para el análisis estructural de la edificación se desarrollaron modelos tridimensionales, donde cada piso cuenta con diafragmas que contienen efectos gravitatorios y señales sísmicas de acuerdo al efecto de cada configuración bajo análisis, se utilizaron programas informáticos para facilitar el proceso de cálculo natural y repetitivo, finalmente, una vez realizados los cálculos, aceptamos la hipótesis propuesta, ya que la nueva norma cambia el espectro de respuesta de la estructura y lo aumenta para la edificación irregular denominada “Sector B”, ya que introduce nuevos factores para determinar el espectro de respuesta. y producir irregularidades torsionales extremas debido a la concentración de rigidez generada por el hueco del ascensor; mientras que la edificación estándar denominada “Sector A” no está expuesta en el análisis sísmico debido a que su espectro de diseño es inferior a la nueva norma.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Cada edificio y cada parte del mismo debe diseñarse y construirse para cumplir con los requisitos sísmicos definidos en esta norma, de acuerdo con las normas pertinentes para los materiales utilizados. Los efectos de terremotos y vientos no necesitan ser considerados simultáneamente.

Es necesario considerar el impacto potencial de tabiques, parapetos y otros elementos adosados sobre el comportamiento sísmico estructural. Este aspecto debe ser considerado en el análisis, revisión y anotación.

De acuerdo con los principios de diseño para sismorresistencia, que son evitar pérdidas humanas, minimizar daños y asegurar la continuidad de los servicios básicos, se permiten incursiones inelásticas frente a esfuerzos sísmicos elevados en edificaciones. Como resultado, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la solicitud sísmica elástica máxima de la estructura.

La constante ocurrencia de grandes sismos en el mundo y en el Perú lleva a que cada vez se intente construir estructuras que cumplan normas y estándares, que, con su aplicación, dan posibilidades de éxito en su implementación en el comportamiento dinámico (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2019).

Las normas se elaboran en colaboración con ingenieros, arquitectos y sismólogos, y se basan en la experiencia de los sismólogos y el comportamiento de las obras existentes. Los geofísicos y geólogos pueden ayudarnos a comprender las propiedades físicas y la composición del suelo. La aplicación de normas permite estudiar criterios uniformes en el diseño de proyectos de ingeniería para hacerlos más sostenibles y seguros. Construir bien implica respetar las normas y utilizar materiales adecuados para garantizar la estabilidad durante y después de un desastre natural.

En Perú, la norma E030 es muy estricta en las zonas de alto riesgo, con el objetivo de garantizar que los edificios sean seguros y capaces de disipar la energía durante un terremoto fuerte. Si los planos de diseño y los cálculos estructurales han sido comprobados y aprobados por los códigos de construcción, es más probable que los edificios sean antisísmicos.

En general, la norma E030 pretende garantizar que las infraestructuras críticas (hospitales, clínicas, aeropuertos, servicios de agua, electricidad y teléfono) sigan funcionando durante y después de una catástrofe en beneficio de la población afectada. Como parte de la seguridad estructural, el mantenimiento periódico debe realizarse de acuerdo con el uso previsto, y cuando se completen los trabajos de renovación, deben contemplarse y revisarse desde un punto de vista arquitectónico, teniendo siempre presente la seguridad humana.

2.2.2. NORMAS TÉCNICAS

➤ Norma técnica E.020

Se debe considerar que todos los elementos estructurales que componen cualquier tipo de estructura, tales como edificios, casas, puentes, etc., deben soportar las cargas vivas y cargas muertas que se les aplican, dependiendo del tipo de proyecto o el propósito de la construcción para el cual está destinado, estas combinaciones deben funcionar como se describe en la norma y no deben causar deformaciones o esfuerzos superiores a los especificados en la directiva de la norma (MVCS, 2019).

➤ Norma técnica E.030

Define los lineamientos mínimos que deben existir al momento de diseñar estructuras u obras civiles; desde viviendas unifamiliares hasta grandes edificios o puentes; de acuerdo con principios básicos, la respuesta sísmica debe: prevenir la pérdida de vidas, asegurar la continuidad de los servicios básicos de construcción y reducir el daño estructural en caso de un terremoto (MVCS, 2019).

➤ Norma técnica E.060

Define los estándares y requisitos mínimos de especificaciones constructivas que debe tener cada elemento estructural de cada tipo de edificación de concreto armado, además de brindar la capacidad de realizar planos, diseño, análisis, ejecución y control de calidad del

proyecto, esto a su vez, establece requisitos para elementos de concreto armado, pretensado, prefabricado y simple, cabe señalar que esta norma no cubre el diseño y construcción de losas de soporte de suelo o el diseño e instalación de pilotes (MVCS, 2019).

2.2.3. CARGAS ESTRUCTURALES

➤ Carga viva repartida del piso

Cuando se menciona el término sobrecarga o carga viva, hace referencia a la masa de todos los ocupantes, materiales, herramientas, etc (MVCS, 2019).

Tabla 1

Cargas vivas mínimas según uso

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m ²)
Almacenaje	5.0 (500)
Baños	3.0 (300)
Bibliotecas	4.0 (400)
Salas de lectura	3.0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7.5 (750)
Corredores y escaleras	4.0 (400)
Centro de educación	
Aulas	2.5 (250)
Talleres	3.5 (350)
Auditorios, Gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3.0 (300)
Corredores y escaleras	4.0 (400)
Garajes	
Celdas y zona de habitación	2.0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Corredores y escaleras	4.0 (400)
Lugares de asamblea	
Con asientos fijos	3.0 (300)
Con asientos móviles	4.0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines	4.0 (400)
Graderías y tribunas	5.0 (500)
Corredores y escaleras	5.0 (500)
Oficinas (*)	

Exceptuando salas de archivo y computación	2.5 (250)
Salas de archivo	5.0 (500)
Salas de computación	2.5 (250)
Corredores y escaleras	4.0 (400)
Teatros	
Vestidores	2.0 (200)
Cuarto de Proyección	3.0 (300)
Escenario	7.5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asambleas
Tiendas	5.0 (500)
Corredores y escaleras	5.0 (500)
Viviendas	2.0 (200)
Corredores y escaleras	2.0 (200)

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.020 de Cargas (2019)

➤ **Tabiquería Móvil**

La tabiquería móvil se puede encontrar como una carga equivalente uniformemente distribuida por metro cuadrado de al menos 0,50 kPa (50 Kg/m²) para tabiques móviles ligeras de altura media y 1,0 kPa (100 kgf/m²) para tabiquería móvil de todo el ascensor, si se consideran tabiques móviles en el diseño, también se debe prestar atención a este tema en el plan arquitectónico (MVCS, 2019).

➤ **Cargas Vivas del Techo**

Cuando se utiliza el término carga viva de techo, nos referimos a aquellas cargas que les afectan por factores eternos distintos al peso de los elementos, nuestro proyecto clasifica techos que no están a más de 3° de la horizontal, lo que nos da una carga viva mínima de 1,0 kPa (MVCS, 2019).

➤ **Cargas Muertas**

Si se menciona el término carga muerta, significa una carga permanente tanto en la estructura como en el acabado, panderetas, etc (MVCS, 2019).

Tabla 2*Pesos de los materiales de construcción*

PESOS UNITARIOS	
Materiales	Peso KN/m ³ (kg/m ³)
Losa aligerada (h=20cm)	300 kg/m ²
Losa aligerada (h=25cm)	350 kg/m ²
Piso terminado	100 kg/m ²
Acabados	100 kg/m ²
Tabiquería móvil	120 kg/m ²
Albañilería ladrillo sólido	1800 kg/m ²
Albañilería ladrillo hueco	1350 kg/m ²

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.020 de Cargas (2019)

2.2.4. PELIGRO SÍSMICO

La fuerza de los sismos en un lugar concreto se denomina riesgo sísmico, y viene determinada exclusivamente por el paisaje sísmico de la zona, las propiedades del suelo y la topografía local, en términos técnicos, el riesgo sísmico se expresa como el valor máximo que cualquier indicador de gravedad puede alcanzar en una sola operación, como la aceleración máxima del suelo o la intensidad local (Muñoz, 2008).

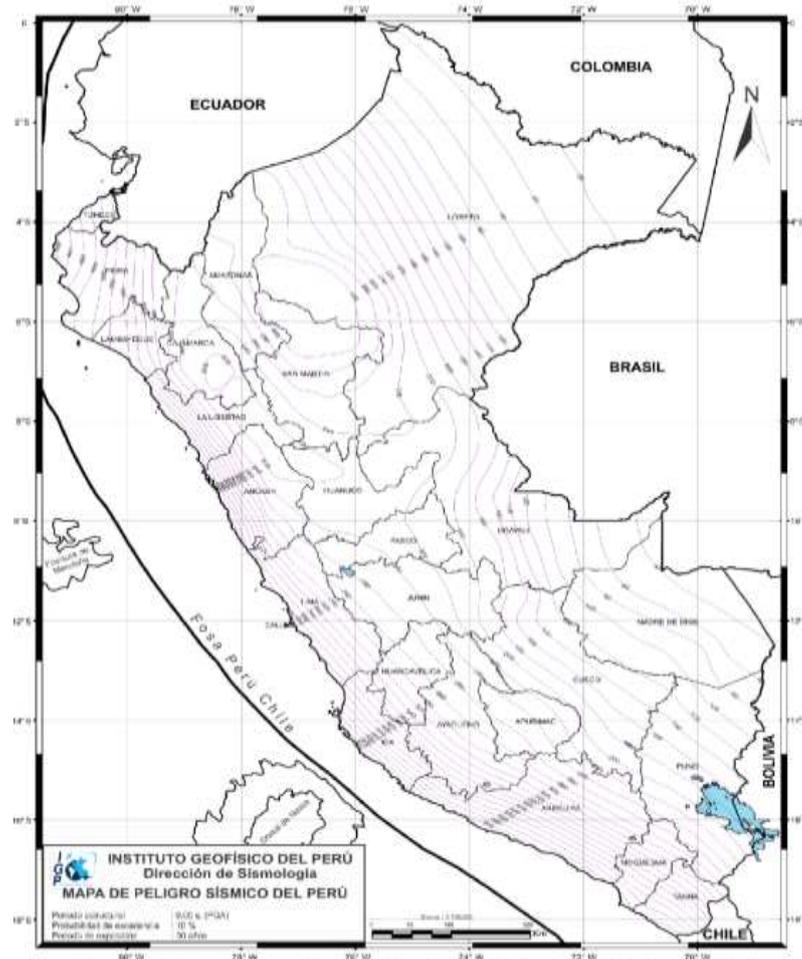
El Perú forma parte del Anillo del Pacífico, y en su frontera occidental, la convergencia de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana se está desarrollando a un ritmo de 7-8 cm/año, esta es la misma responsable de la actual geodinámica y geomorfología que existe en todo el Perú, asimismo, este proceso provocó un gran número de sismos de magnitudes y localizaciones variables a distintas profundidades, todos ellos relacionados con la fricción de placas (oceánicas y continentales), la deformación interna de la placa bajo la cordillera y las deformaciones superficiales de la placa en la superficie del continente (Tavera, 2019).

La ocurrencia de un evento sísmico es aleatoria, y el tiempo de recuperación es de 475 años, y las normas E-030-2003 y E-030-2019

muestran que la aceleración máxima de zonificación tiene una probabilidad del 10% de ser superada en 50 años (Retamozo, 2016).

Figura 1

Mapa de Aceleraciones Sísmicas



Nota. Figura tomada del Instituto Geofísico del Perú (2019).

2.2.5. RESPUESTA ESTRUCTURAL

2.2.5.1. DESPLAZAMIENTOS LATERALES ESPERADO

Se trata de las transiciones rígidas evaluadas en el edificio objeto de estudio, en función del código específico, en la mayoría de los edificios rígidos, esta deformación es menor; sin embargo, en edificios más flexibles o significativamente más altos, se acumula a medida que aumenta el nivel de movimiento lateral, para edificios convencionales, los movimientos laterales se calculan

multiplicando 0,75 R por los valores del análisis lineal y elástico en los que se reducen las perturbaciones sónicas, para edificios de construcción irregular, los movimientos laterales se calculan multiplicando 0,85 R por los valores del análisis lineal elástico (MVCS, 2019).

El control de los desplazamientos laterales es un indicador suficiente y fiable de la respuesta estructural de los edificios en relación con su comportamiento ante un evento sísmico, ya que los valores de los desplazamientos laterales pueden utilizarse para comparar la rigidez o elasticidad de la estructura frente a las cargas laterales (Andrade, 2004).

2.2.5.2. DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS ADMISIBLES

Estas últimas reglas limitan el movimiento relativo (deriva) de las estructuras, porque de alguna manera representan daños durante la construcción, por lo que este daño se considera reparado, tiene como objetivo determinar la máxima deriva material de la estructura.

La NTE E030 muestra compensaciones relativas aceptables en la Tabla 3:

Tabla 3

Valores máximos de la distorsión del entrepiso

Material	Dei
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01

En esta norma no estaba presente los Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada.

Tabla 4

Valores máximos de 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

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

La principal estrategia para llevar a cabo el refuerzo estructural de un edificio es tener en cuenta la elasticidad de la estructura, esta fuerza expresa la capacidad del edificio para deformarse bajo fuerzas laterales y se calcula como resultado del piso, como resultado, la derivación narrativa se considera un indicador suficiente para determinar la respuesta estructural (Muñoz et al., 2004).

2.2.5.3. FUERZA CORTANTE MÍNIMA

Esto también se conoce como cortante básico y se utiliza para corregir deformidades, sin embargo, nuestra norma sugiere que el esfuerzo cortante descubierto durante el análisis dinámico se utilice en el diseño de los componentes estructurales del edificio, asimismo, el esfuerzo cortante en cada dirección examinado en la primera planta media del edificio no debe superar el 80% del esfuerzo cortante en edificios normales y debe ser inferior al 90% en edificios irregulares (MVCS, 2019).

Cuando se analizan las fuerzas de diseño que actúan sobre la estructura durante un evento sísmico, la resistencia al corte basal se considera un indicador suficiente, esto se debe al hecho de que la respuesta estructural del edificio depende de la fuerza de corte que actúa sobre cada plano del edificio, en consecuencia, la resistencia de corte basal podría considerarse un indicador ideal (Mendoza et al., 2015)

2.2.6. SISMO

Se trata de un fenómeno natural (terremoto) que provoca fuertes vibraciones en la corteza terrestre causadas por ondas sísmicas, liberando la energía almacenada en la atmósfera, la vibración no tiene dirección y puede producirse en cualquier dirección, los sismos más peligrosos y significativos son los de origen tectónico, provocados por movimientos bruscos de las grandes placas que dividen la corteza terrestre (Bazán et. al, 2002).

2.2.7. HIPOCENTRO

Es el punto en el que se libera energía durante un terremoto, en la Tierra, existen tres tipos, superficial (70 km de profundidad), media (70-300 km) y profunda (más de 300 km), foco se refiere a la ubicación de la fractura (Bazán et. al, 2002).

2.2.8. EPICENTRO

Es la proyección del foco sobre el suelo o también se puede decir que es el lugar del suelo donde el tamaño del terreno es mayor (Meli, 2007).

2.2.9. ONDAS SÍSMICAS

La energía liberada tras una catástrofe natural (terremoto) viaja desde la ruptura a través de varios tipos de ondas que provocan vibraciones en la corteza terrestre, existen dos tipos de ondas, las ondas de cuerpo (ondas primarias y secundarias) y las ondas de superficie

(ondas Rayleigh y Love), siendo las ondas de superficie las más peligrosas (Bazán et. al, 2002).

2.2.10. PELIGRO SÍSMICO

La fuerza de un temblor en un lugar determinado se denomina amenaza o riesgo, y viene determinada únicamente por la perspectiva sísmica de la zona, la topografía y las características del suelo, en planificación, el riesgo se define como el valor máximo que puede obtener localmente un determinado indicador de demanda, como la intensidad local o la aceleración máxima en tierra (Muñoz, 2008).

2.2.11. EFECTOS SÍSMICOS EN LOS EDIFICIOS

Los sismos generan vibraciones en el suelo que se transmiten a los cimientos de los edificios, haciendo que estas estructuras sigan las vibraciones del suelo, por otro lado, la masa del edificio se vuelve resistente al movimiento dinámico y sigue las vibraciones de los cimientos, provocando que la estructura sea peligrosa.

La flexibilidad estructural del edificio bajo la influencia de las fuerzas de inercia hace que la estructura se comporte de forma diferente según se mueva el terreno, además, las fuerzas son iguales a la masa del edificio y también están en función de la participación dinámica que determina su movimiento (Bazán et. al, 2002)

2.2.12. PREDIMENSIONAMIENTO

El predimensionamiento es un procedimiento iterativo en el que se ajusta el planteamiento inicial de los elementos hasta encontrar la propuesta óptima.

Como resultado, se analizan las porciones iniciales de las partes verticales y horizontales de la estructura, y con ellas se realiza un análisis estructural preliminar.

Las propuestas iniciales para esta sección no son deterministas, las partes se mejoran gradualmente a través de un proceso de diseño efectivo, pero el número de iteraciones requeridas puede reducirse con la mejor elección inicial (Kardestuncer, 1980).

2.2.13. PARÁMETROS SÍSMICOS

Son los niveles de refuerzo especificados en diversas modificaciones de la norma E.030 que mejoran o reducen la resistencia a cortante de la base del edificio en caso de terremoto, vienen determinados por la topografía del terreno sobre el que se construye la estructura, así como por su uso y forma (MVCS, 2019).

a) Factor de Zona “Z”

Se define como la mayor aceleración horizontal en un suelo resistente que se prevé que supere el 10% al cabo de 50 años en función de la gravedad (Monroy et. al, 200).

Debido a que el Perú está separado en zonas sísmicas, la zonificación está determinada por las características básicas de los movimientos sísmicos, la distribución geográfica de las zonas sísmicas detectadas, su inclinación relativa a la distancia del epicentro y la información neotectónica.

Tabla 5

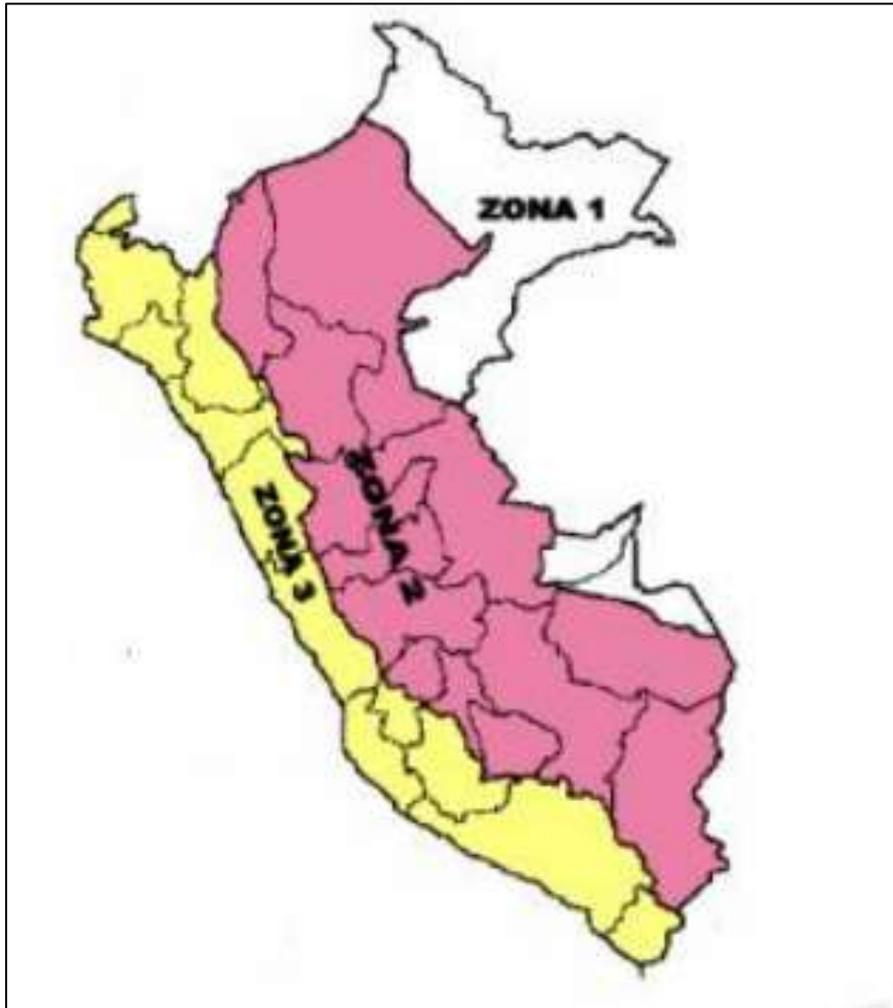
Factor de Zonificación “Z”

NORMA 2003		NORMA 2019	
ZONA	Z	ZONA	Z
3	0.4	4	0.45
2	0.3	3	0.35
1	0.15	2	0.25
		1	0.1

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Figura 2

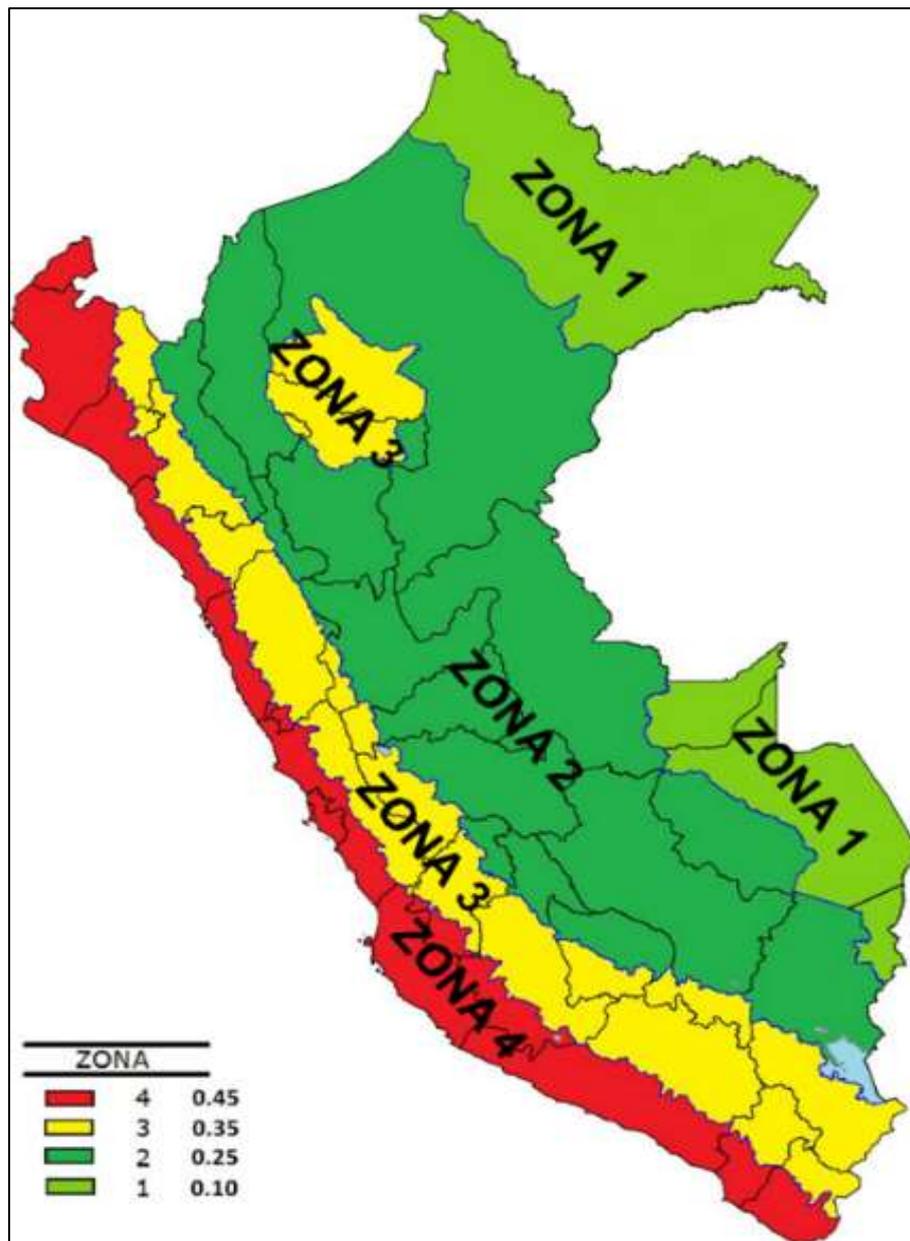
Zonificación 2003



Nota. Figura tomada de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003)

Figura 3

Zonificación 2019



Nota. Figura tomada de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

La edificación en análisis se ubica en el distrito de Amarilis, en la provincia de Huánuco; según ambas normas el distrito de Amarilis se encuentra en la Zona 2, pero varía en el factor de zonificación siendo $Z=0.3$ en la norma E.030-2003 y $Z=0.25$ en la norma E.030-2019.

Cabe señalar que ciertas ubicaciones que anteriormente eran Zona 3 en el normar E.030 de 2003 se han convertido en Zonas 3 y 2 en la norma E030-2019, mientras que algunas ubicaciones costeras ahora son zona 4.

En la siguiente tabla se muestran diferencias en porcentajes de factores de zona:

Tabla 6
Variaciones de “Z”

Situaciones de cambio	NTE.030-2003	NTE.030-2019	Variaciones
De zona 1 (2003) a zona 1 (2019)	0.15	1	-33%
De zona 2 (2003) a zona 1 (2019)	0.3	0.1	-67%
De zona 2 (2003) a zona 3 (2019)	0.3	0.35	17%
De zona 3 (2003) a zona 2 (2019)	0.4	0.25	-38%
De zona 3 (2003) a zona 3 (2019)	0.4	0.35	-13%
De zona 3 (2003) a zona 4 (2019)	0.4	0.45	13%

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003 y 2019)

b) Condiciones Geotécnicas

De acuerdo a la Norma E.030 los estratos de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_s).

Los estratos del suelo se clasifican en función de la velocidad media de propagación de las ondas de cizalladura (\bar{V}_s) (MVCS, 2019).

En la norma E.030-2003 presenta 4 tipos de perfiles;

- Tipo S1
- Tipo S2
- Tipo S3
- Tipo S4

En la norma E.030-2019 presenta 5 tipos de perfiles;

- Tipo S0
- Tipo S1

- Tipo S2
- Tipo S3
- Tipo S4

c) Parámetros de Sitio

Para la norma E.030-2003 que presenta 4 tipos de perfiles.

Tabla 7

Parámetros de suelo

Tipo	Descripción	Tp(S)	S
S1	Roca o suelos muy rígidos	0.4	1.0
S2	Suelos intermedios	0.6	1.2
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S4	Condiciones excepcionales	*	*

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003)

Para la norma E.030-2019 que presenta 5 tipos de perfiles;

Tabla 8

Factor de suelo

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
Z4			1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2			1.20	1.40
Z1			1.60	2.00

Fuente: Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Tabla 9*Periodo TP y TL E.030-2019*

PERIODOS "TP" Y "TL"				
Periodos	Perfil = S0	Perfil = S1	Perfil = S2	Perfil = S3
TP (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

d) Elemento de Amplificación Sísmica

Las características que presenta el sitio dan lugar al factor de amplificación sísmica (C).

Según la norma E.030-2003 Diseño sismorresistente

Tabla 10*Factor de Amplificación Sísmica-2003*

Factor de Amplificación Sísmica
$C = 2.5 \times (T_p/T); C \leq 2.5$

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003)

Tabla 11*Factor de Amplificación Sísmica*

Factor de Amplificación Sísmica	
$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2.5 \times (T_p/T)$
$T > T_L$	$C = 2.5 \times ((T_p \times T_L)/T^2)$

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

T indica el tiempo, y C el coeficiente, que se define como el factor de amplificación de la aceleración de la estructura en relación con la aceleración del suelo.

e) Categoría de la edificación y factor de uso

La construcción se clasifica según el valor y el destino del uso. Según la NTE E030 2003-2019, se dividen en 4 categorías:

- Edificaciones esenciales (categoría A)
- Edificaciones importantes (categoría B)
- Edificaciones comunes (categoría C)
- Edificaciones temporales (categoría D)

Según la tabla 6 de la NTE E030, las edificaciones corresponden al grado C (grandes obras) con el factor $U = 1,0$.

Tabla 12

Factor de uso U

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003 y 2019)

f) Sistema Estructural y Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R_o)

El factor esencial de reducción de la fuerza sísmica (R_o) refleja la ductilidad que un componente proporcionará en caso de un evento sísmico y, como tal, puede desarrollarse utilizando una filosofía de diseño sísmico.

Tabla 13

Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (R_o)

Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción, R
Acero	

Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	9.5
Otras estructuras de acero	
Arriostres Excéntricos	6.5
Arriostres en Cruz	6.0
Concreto Armado	
Pórticos	8.0
Dual	7.0
De muros estructurales	6.0
Muros de ductilidad limitada	4.0
Albañilería armada o confinada	3.0
Madera (por esfuerzos admisibles)	7.0

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003)

Tabla 14

Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (R₀)

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R ₀ (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

g) Factores de Irregularidad

Para estimar el factor de reducción sísmica, la NTE E030 penaliza el Ro por construcción irregular.

Se distinguen dos tipos principales de irregularidades estructurales: irregularidad en altura (Ia) y en planta (Ip).

Para la norma E.030-2003 para la estructura irregular el factor de reducción R se multiplicará por 3/4.

Tabla 15

Factor de Irregularidad estructural en altura

Irregularidad en altura	"Ia"
Irregularidad de rigidez - piso Blando	0.75
Irregularidad de peso o masa	0.75
Irregularidad geométrica vertical	0.75
Discontinuidad en los sistemas Resistentes	0.75

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003)

Tabla 16

Factor de Irregularidad estructural en planta

Irregularidad en planta	"Ip"
Irregularidad torsional	0.75
Esquinas entrantes	0.75
Discontinuidad de diafragma	0.75

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2003)

Para la norma E.030-2019 este factor de irregularidad presenta distintos valores.

Tabla 17

Factor de Irregularidad estructural en altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad Ia
---	----------------------------

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0,75
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5
Irregularidad de Masa o Peso	0.9
Irregularidad Geométrica Vertical	0.9
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.8
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.6

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

Tabla 18

Factor de Irregularidad estructural en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.6
Esquinas Entrantes	0.9
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.9

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

➤ Restricciones de irregularidades

Según la norma E030-2019, deben evaluarse las siguientes anomalías en función de la clase y la ubicación del edificio.

Tabla 19

Categoría y regularidad de las edificaciones

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas

2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
1	Sin restricciones

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

➤ Estimación del Peso (P)

Según E030, el peso del edificio se estima sumando las cargas vivas y muertas, y la proporción de carga real se calcula de la siguiente manera.

Tabla 20

Estimación del peso

En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

Nota. Datos tomados de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente (2019)

2.2.14. ANÁLISIS SÍSMICO

Blanco (1990) afirma que la construcción sismorresistente es única porque la fuerza de inercia provocada por los sismos es mayor que la carga máxima que debe soportar la estructura durante su vida útil, por lo que la estructura debe estar orientada para evitar la falla frágil, que tiende a ocurrir el comportamiento elástico del edificio a la luz para sismos que ocurren con frecuencia, y el comportamiento inelástico del edificio para sismos fuertes que ocurren con menor frecuencia.

El análisis puede realizarse para estructuras regulares suponiendo que la fuerza sísmica total actúa independientemente en dos direcciones ortogonales principales, en el caso de los edificios irregulares, debe considerarse que el efecto sísmico se produce en la dirección de diseño más desfavorable (MVCS, 2019)

El cálculo de los elementos verticales, los elementos horizontales de gran luz, los pilares o elementos pretensados y los elementos de construcción en voladizo o en voladizo tiene en cuenta los criterios sísmicos verticales, se supone que la fuerza sísmica vertical actúa sobre los elementos de forma concurrente con la fuerza sísmica horizontal, y en la dirección más desfavorable según el estudio.

2.2.15. MODELOS PARA EL ANÁLISIS

San Bartolomé (2014) indica que el diseño de la fórmula estructural tiene en cuenta los efectos del proceso de construcción e incorpora procedimientos razonables, y que puede utilizarse cualquier metodología de solución para calcular las fuerzas internas de las partes estructurales y los movimientos laterales de la estructura, con respecto a E.030, al diseñar la estructura deben tenerse en cuenta una distribución de masas y una rigidez adecuadas, el proyecto realizará un análisis sísmico estático y dinámico con el software ETABS v18, lo que nos permitirá responder a cualquier consulta sísmica utilizando el análisis modal dinámico descrito en la norma E.030.

2.2.16. ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA

Blanco (2014) menciona que la estructura debe cumplir con las condiciones de gravedad, así como con los requisitos sísmicos, puede realizarse un análisis sísmico para determinar que la estructura cumple los criterios de rigidez y desplazamiento de la norma de diseño sísmico E.030, además, se adquieren las fuerzas internas de los materiales sismorresistentes y se utilizan en la planificación, el análisis debe realizarse en función de la importancia del edificio, la zona y la configuración estructural, y los métodos de análisis sísmico de edificios son el método de análisis estático, cuyo análisis se da con la fuerza lateral correspondiente, y el método de análisis dinámico modal, que se encuentra en las normas E.030-2003 y E.030-2019.

2.2.17. ANÁLISIS ESTÁTICO

Las normas técnicas E030 utilizan este procedimiento analítico para el diseño debido a su simplicidad. Este sistema se caracteriza por el uso de una fuerza estática equivalente como se define en la E.030 2019, que es una técnica donde el movimiento principal de la cortante “V” se reemplaza por una fuerza lateral equivalente distribuida en cada dirección principal de la estructura de cada planta que representa, la cual varía según la altura del edificio.

Wakabayashi (1988) indica que la resistencia sísmica prevista es ventajosa en función de la construcción, la importancia y la zonificación del edificio.

2.2.18. ANÁLISIS DINÁMICO

Retamozo (2016) este enfoque se emplea si se requiere una investigación más amplia de la fuerza sísmica y la reacción estructural de la estructura; emplea métodos de combinación espectral, según la norma técnica E-030-2003, el enfoque de combinación espectral se emplea en edificios normales y el método de análisis histórico en estructuras especiales, de acuerdo con la nueva norma técnica E-030-2019, la investigación se lleva a cabo utilizando el análisis dinámico modal espectral y, si es necesario, el análisis histórico, que no es necesario como análisis de diseño.

➤ Análisis Modal

Rodríguez (2016) el análisis modal espectral es un método para evaluar los desplazamientos y fuerzas en las partes de un sistema estructural, su fundamento metodológico es que la vibración de la tierra se transfiere a través de sus elementos a toda la estructura, haciendo que las masas primarias se muevan o se desplacen con respecto al suelo, del mismo modo, la estructura puede compararse con una serie de péndulos invertidos que vibran en la base, cada uno de los cuales representa el comportamiento de un determinado modo de vibración de

la estructura, en consecuencia, no todos los péndulos reaccionan de la misma manera a la vibración de la base, en realidad, cada estructura tiene su propia frecuencia o frecuencia natural, que viene definida sobre todo por la rigidez y la altura a la que vibra cuando se somete a determinados estímulos.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. SISMO

Es el proceso de creación y liberación de energía, que luego viaja en forma de ondas por el interior de la Tierra, cuando estas ondas llegan a la superficie, las estaciones sísmicas las controlan y detectan población y estructuras (IGP, 2021)

2.3.2. PELIGRO SÍSMICO

Probabilidad de que se produzca un sismo cuyo impacto y ciertas características superen un cierto nivel en un determinado período de tiempo (CENEPRED, 2020).

2.3.3. ONDAS SÍSMICAS

Estas son ondas emitidas por la liberación de energía que viaja a través de la tierra como ondas elásticas. Hay dos tipos: ondas de cuerpo y ondas de superficie (IGP, 2021).

2.3.4. INTENSIDAD SÍSMICA

La energía sísmica es un modelo cualitativo de los efectos sobre las personas, los hogares, los equipos y la naturaleza, a diferencia de la consecuencia, la fuerza de un terremoto puede variar en diferentes zonas geográficas, cuanto más cerca está el epicentro, mayores serán (CENEPRED, 2020).

2.3.5. RIESGO SÍSMICO

Son las posibles consecuencias sociales y económicas de un sismo debido a la falla de estructuras cuya resistencia superó al sismo (NSR-10, 2021).

2.3.6. MAGNITUD SÍSMICA

La magnitud representa el choque liberado en el hipocentro, la severidad del tsunami parcial es única, no tiene relación con el enclave de la causa geográfica (IGP, 2021).

2.3.7. SISMICIDAD

Los terremotos ocurren cuando el esfuerzo del suelo alcanza un nivel mayor que la resistencia de la roca, lo que hace que los lados opuestos de la roca se rompan repentinamente o se deslicen violentamente de un lado a otro, estos esfuerzos pueden actuar perpendiculares a la falla, empujando piedras entre ellas, o paralelas a la falla, moviendo piedras unas contra otras (NSR-10, 2021).

2.3.8. AMENAZA SÍSMICA

Es el valor esperado de los efectos sísmicos futuros en el área de interés, cuantificado por la aceleración horizontal del suelo esperada que es probable que se exceda en un momento dado (NSR-10, 2021).

2.3.9. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

Subdivisión de una gran región o ciudad en zonas más pequeñas que son comparables en cuanto a la forma en que se ven afectadas por los movimientos sísmicos, teniendo en cuenta las características de las capas de suelo subyacentes (NSR-10, 2021).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La propuesta de un análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 es más conservadora que la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023.

H₀: La propuesta de un análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 no es más conservadora que la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento Estructural

Indicadores

- Estimación de peso
- Análisis Dinámico
- Análisis Modal
- Análisis Espectral
- Desplazamiento
- Deriva

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Norma Técnica E.030

Indicadores

- Zonificación
- Parámetros de sitio
- Factor de amplificación
- Uso del edificio

- Sistema Estructural
- Coeficiente de reducción sísmica

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 21

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente Norma Técnica E.030	Peligro Sísmico	<ul style="list-style-type: none"> • Zonificación • Parámetros de Sitio • Factor de amplificación 	Cuantitativa.	Discreta
	Parámetros Sísmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del edificio • Sistema Estructural • Coeficiente de reducción sísmica 		
V. dependientes Comportamiento Estructural	Análisis Estructural	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación del Peso • Análisis Dinámico • Análisis Modal • Análisis Espectral 	Cuantitativa.	Discreta.
	Espectro Sísmico	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento • Deriva 		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El trabajo de investigación presenta un nivel de enfoque **cuantitativo** porque lo que se busca es expresar los resultados de la investigación como valores numéricos a partir del modelado usando el software Etabs.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Este estudio es descriptivo comparativo, ya que revela las características del problema actual y no modifica la variable de investigación; su objetivo es medir toda la información relacionada con la misma idea y las variables de las que se va a informar, ya sea por separado o en conjunto.

3.1.3. DISEÑO

El trabajo de investigación presenta un diseño no experimental transversal, por lo que la variable no se manipula ni influye intencionalmente de ninguna manera, por lo que es un estudio donde la variable independiente no se cambia intencionalmente.

M1-----O1

M2-----O2

Donde:

M1: Aplicación de parámetros de la Norma E.030-2003

M2: Aplicación de parámetros de la Norma E.030-2019

O1: Respuesta Estructural según la Norma E.030-2003

O2: Respuesta Estructural según la Norma E.030-2019

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estudiada estará conformada por diversos edificios multifamiliares ubicados en el distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Para la muestra de la investigación se presentará la vivienda multifamiliar. Esta estructura estará ubicada en el distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco.

- **Criterios de inclusión:** Se trata de viviendas multifamiliares ubicadas en San Luis Sector I del distrito de Amarilis, con 5 pisos y del sistema estructural aporticado además de una extensión de terreno similar de la estructura formada por el sistema investigado en el presente estudio.
- **Criterios de exclusión:** Varios terrenos para uso de viviendas multifamiliares que presentan diferente tipo terreno, diseñados a partir de nuestra investigación con el sistema estructural diferente, más de cinco plantas y con fines comerciales, industriales u otros.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Según Ñino (2011) menciona que las técnicas son métodos específicos que deben aplicarse en el desarrollo de un método científico para recopilar los datos necesarios en un estudio.

- Utilizaremos el enfoque de observación ya que nos permite ver la diferencia en los resultados de ambas normas E030-2019 y E030-2003 y cómo esto afecta a la respuesta sísmica en el edificio utilizando el análisis sísmico.

- La recolección de todos estos datos será en primer lugar para identificar y predimensionar nuestra estructura.
- Para predimensionar primero será necesario la medición de las longitudes de las luces libres y/o críticas para el predimensionamiento de vigas y losas, a la vez de la identificación de la categoría de la estructura para conocer la dimensión requerida en las columnas.

Como dispositivo de recogida de datos, se empleó un formulario de observación (anexo 3) para adquirir un mejor conocimiento del lugar de la investigación. También empleamos el programa Etbas v18 para modelar la construcción, lo que nos proporcionó un modelo computacional adecuado de la residencia multifamiliar. También empleamos equipos de georreferenciación para recoger datos topográficos, así como instrumentos tecnológicos como ordenadores portátiles o discos duros eternos para almacenar e interpretar los datos topográficos.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se realizó una visita al terreno del presente proyecto, el cual se encuentra ubicado en el jirón Huascarán en el distrito de Amarilis, donde se identificó y se pudo realizar la configuración estructural del edificio obteniendo los planos arquitectónicos y las características del suelo, que sirvieron para poder definir los parámetros del edificio. A continuación, se eligió la configuración estructural de la estructura mediante un sistema estructural, especificaciones de materiales, estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales de acuerdo con los criterios proporcionados por las normas E.030-2003 y E.030-2019, por último, utilizamos el programa Etabs v18 para realizar un estudio exhaustivo de la estructura, lo que nos permitió diseñar y analizar el edificio al tiempo que validábamos lo asignado en ambas normas. Utilizamos varias figuras y tablas creadas tras el estudio en Autocad, Excel y el programa Etabs v18 para ilustrar los resultados.

Tabla 22*Tabla de Excel de las Cargas del 1 al 4 piso*

1er, 2do, 3er, 4to piso		
	Aligerado	=
	Viga	=
CM	Columna	=
	Piso terminado	=
	Tabiquería	=
CV	S/C	=

Tabla 23*Tabla de Excel de las Cargas del 5 piso*

5to piso		
	Aligerado	=
	Viga	=
CM	Columna	=
	Piso terminado	=
	Tabiquería	=
CV	S/C	=

Tabla 24*Tabla de Excel para la Verificación de Fuerza Cortante Dinámica*

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 90%
X-X				-
Y-Y				-

Tabla 25*Tabla de Excel de Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico*

N pisos	hei(m)	$\Delta ei(mm)$	$\phi_{elástica}$	$\phi_{inelástica}$	$\phi_{E.030}$
5					
4					
3					
2					
1					

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis e interpretación de los datos, primero se delimitó el terreno, luego se realizó la distribución arquitectónica con el software AutoCAD, seguido de la estructuración, análisis sísmico y diseño del edificio con el software ETABS v18; a través de este proceso es posible obtener resultados sobre la respuesta estructural como desplazamientos, derivas, cantidades, cuantías, momentos, resistencias y elasticidad, y estos valores fueron plasmados en tablas para una mejor comprensión. Posteriormente, los resultados del software pueden ser comparados entre las normas E.030-2003 y E.030-2019 por medio de tablas, donde se evalúa y compara quién tiene valores más conservadores.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 26

Recolección de datos

Datos	
Área del terreno	176 m ²
Perímetro de terreno	60 m
Número de pisos	5
Zona sísmica	2
Tipo de suelo	S2

Nota. Tenemos en la tabla los datos que se tiene del terreno y la zonificación para el distrito de Amarilis.

Tabla 27

Consideraciones de la estructura

Consideraciones	
Material	Concreto Armado
Sistema estructural	Aporticado
Uso	Vivienda
Edificaciones comunes	Categoría C

Nota. Se observa en la tabla las consideraciones importantes que se tendrá para la estructura.

4.1.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En el predimensionamiento de los elementos estructurales se hará uso de los siguientes criterios:

➤ **Predimensionamiento de losa aligerada**

Se tendrá como luz mayor entre ejes $L = 4.4\text{m}$, entonces tendremos lo siguiente:

$$e = \frac{4.4}{25}$$

$$e = 0.176\text{m}$$

Se recomienda un espesor de losa de:

$$e = 0.2\text{m} \approx 20\text{ cm}$$

➤ **Predimensionamiento de vigas**

Para el predimensionamiento del ancho de base (b) se usa la siguiente fórmula:

$$b = \frac{h}{2} > 0.25\text{m}$$

Dimensiones de vigas principales $h=0.3\text{m}$, $b= 0.25\text{m}$

Dimensiones de vigas secundarias $h=0.25\text{m}$, $b= 0.25\text{m}$

➤ **Predimensionamiento de columnas**

Se tendrá entonces columnas interiores de sección $0.40.4\text{m}$ y exteriores de $0.30.4\text{m}$, además de esto se cumple que el momento de inercia de la columna es mayor al de la viga.

4.1.3. DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA

Los siguientes planos muestran la disposición arquitectónica empleada en el proyecto.

Figura 4

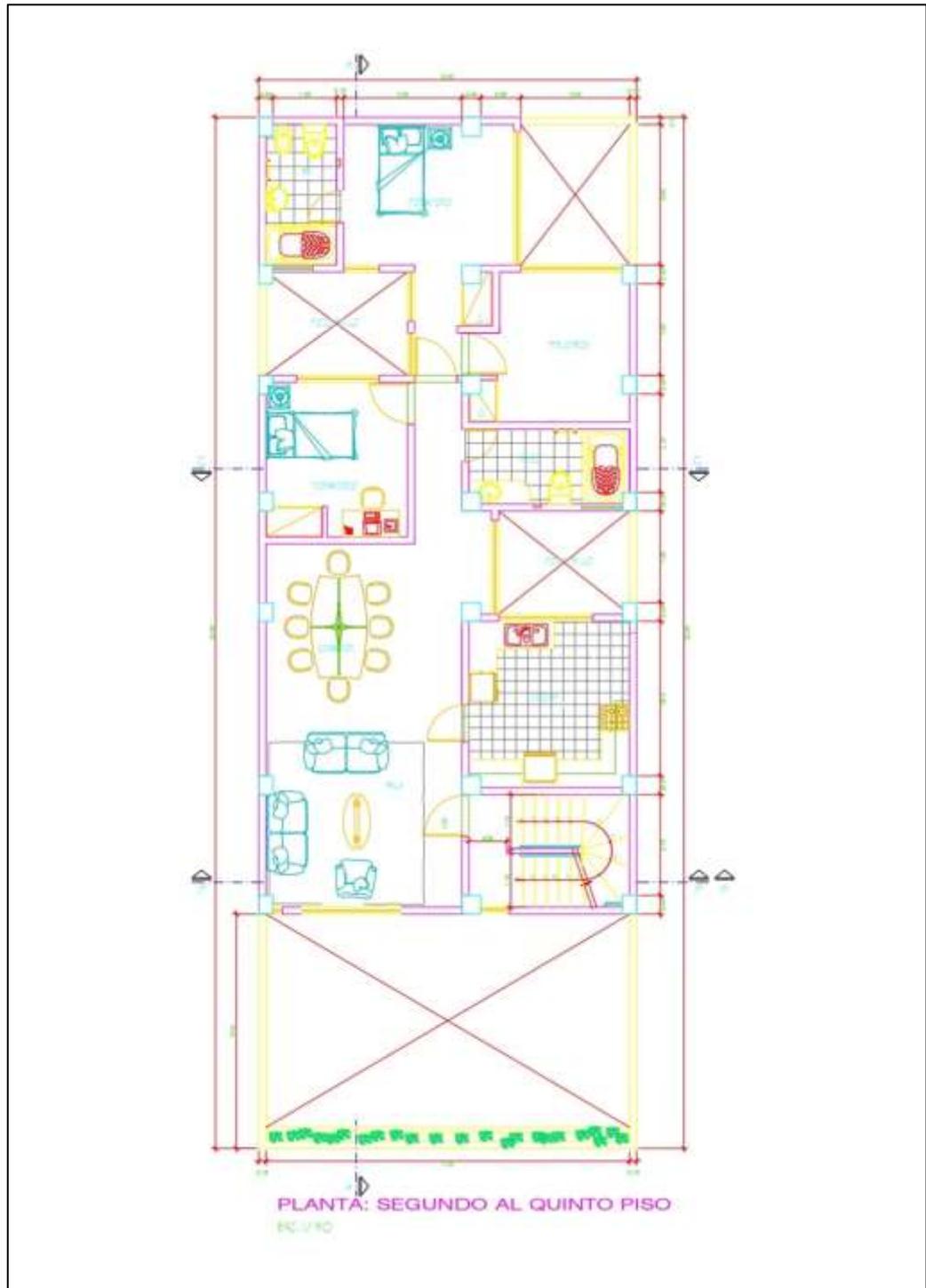
Planta del primer nivel



Nota: En la figura se observa la distribución arquitectónica del primer nivel

Figura 5

Planta del segundo al quinto nivel



Nota: En la figura se observa la distribución arquitectónica del segundo al quinto nivel

4.1.4. PARÁMETROS SÍSMICOS

Se usarán parámetros sísmicos de la norma técnica de diseño sismorresistente que se mencionarán a continuación.

4.1.4.1. ZONIFICACIÓN

➤ Norma Técnica E.030-2003

Según la Norma Técnica E.030 – 2003 se obtiene un valor del factor de zona para el departamento de Huánuco de $Z = 0.3$.

➤ Norma Técnica E.030-2019

La Norma Técnica E.030 – 2019 se obtiene un valor del factor de zona para el departamento de Huánuco de $Z = 0.25$.

4.1.4.2. Categoría de edificación

➤ Norma Técnica E.030-2003

Según la Norma Técnica E.030 – 2003 para la categoría C de edificaciones comunes, se obtiene un factor $U=1.0$.

➤ Norma Técnica E.030-2019

Según la Norma Técnica E.030 – 2019 para la categoría C de edificaciones comunes, se obtiene un factor $U=1.0$.

4.1.4.3. PARÁMETROS DE SUELO

➤ Norma Técnica E.030-2003

El tipo de suelo utilizable donde se presenta el proyecto corresponde al tipo de suelo intermedio S2.

Según la Norma Técnica E.030 – 2003 para un suelo de tipo S2 se obtiene los factores de edificación de $T_p(S) = 0.6$ y $S = 1.2$.

➤ **Norma Técnica E.030-2019**

Según la Norma Técnica E.030 – 2019 para un factor de zona Z2 y un factor de suelo de tipo S2 se obtiene el factor de suelo de: $S = 1.2$. Para esta norma se requiere de los valores del factor de suelo que se toma de la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente 2019.

Según la Norma Técnica E.030 – 2019 para un suelo de tipo S2 se obtiene los factores de edificación de $T_p(S) = 0.6$ y $T_L(S) = 2.0$.

4.1.4.4. SISTEMA ESTRUCTURAL

➤ **Norma Técnica E.030-2003**

Según la Norma Técnica E.030-2003, el coeficiente de reducción es $R = 8.0$ cuando el edificio tiene un sistema estructural de hormigón armado del tipo pórtico. Sin embargo, la estructura es irregular, por lo que el valor de R debe incrementarse en 0.75 según el artículo 12 de la Norma Técnica E.030-2003. En consecuencia, el factor de reducción último para cada dirección es $R = 6.0$.

➤ **Norma Técnica E.030-2019**

El coeficiente de reducción para un edificio con sistema estructural de hormigón armado es $R=8.0$, según la Norma Técnica E.030 - 2019. Una vez obtenido este valor, se calcula el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R, que es el producto del coeficiente de reducción, la irregularidad de altura y la irregularidad de planta. El factor de reducción de la fuerza sísmica es, por tanto, $R = 6.0$.

4.1.4.5. PERIODO FUNDAMENTAL

➤ **Norma Técnica E.030-2003**

Usaremos en período fundamental según la Norma Técnica E.030-2003.

La estructura presenta un sistema estructural de concreto armado del tipo pórticos

$$T = 0.38$$

➤ **Norma Técnica E.030-2019**

Usaremos en período fundamental según la Norma Técnica E.030-2019.

$$T = 0.38$$

4.1.4.6. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

➤ **Norma Técnica E.030-2003**

$$C = 3.95$$

Pero como este valor es mayor que 2.5, y este no debe superar ese valor por lo que optamos por utilizar dicho número.

$$C = 2.5$$

➤ **Norma Técnica E.030-2019**

Según la Norma E.030-2019 el factor de amplificación es:

$$C = 2.5$$

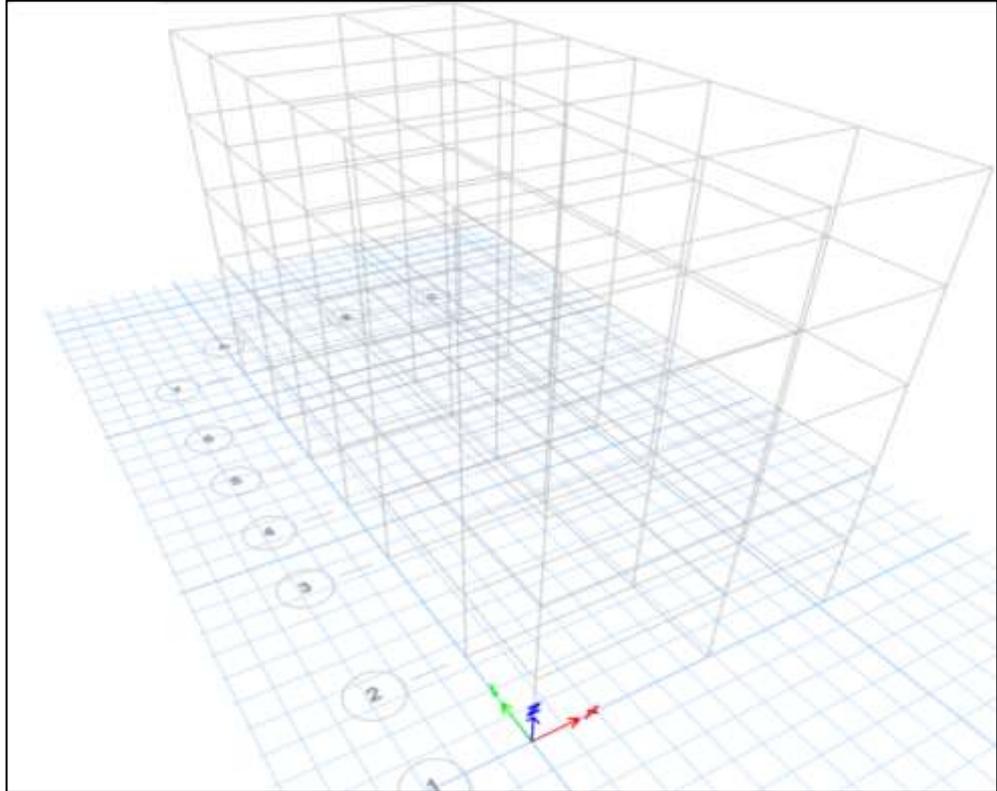
4.1.5. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL

Para el modelo matemático de la estructura diseñada se utilizó el software ETABS v18, se realizó un modelo efectivo a partir de la estructuración de los elementos estructurales y un previo predimensionamiento.

➤ **Creación de grillas**

Figura 6

Grillas en vista 3D en el software Etabs



Nota: Se observa la creación de grillas de vista en 3D en el software Etabs v18 en donde se observan los ejes 1-7 y A-C, donde vamos a modelar la estructura.

➤ **Propiedades de materiales**

En el diseño se utiliza concreto armado con una resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura 7

Propiedades del concreto

ET Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: kgf/m³

Mass per Unit Volume: kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: kgf/mm²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: kgf/mm²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Nota. Se observa en la figura las propiedades para el material de concreto armado con una resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm².

Figura 8

Propiedades del acero

Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: kgf/m³

Mass per Unit Volume: kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: kgf/mm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Nota. Se observa en la figura las propiedades para el material de acero con límite de fluencia $f_y=4200$ kg/cm².

➤ **Creación de elementos estructurales**

Figura 9

Propiedades de columna 40x40



Nota: Se observa las propiedades de la sección de columna central de 40x40 cm² en el software Etabs v18.

Figura 10

Propiedades de la sección 40x40

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

- P-M2-M3 Design (Column)
- M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: ...

Confinement Bars (Ties): ...

Reinforcement Configuration

- Rectangular
- Circular

Confinement Bars

- Ties
- Spirals

Check/Design

- Reinforcement to be Checked
- Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face:

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face:

Longitudinal Bar Size and Area: ... m²

Corner Bar Size and Area: ... m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: ... m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): m

Number of Confinement Bars in 3-dir:

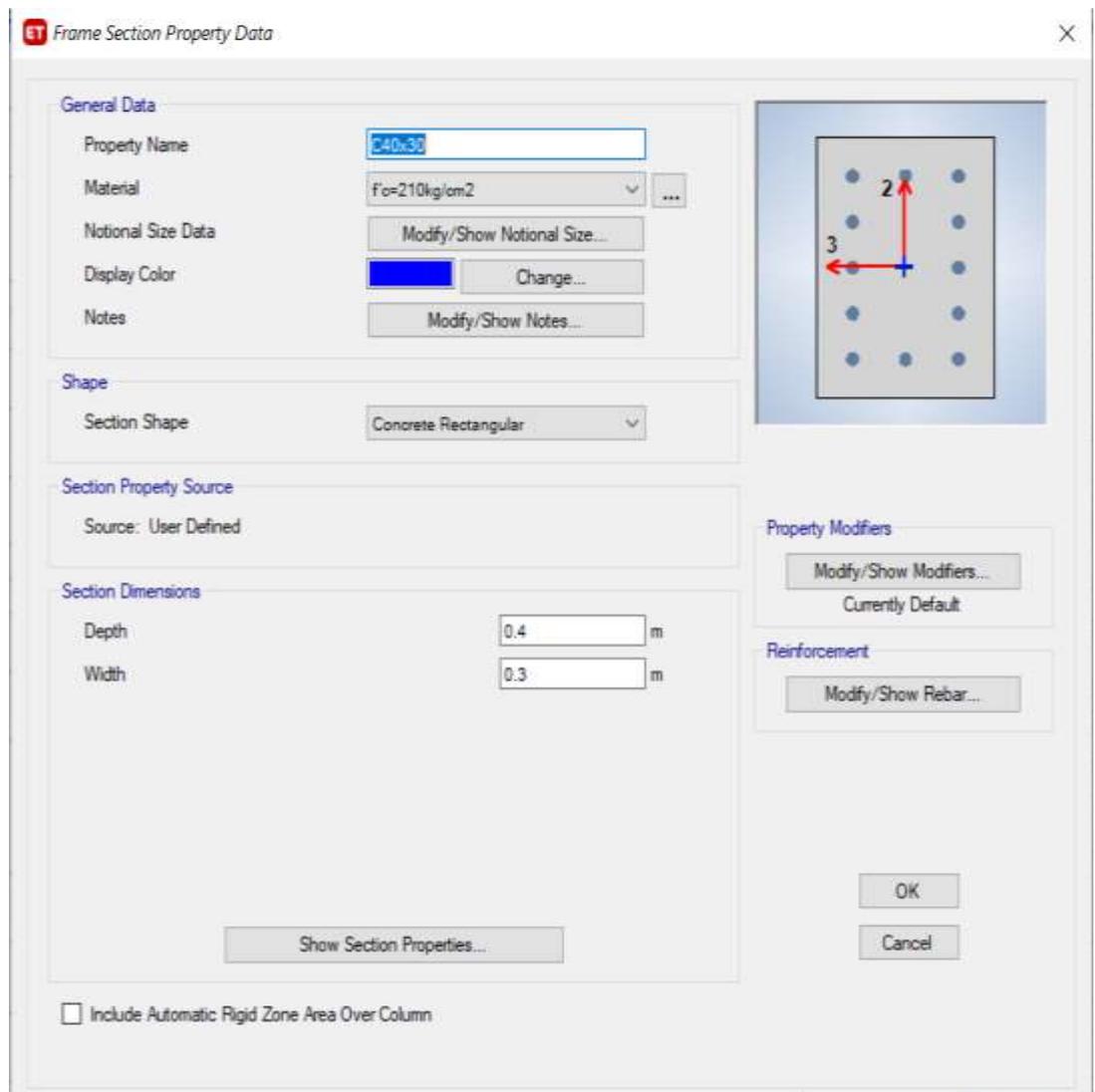
Number of Confinement Bars in 2-dir:

OK Cancel

Nota. En la figura podemos observar las propiedades de la columna central de 40x40 cm² con su respectivo acero de refuerzo en el software Etabs v18.

Figura 11

Propiedades de la sección de columna 40x30



Nota. Se observa las propiedades de la sección de columna central de 40x30 cm² en el software Etabs v18.

Figura 12

Propiedades de la sección 40x30

ET Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

- P-M2-M3 Design (Column)
- M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

Confinement Bars (Ties): $f_y=4200\text{kg/cm}^2$

Reinforcement Configuration

- Rectangular
- Circular

Confinement Bars

- Ties
- Spirals

Check/Design

- Reinforcement to be Checked
- Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 5

Longitudinal Bar Size and Area: 3/8" 0.0001 m²

Corner Bar Size and Area: 3/8" 0.0001 m²

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: 3/8" 0.0001 m²

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.15 m

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

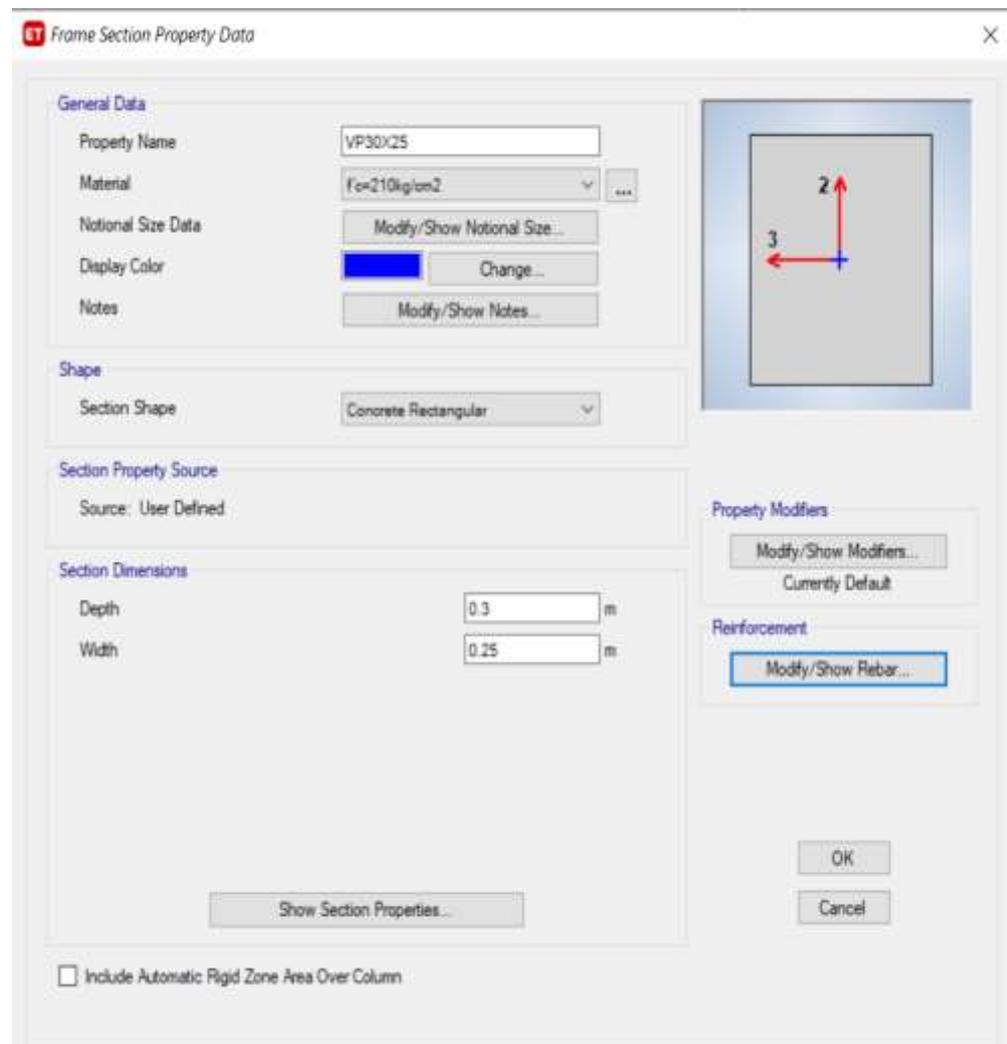
Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

OK Cancel

Nota. En la figura podemos observar las propiedades de la columna central de 40x30 cm² con su respectivo acero de refuerzo en el software Etabs v18.

Figura 13

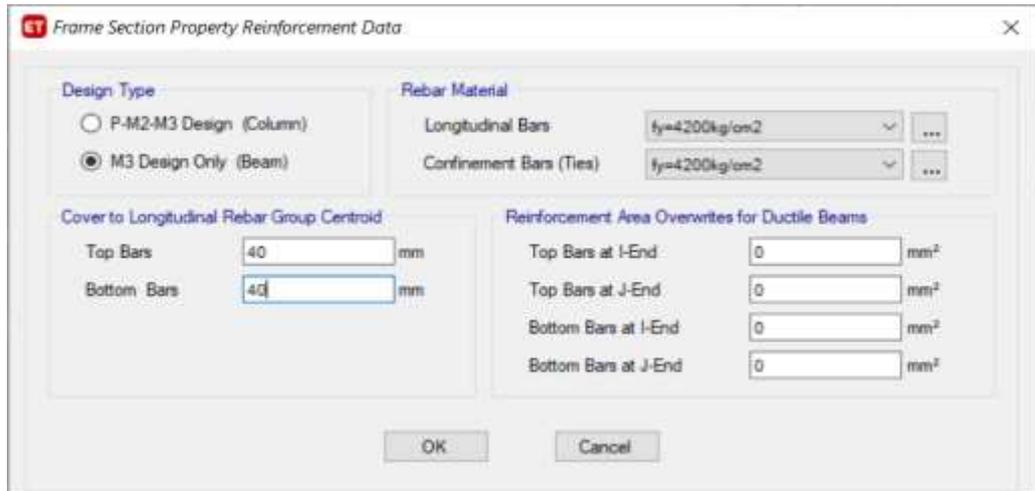
Propiedades de la sección de viga principal 30x25



Nota. Se observa las propiedades de la sección de viga principal de 30x25 cm² en el software Etabs v18.

Figura 14

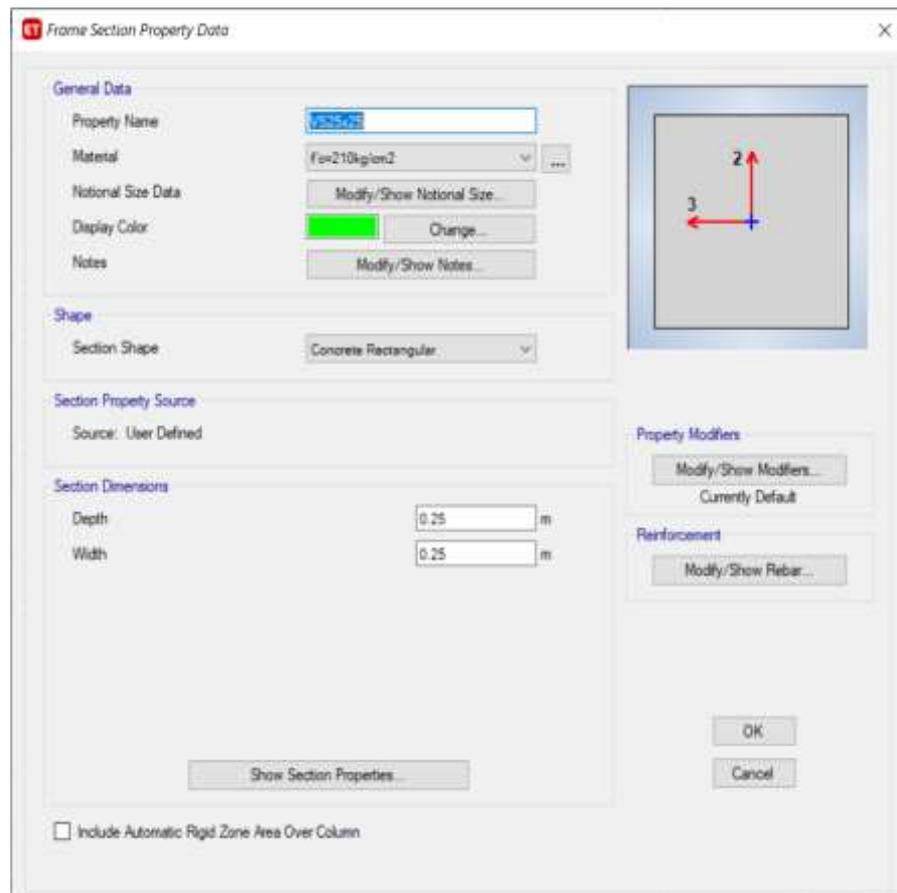
Propiedades de la sección de viga principal 30x25



Nota. Se observa las propiedades de la viga principal de 30x25 cm²

Figura 15

Propiedades de la sección de viga secundaria 25x25



Nota. Se observa las propiedades de la sección de viga secundaria de 25x25 cm² en el software. Etabs v18.

Figura 16

Propiedades de la sección de viga secundaria 25x25

The dialog box 'Frame Section Property Reinforcement Data' contains the following settings:

- Design Type:** P-M2-M3 Design (Column), M3 Design Only (Beam)
- Rebar Material:** Longitudinal Bars: $f_y=4200\text{kg/cm}^2$; Confinement Bars (Ties): $f_y=4200\text{kg/cm}^2$
- Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid:** Top Bars: 40 mm; Bottom Bars: 40 mm
- Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams:** Top Bars at I-End: 0 mm²; Top Bars at J-End: 0 mm²; Bottom Bars at I-End: 0 mm²; Bottom Bars at J-End: 0 mm²

Nota. Se observa las propiedades de la viga secundaria de 25x25 cm²

Figura 17

Propiedades de la sección de la losa aligerada

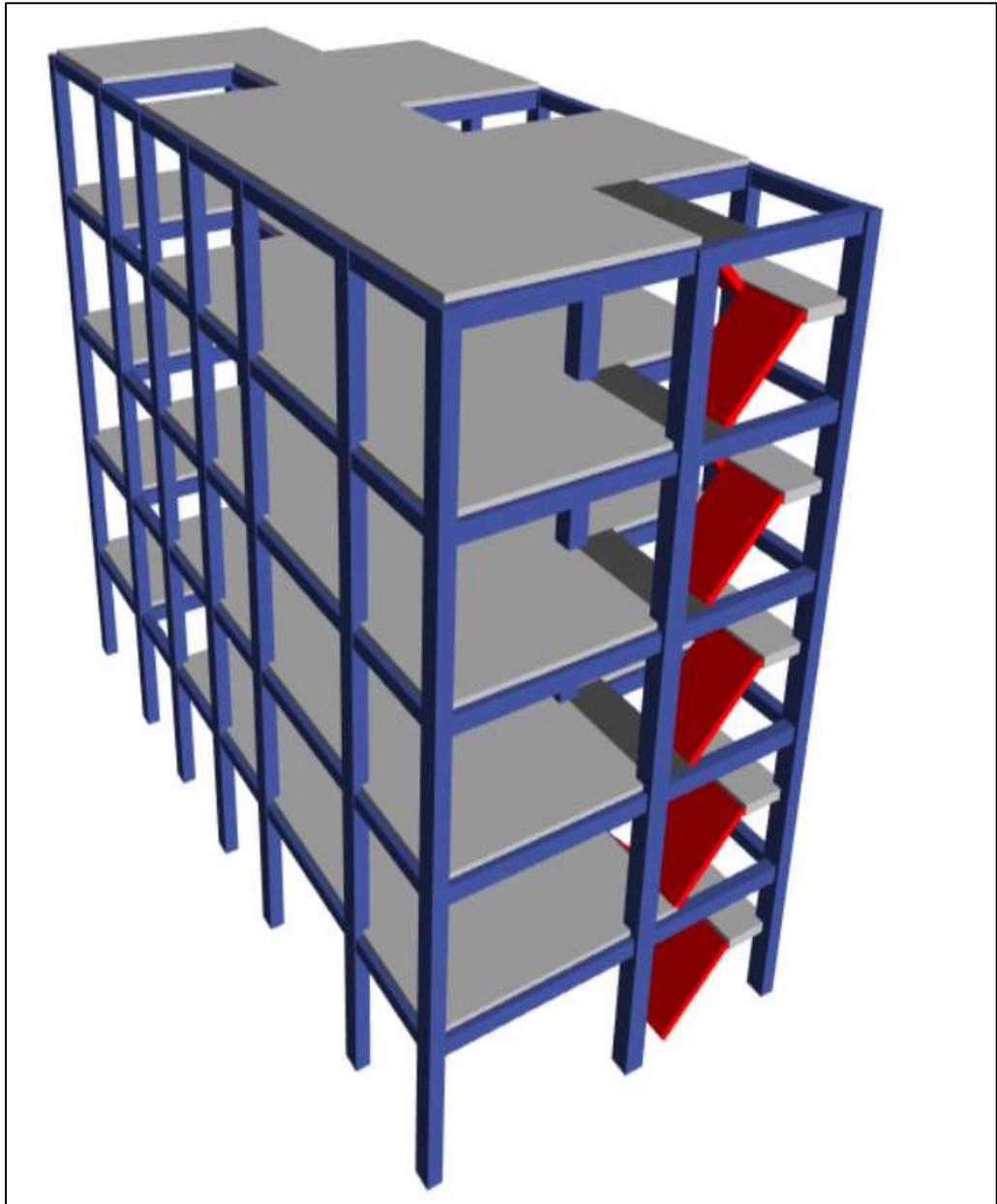
The dialog box 'Slab Property Data' contains the following settings:

- General Data:** Property Name: Losa Aligerada 1D; Slab Material: $f_c=210\text{kg/cm}^2$; Modeling Type: Shell-Thin
- Property Data:** Type: Ribbed; Overall Depth: 20 cm; Slab Thickness: 5 cm; Stem Width at Top: 10 cm; Stem Width at Bottom: 10 cm; Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm; Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

Nota. Se presenta en la imagen las propiedades para la Losa Aligerada en 1D en el software Etabs v18.

Figura 18

Vista 3D de la estructura modelada en el software



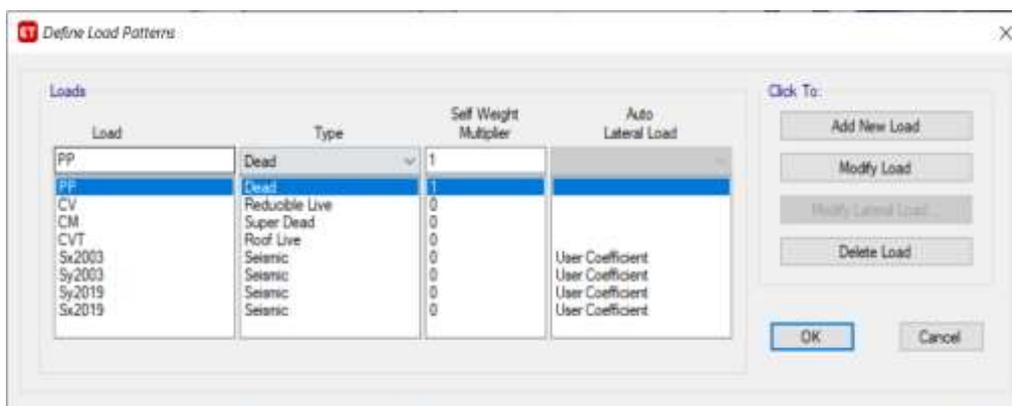
Nota: En la figura podemos se observa la vivienda multifamiliar modelada en el software Etabs v18 con todos sus respectivos elementos estructurales y escalera.

4.1.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

➤ Asignación de patrones de carga

Se crearon los patrones de carga y fueron ingresados al software para cada tipo de carga.

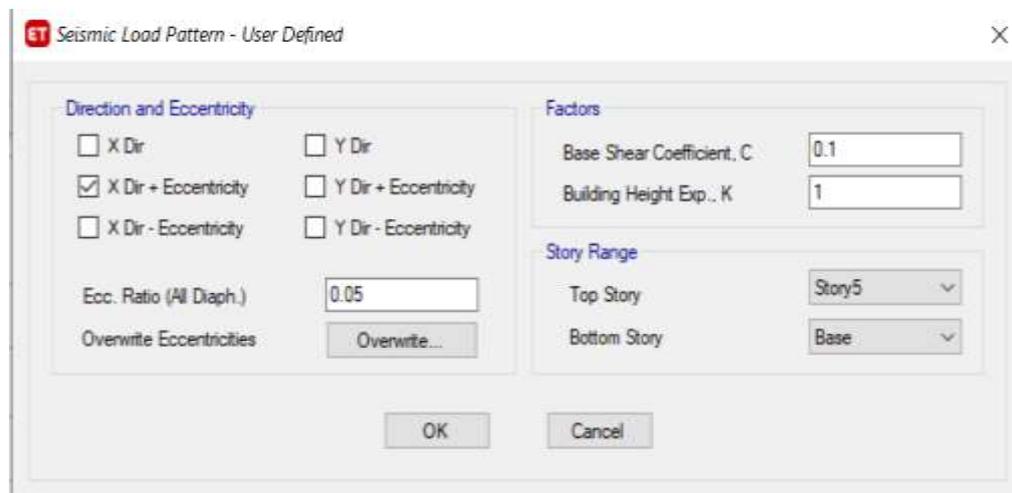
Figura 19
Patrones de carga creados



Nota: En la figura se observa la creación de todos los patrones creados en el software Etabs v18 que serán usados en el análisis estructural de la vivienda.

El siguiente gráfico representa la dirección de aplicación del patrón de carga "Sx" para los patrones de carga sísmica estática X e Y.

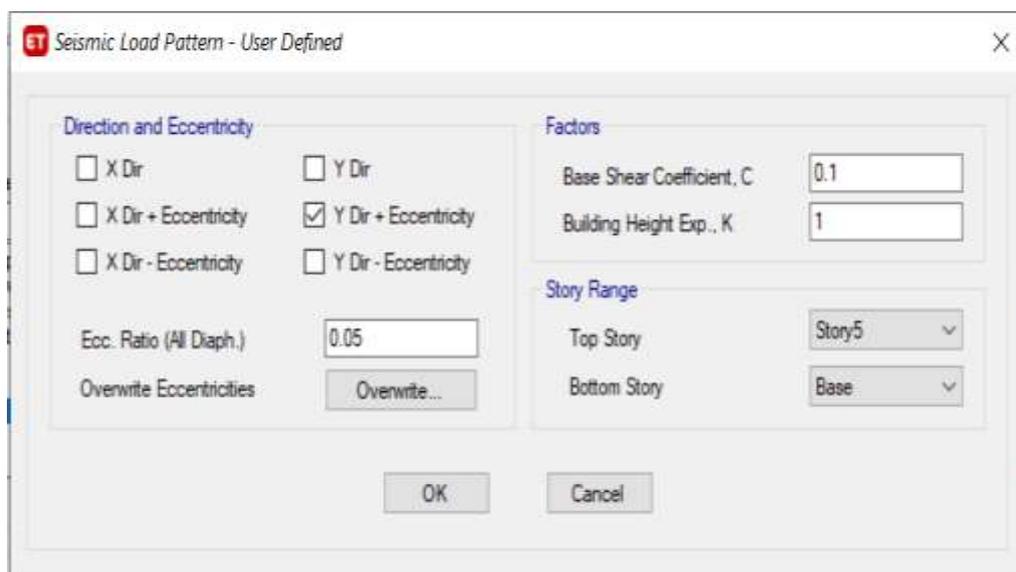
Figura 20
Patrones de carga sísmico estático Sx



Nota: La figura representa la dirección de aplicación del patrón de carga "Sx".

Figura 21

Patrones de carga sísmico estático Sy



Nota: La figura representa la dirección de aplicación del patrón de carga "Sy".

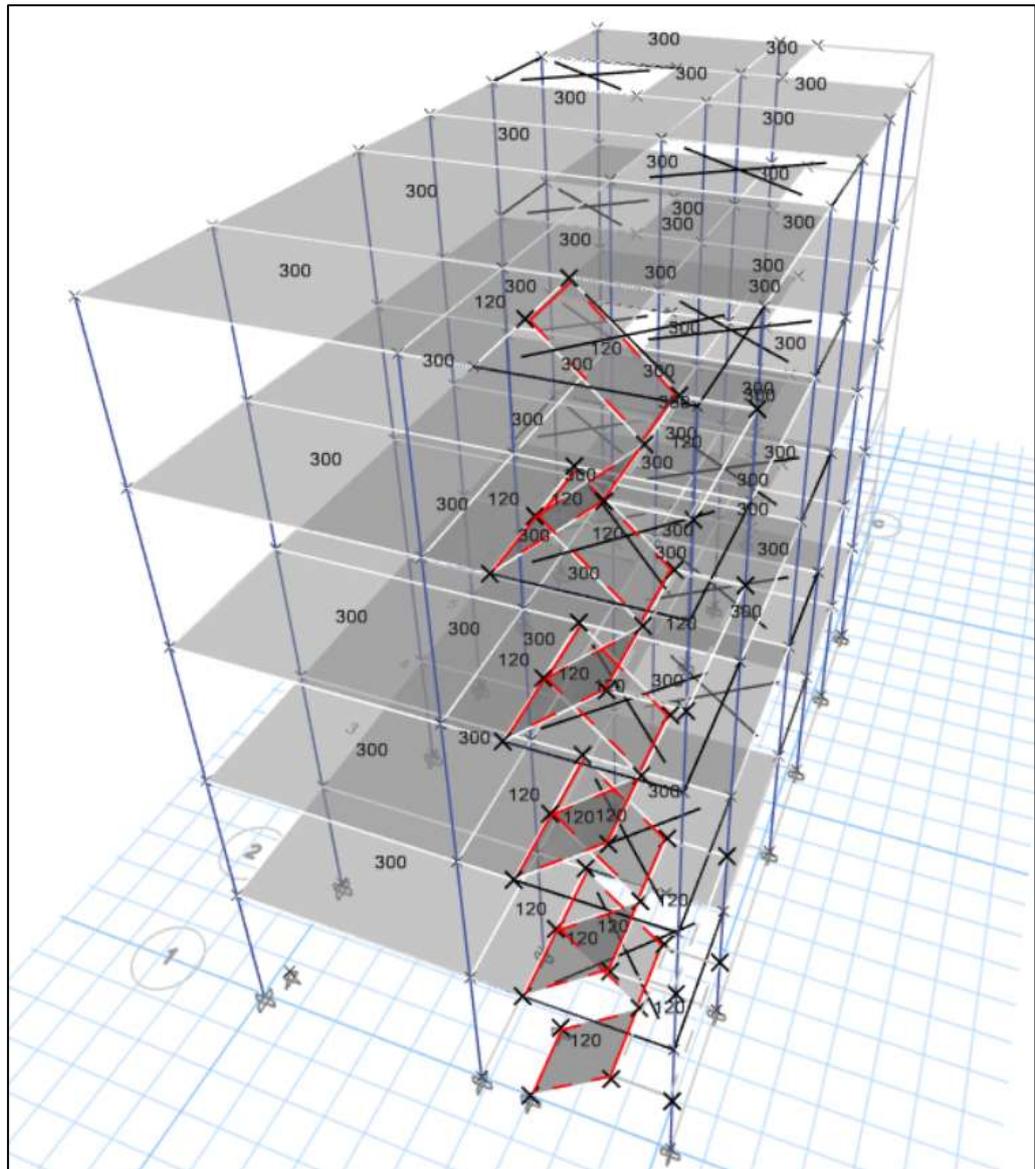
➤ **Asignación de cargas**

Se siguieron los pasos siguientes para asignar los patrones de carga.

- Peso Propio
- Carga Muerta
- Carga Viva
- Carga viva de Techo
- Carga sísmica estática en X y Y

Figura 22

Cargas asignadas a la estructura

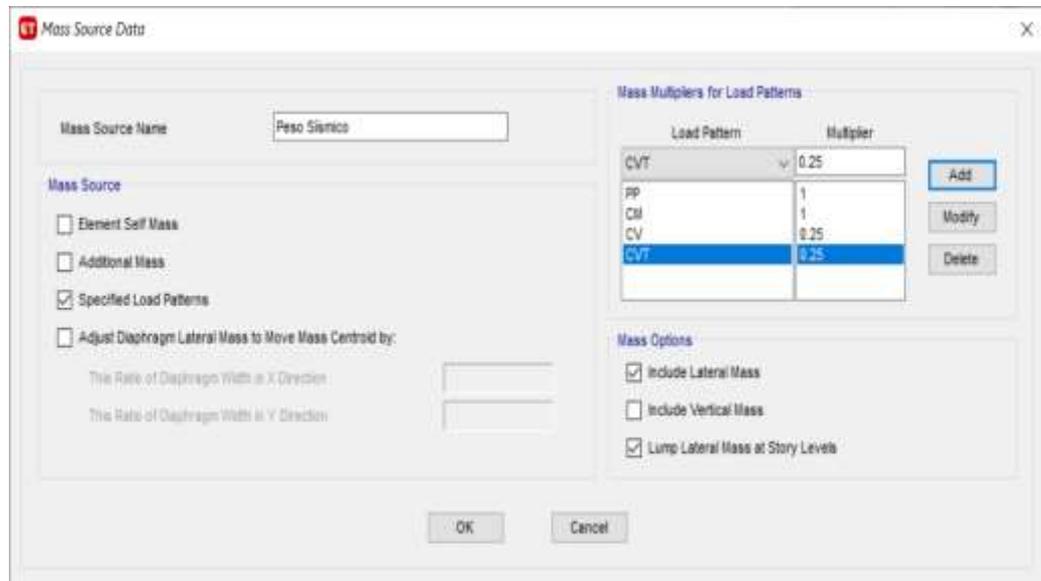


Nota: Se observa la estructura con asignaciones de cargas por piso en el software Etabs en cada uno de los elementos

➤ **Peso Sísmico**

Figura 23

Asignación de datos del Peso Sísmico



Nota. Se observa la asignación del peso sísmico de la estructura tomando en cuenta que la estructura es una edificación del tipo C, donde se toma el 25% de la carga viva, así como el 25% para la carga de techo.

Tabla 28

Peso Sísmico de la estructura

Entrepiso	Output Case	Location	P (tn)
5	Peso Sísmico	Bottom	92.016
4	Peso Sísmico	Bottom	184.032
3	Peso Sísmico	Bottom	274.696
2	Peso Sísmico	Bottom	366.712
1	Peso Sísmico	Bottom	458.727

Interpretación

Luego del proceso con el software obtenemos los pesos de cada piso acumulado, dándonos así un peso sísmico total de 458.727 tn.

➤ **Análisis Estático**

Este análisis está ubicado en la Norma Técnica E.030-2003 en el artículo 17 y en la Norma Técnica E.030-2019.

➤ **Fuerza Cortante en la base**

Norma Técnica E.030-2003

El programa ha estimado previamente el peso de la estructura, pero para adquirir el cizallamiento de la base se debe introducir el factor de coeficiente basal C_v en ambas direcciones, que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

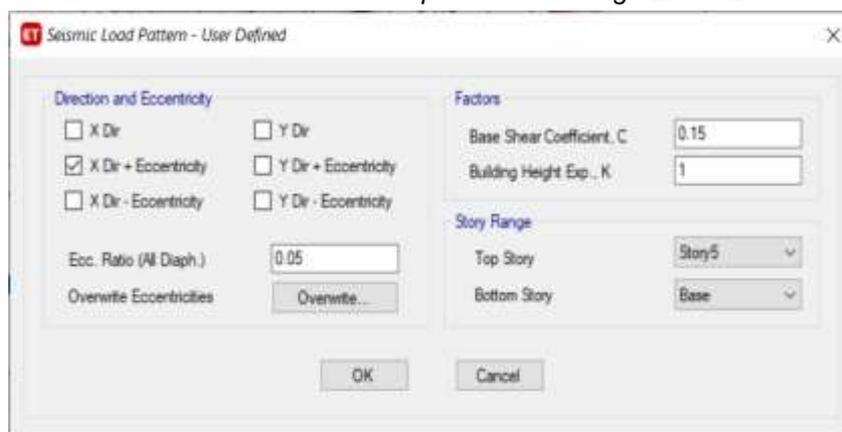
$$C_{VX} = C_{VY} = \frac{ZUCS}{R} = 0.15$$

Donde para las dos direcciones el valor es de 0.15

Este coeficiente ingresaremos en la asignación de carga sísmica estáticas S_x y S_y creadas anteriormente.

Figura 24

Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga E.030-2003



Nota. Modificación del coeficiente basal en dirección X por el valor de 0.15.

Tabla 29*Datos de la fuerza cortante E.030-2003*

Dirección	Coficiente	P(tn)	V(tn)
X-X	0.15	547.645	-67.23
Y-Y	0.15	547.645	-67.23

Interpretación

Tras el estudio sísmico +de la estructura completa con el programa Etabs v18, se calculó el cortante base en ambas direcciones utilizando el coeficiente de cortante base de la Norma Técnica E.030-2003.

Tabla 30*Datos de la fuerza cortante E.030-2003*

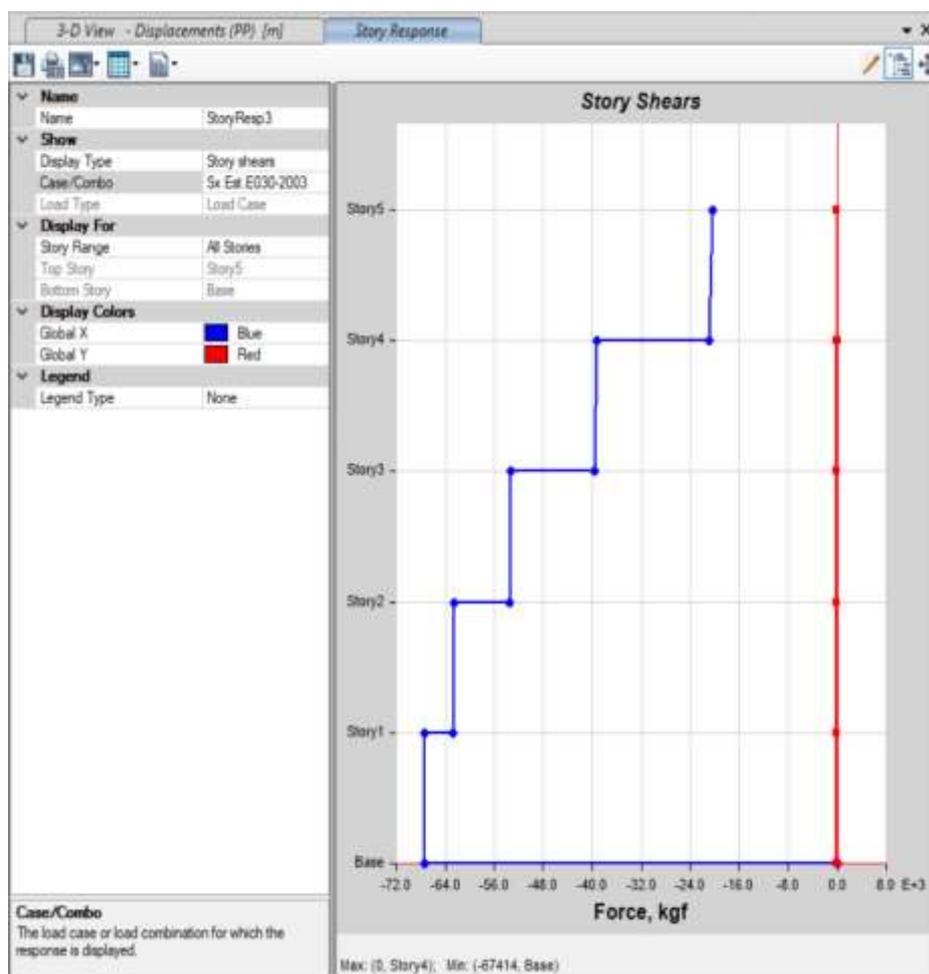
Entrepiso	Elevación	Location	Vx tonf
Entrepiso5	13.25	Bottom	-20.686
Entrepiso4	10.6	Bottom	-39.372
Entrepiso3	7.95	Bottom	-53.284
Entrepiso2	5.3	Bottom	-62.558
Entrepiso1	2.65	Bottom	-67.230

Interpretación

Tras el estudio sísmico del edificio completo utilizando el software Etabs v18, se calcularon los esfuerzos cortantes en cada planta utilizando el coeficiente de cortante basal y la Norma Técnica E.030-2003.

Figura 25

Visualización gráfica de la fuerza cortante de entrepiso E.030-2003



Nota. Gráfica del valor de cortante por cada piso en el software Etabs v18 con el análisis estático.

Según la Norma Técnica E.030-2019

El programa ha estimado previamente el peso de la estructura, pero para adquirir el cizallamiento de la base se debe introducir el factor de coeficiente basal C_v en ambas direcciones, que se obtiene mediante la siguiente fórmula:

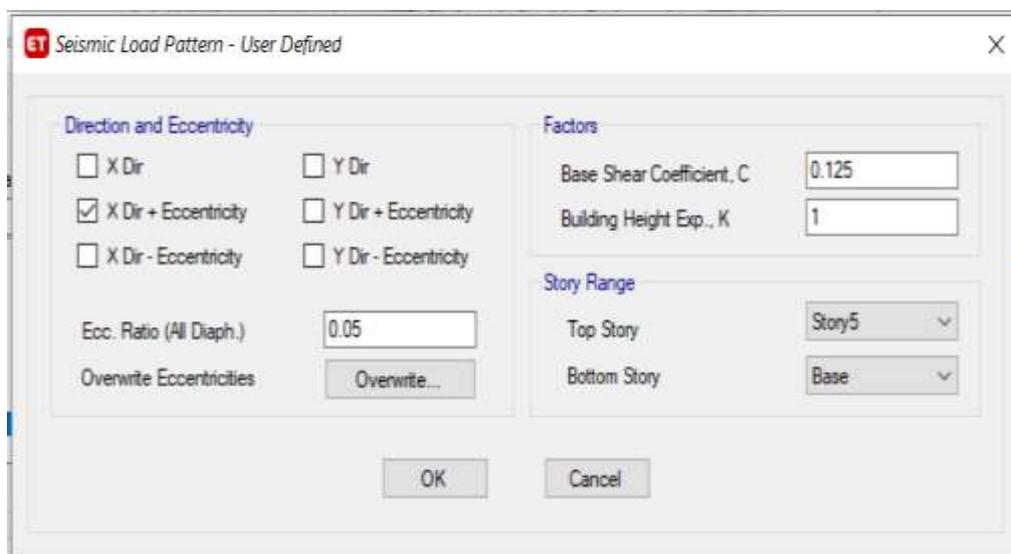
$$C_{vX} = C_{vY} = \frac{ZUCS}{R} = 0.125$$

Donde para las dos direcciones el valor es de 0.125

Este coeficiente ingresaremos en la asignación de carga sísmica estáticas S_x y S_y creadas anteriormente.

Figura 26

Asignación de coeficiente de base en los patrones de Carga E.030-2019



Nota. Modificación del coeficiente basal en dirección X por el valor de 0.125.

Tabla 31

Datos de la fuerza cortante E.030-2019

Dirección	Coficiente	P(tn)	V(tn)
X-X	0.125	456.371	-56.025
Y-Y	0.125	453.371	-56.025

Interpretación

Tras el estudio sísmico de la estructura completa con el programa Etabs v18, se calculó el cortante base en ambas direcciones utilizando el coeficiente de cortante base de la Norma Técnica E.030-2019.

Tabla 32

Datos de la fuerza cortante E.030-2019

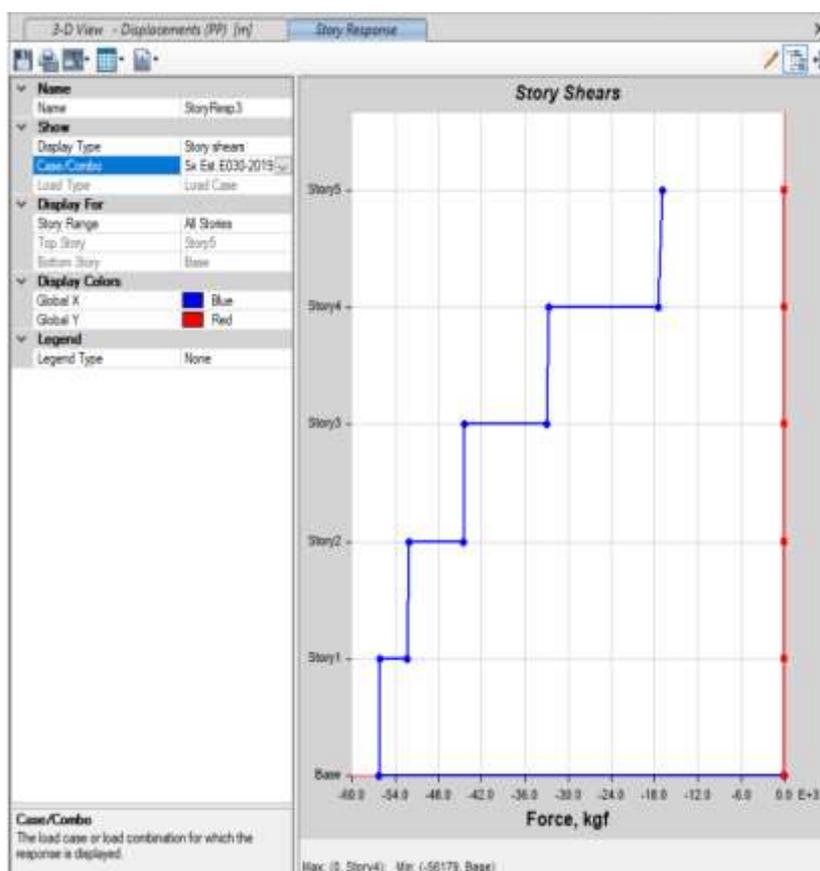
Entrepiso	Elevación	Location	V tonf
Entrepiso5	13.25	Bottom	-17.238
Entrepiso4	10.6	Bottom	-32.810
Entrepiso3	7.95	Bottom	-44.403
Entrepiso2	5.3	Bottom	-52.132
Entrepiso1	2.65	Bottom	-56.025

Interpretación

Tras el estudio sísmico del edificio completo utilizando el software Etabs v18, se calcularon los esfuerzos cortantes en cada planta utilizando el coeficiente de cortante basal y la Norma Técnica E.030-2019.

Figura 27

Visualización gráfica de la fuerza cortante de entrepiso E.030-2019



Nota. Gráfica del valor de cortante por cada piso en el software Etabs v18 con el análisis estático.

➤ **Análisis Dinámico**

Modos de Vibración

Norma Técnica E.030-2003 y E.030-2019

Las propiedades de rigidez y distribución de masa del se tienen en cuenta al determinar los modos de vibración del, con el requisito de que la respuesta máxima se evalúe utilizando una combinación de cuadrados perfectos (CQC) de los valores calculados para cada modo de acuerdo con la Norma Técnica E.030.

Existen 15 modos de vibración correspondientes a la estructura de 5 pisos.

Periodo Fundamental

El peso sísmico de la estructura determina el periodo fundamental; en esta situación, el peso sísmico se encuentra en la Norma Técnica E.030-2003 y en la Norma Técnica E.030-2019, que se suministran en las secciones 16.3 y 4.3. Como resultado, el peso de la estructura es el mismo en ambas Normas Técnicas E.030.

Análisis Modal

La resolución de la matriz vectorial "ritz" se utilizó con el comando "Casos modales" para capturar las formas espaciales de la estructura en el programa, como se ilustra en la figura siguiente

Figura 28

Datos en la asignación de casos modales

Modal Case Data

General

Modal Case Name: Modal

Modal Case Sub Type: Ritz

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Peso Sismico

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings: None

Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dyn. Par. Ratio, %
Acceleration	UX	0	99
Acceleration	UY	0	99

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 15

Minimum Number of Modes: 1

Nota: Asignación del caso modal en el Software Etabs v18, con 3 modos por piso dando así un total de 15 modos para la estructura de 5 pisos.

Tabla 33*Modos y periodos de la estructura*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	0.691	0.6221	0.0202	0	0.6221	0.0202
Modal	2	0.538	0.124	0.4742	0	0.7461	0.4943
Modal	3	0.46	0.0548	0.3107	0	0.8009	0.805
Modal	4	0.209	0.0882	0.0032	0	0.8891	0.8082
Modal	5	0.164	0.0219	0.0765	0	0.9111	0.8847
Modal	6	0.14	0.015	0.0397	0	0.926	0.9244
Modal	7	0.11	0.0378	0.0007	0	0.9638	0.9251
Modal	8	0.092	0.0053	0.0195	0	0.9691	0.9447
Modal	9	0.081	0.0009	0.0245	0	0.97	0.9691
Modal	10	0.07	0.0187	0.0003	0	0.9887	0.9695
Modal	11	0.059	0.0028	0.0142	0	0.9915	0.9836
Modal	12	0.053	0.0071	0.0028	0	0.9986	0.9864
Modal	13	0.047	0.0001	0.011	0	0.9987	0.9975
Modal	14	0.026	0.0001	0.0012	0	0.9988	0.9986
Modal	15	0.012	0.0009	0.0001	0	0.9997	0.9987

Nota. Se observa en la tabla los 15 modos y periodos que nos arroja el software Etabs v18 luego de realizar el análisis modal, dándonos un periodo máximo de 0.691 s.

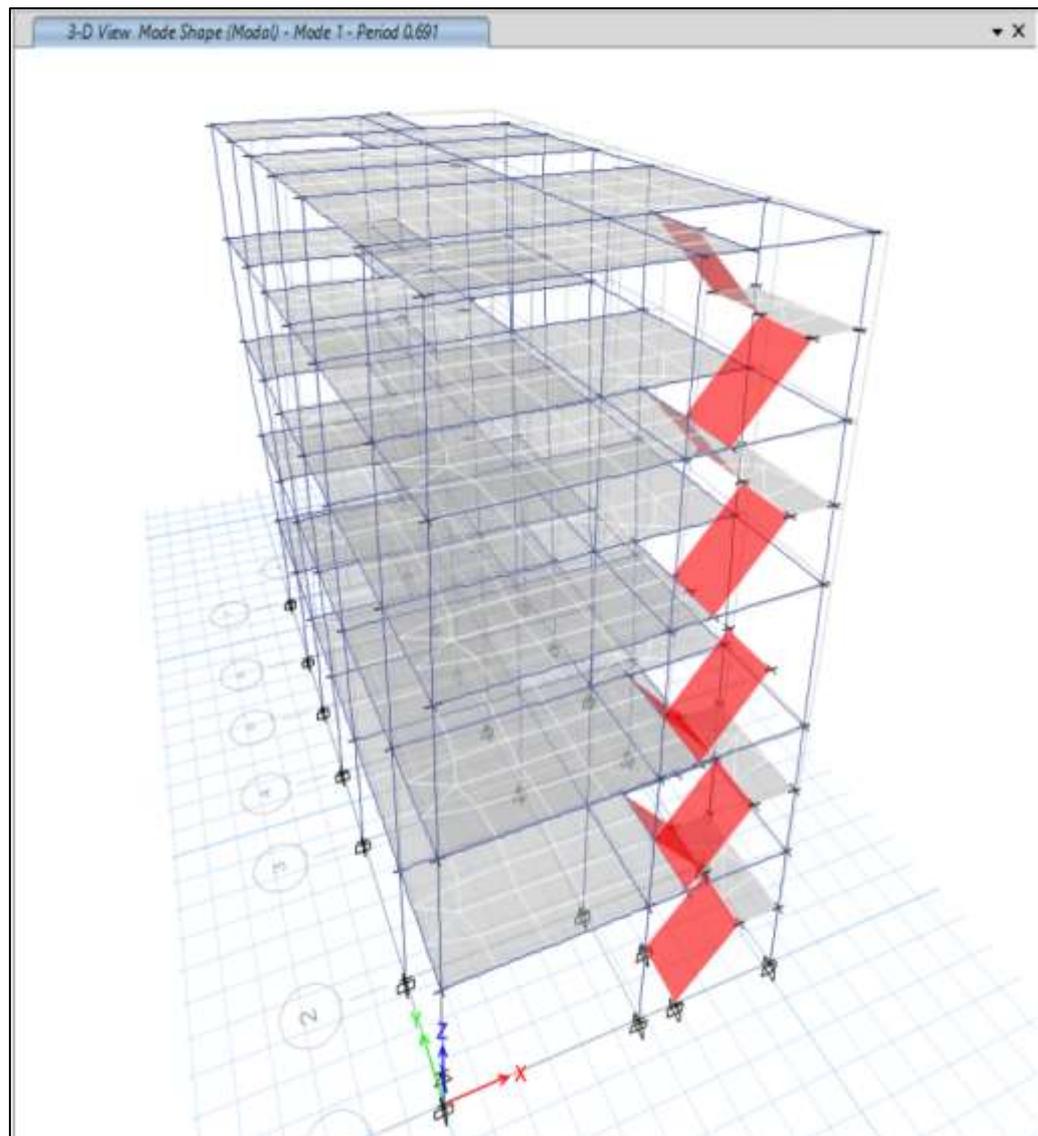
Interpretación

El periodo fundamental en dirección X es $T = 0.691$ s que corresponde al modo 1 ya que presenta una participación de masa del 62.21%, también podemos observar que a partir del modo 5 se obtiene la masa acumulativa participativa del 91.11% que resulta ser mayor que el 90% que se indica en la Norma E.030.

El periodo fundamental en la dirección Y es $T = 0.538$ s que corresponde al modo 2 ya que presenta una participación de masa del 49.43%, también podemos observar que a partir del modo 6 se obtiene la masa acumulativa participativa del 92.44% que resulta ser mayor que el 90% que se indica en la Norma E.030.

Figura 29

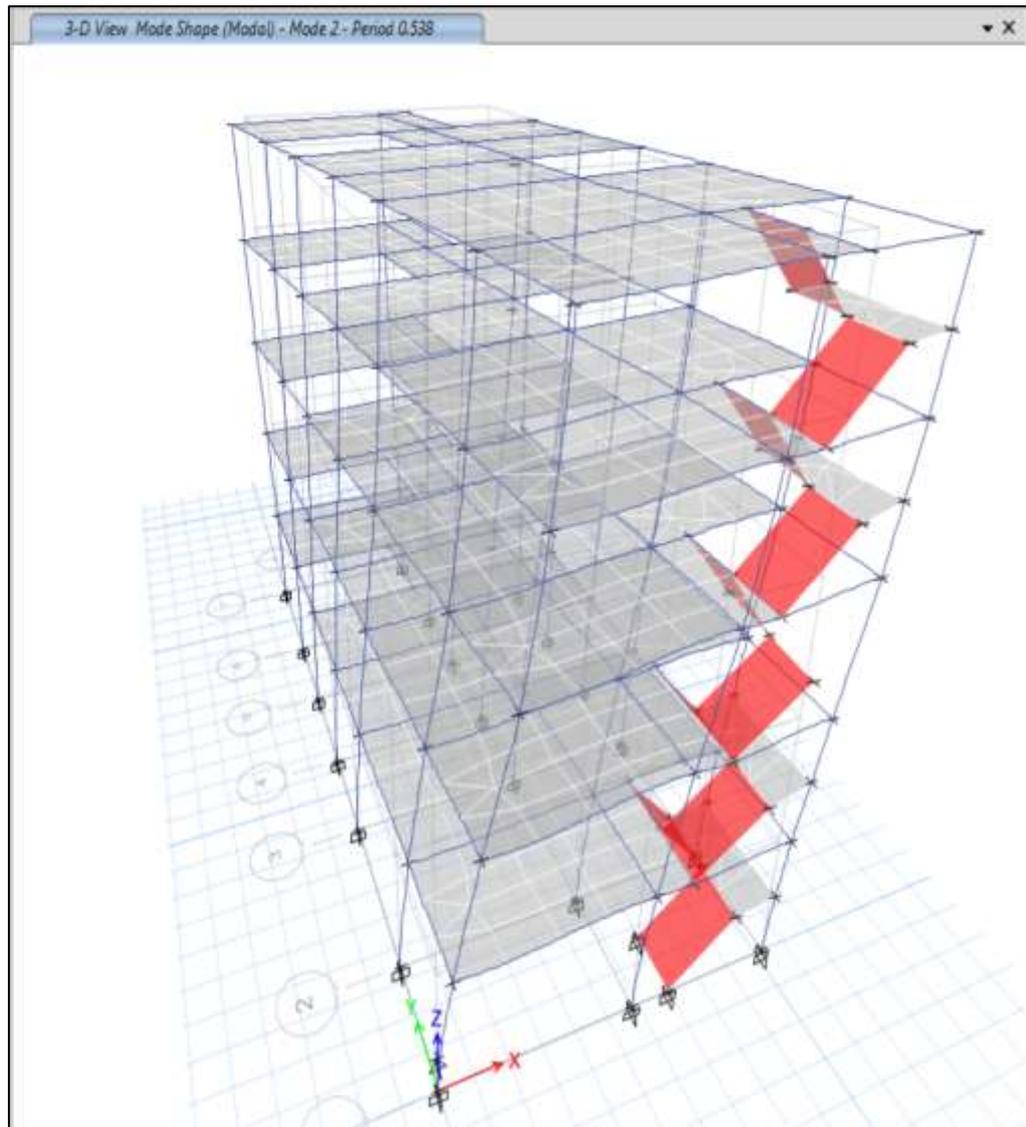
Periodo fundamental en dirección X



Nota. Se observa en la figura el Mode Shape 1 con un periodo de 0.691 s, es ahí donde presenta la mayor masa participativa en la dirección X.

Figura 30

Periodo fundamental en dirección Y



Nota. Se observa en la figura el Mode Shape 2 con un periodo de 0.538 s, es ahí donde presenta la mayor masa participativa en la dirección Y.

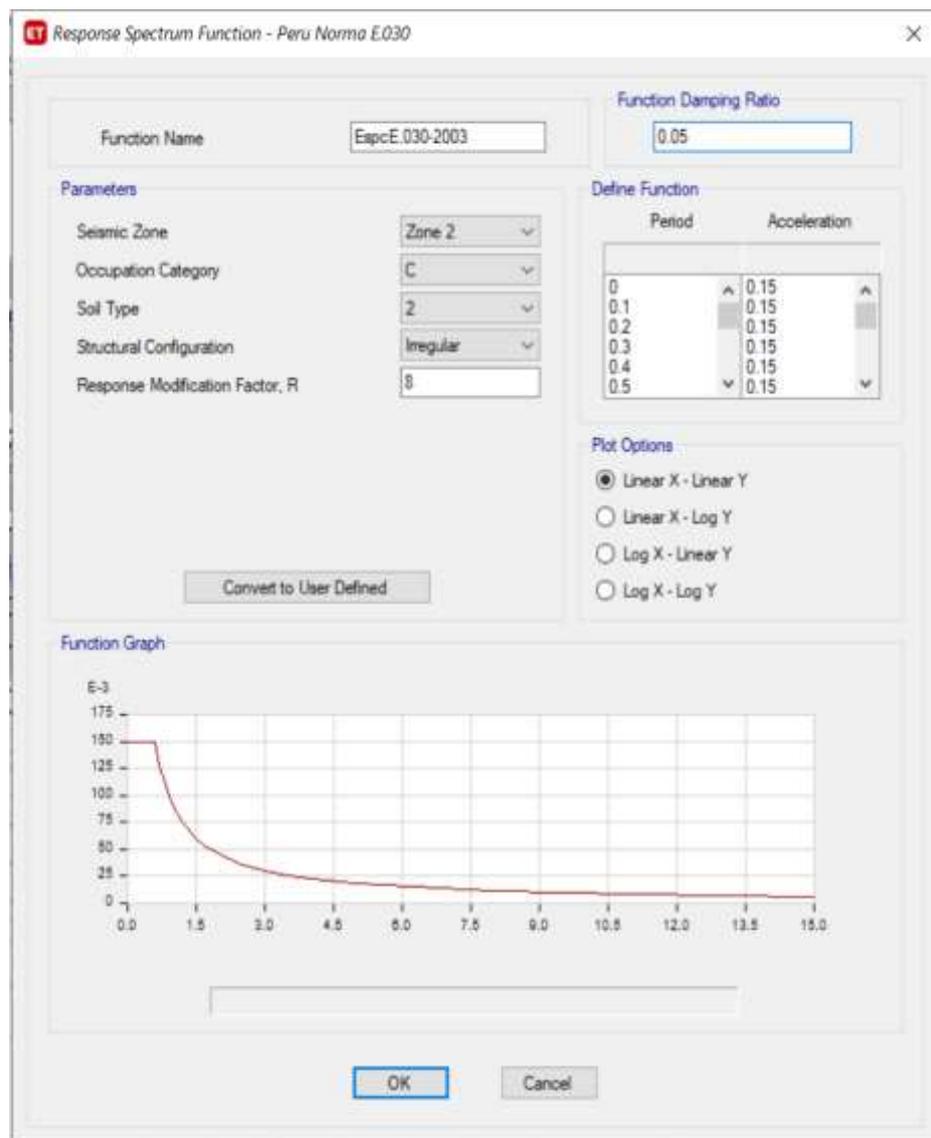
Aceleración Espectral

Norma Técnica E.030-2003

Para realizar un análisis sísmico dinámico, se construye un espectro de diseño en el programa mediante el comando "Espectro de respuesta" utilizando los parámetros sísmicos dados.

Figura 31

Espectro según E.030-2003

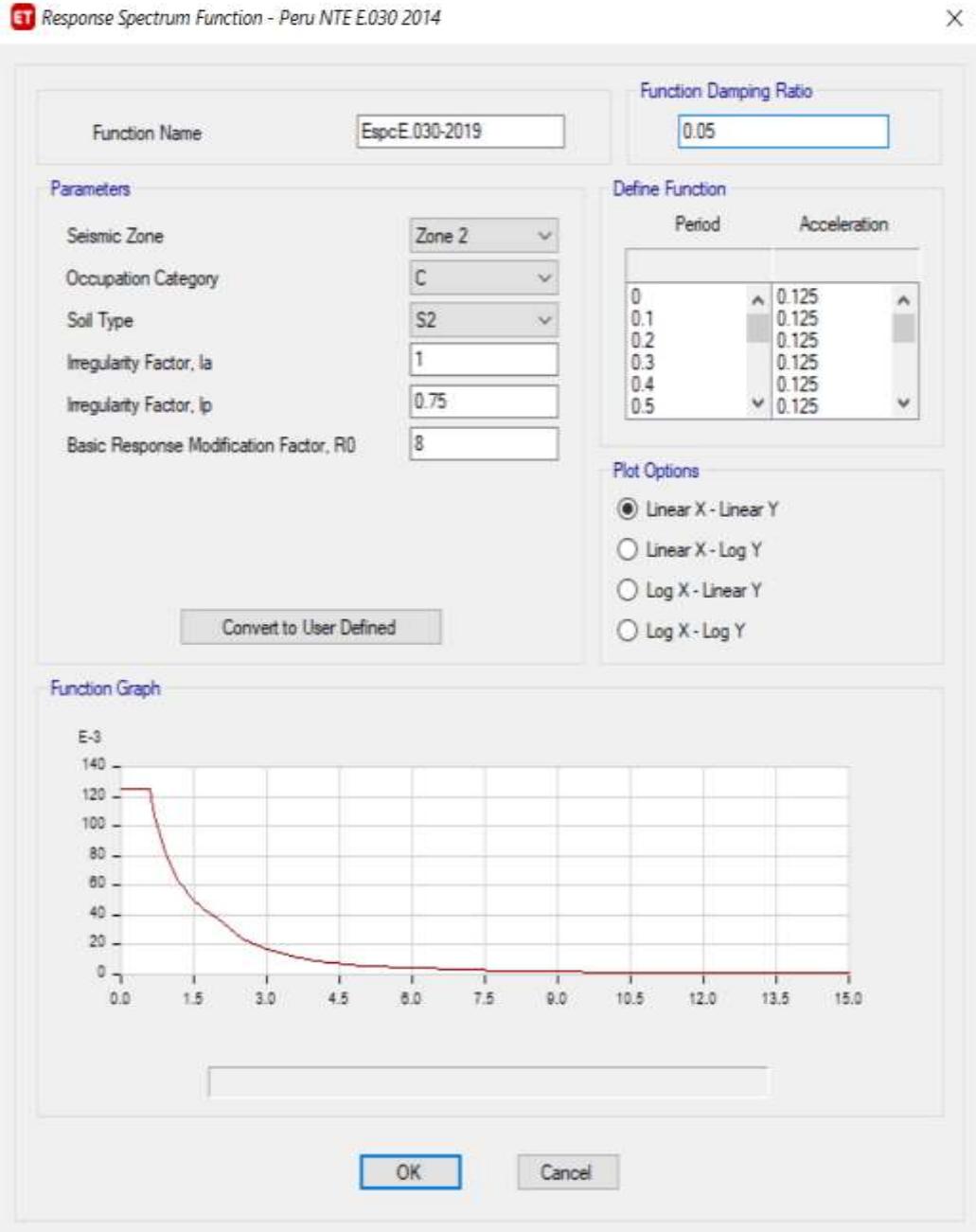


Nota. Asignación de parámetros sísmicos del espectro de respuesta sísmica para la norma E.030-2003.

Norma Técnica E.030-2019

Figura 32

Datos de espectro según E.30-2019



Nota. Asignación de parámetros sísmicos del espectro de respuesta sísmica para la norma E.030-2003.

Fuerza Cortante Mínima

Norma Técnica E.030-2003

Si el cortante debe aumentarse para alcanzar los mínimos dados, todos los demás datos, excluidos los desplazamientos, deben escalarse en consecuencia. El análisis sísmico se realiza y confirma utilizando el cortante estático.

Tabla 34

Fuerza Cortante X por piso según la Norma E.030-2003

Story	Output Case	Case Type	Location	VX(kgf)	VY(kgf)
Story5	Sx Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	-20686.09	0
Story5	Sx Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	52923.6	22486.87
Story4	Sx Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	-39372.4	0
Story4	Sx Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	98908.82	42250.99
Story3	Sx Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	-53284.19	0
Story3	Sx Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	134315.45	57015.49
Story2	Sx Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	-62558.74	0
Story2	Sx Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	157404.58	67044.23
Story1	Sx Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	-67230.32	0
Story1	Sx Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	168078.85	71495.39

Nota. En la tabla observamos las cortantes en dirección X por piso arrojada por el software Ebas v18 luego de realizar el análisis sísmico con la Norma E.030-2003, donde se obtiene una cortante estática de 67.230 tn y una cortante dinámica de 168.078 tn.

Tabla 35

Fuerza Cortante Y por piso según la Norma E.030-2003

Story	Output Case	Case Type	Location	VX(kgf)	VY(kgf)
Story5	Sy Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	0	-20686.09
Story5	Sy Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	21511.56	57298.84
Story4	Sy Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	0	-39372.4
Story4	Sy Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	42176.33	108561.38
Story3	Sy Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	0	-53284.19
Story3	Sy Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	57783.48	147649.85
Story2	Sy Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	0	-62558.74
Story2	Sy Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	67080.02	173436.62
Story1	Sy Est.E030-2003	LinStatic	Bottom	0	-67230.32
Story1	Sy Dina.E030-2003	LinRespSpec	Bottom	71495.65	184993.97

Nota. En la tabla observamos las cortantes en dirección Y por piso arrojada por el software Ebas v18 luego de realizar el análisis sísmico con la Norma E.030-2003,

donde se obtiene una cortante estática de 67.230tn y una cortante dinámica de 184.99 tn.

Tabla 36

Comparación entre Cortante Estática y Dinámica según E.030-2003

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 90%
X-X	67.230	168.08	250%	Cumple
Y-Y	67.230	184.99	275%	Cumple

Interpretación

Ya que el esfuerzo cortante es superior al 90% no es necesario aumentar con factores de amplificación.

Norma Técnica E.030-2019

El esfuerzo cortante en la base del edificio no debe ser inferior al 80% del valor estimado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni inferior al 90% para edificios irregulares, para cada una de las direcciones consideradas en el estudio (MVCS, 2019). El análisis sísmico se realiza y confirma utilizando el cortante estático.

Tabla 37

Fuerza Cortante X por piso según la Norma E.030-2019

Story	Output Case	Location	VX(kgf)	VY(kgf)
Story5	Sx Est.E030-2019	Bottom	-17238.41	0
Story5	Sx Dina.E030-2019	Bottom	10465.85	4446.87
Story4	Sx Est.E030-2019	Bottom	-32810.33	0
Story4	Sx Dina.E030-2019	Bottom	19559.6	8355.3
Story3	Sx Est.E030-2019	Bottom	-44403.49	0
Story3	Sx Dina.E030-2019	Bottom	26561.41	11275.03
Story2	Sx Est.E030-2019	Bottom	-52132.28	0
Story2	Sx Dina.E030-2019	Bottom	31127.37	13258.26
Story1	Sx Est.E030-2019	Bottom	-56025.26	0
Story1	Sx Dina.E030-2019	Bottom	33238.25	14138.49

Nota. En la tabla observamos las cortantes en dirección X por piso arrojada por el software Ebas v18 luego de realizar el análisis sísmico con la Norma E.030-2019, donde se obtiene una cortante estática de 56.025 tn y una cortante dinámica de 33.24 tn.

Tabla 38*Fuerza Cortante Y por piso según la Norma E.030-2019*

Story	Output Case	Location	VX(kgf)	VY(kgf)
Story5	Sy Est.E030-2019	Bottom	0	-17238.41
Story5	Sy Dina.E030-2019	Bottom	4254	11331.07
Story4	Sy Est.E030-2019	Bottom	0	-32810.33
Story4	Sy Dina.E030-2019	Bottom	8340.53	21468.44
Story3	Sy Est.E030-2019	Bottom	0	-44403.49
Story3	Sy Dina.E030-2019	Bottom	11426.91	29198.33
Story2	Sy Est.E030-2019	Bottom	0	-52132.28
Story2	Sy Dina.E030-2019	Bottom	13265.34	34297.77
Story1	Sy Est.E030-2019	Bottom	0	-56025.26
Story1	Sy Dina.E030-2019	Bottom	14138.54	36583.28

Nota. En la tabla observamos las cortantes en dirección Y por piso arrojada por el software Etbas v18 luego de realizar el análisis sísmico con la Norma E.030-2019, donde se obtiene una cortante estática de 56.025 tn y una cortante dinámica de 36.583 tn.

Tabla 39*Comparación entre Cortante Estática y Dinámica según E.030-2019*

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 90%
X-X	56.03	33.24	59%	No Cumple
Y-Y	56.03	36.58	65%	No Cumple

Interpretación

Se observa que el esfuerzo cortante es inferior al 90% por lo que es necesario aumentar los factores en ambas direcciones con el empleo de factores de amplificación.

Tabla 40*Factores de amplificación para la Fuerza Cortante según E.030-2019*

Dirección	α
X-X	1.52
Y-Y	1.38

Interpretación

Estos factores de amplificación se multiplican al factor 9.81 de la gravedad el cual sirve para alcanzar el requerimiento del 90% de esfuerzo cortante.

Tabla 41*Comprobación entre Cortante Estática y Dinámica según E.030-2019*

Dirección	V Est(tn)	V Din(tn)	V Din/ V Est	> 90%
X-X	56.03	50.50	90.53%	Cumple
Y-Y	56.03	50.36	90.36%	Cumple

Interpretación

La Fuerza Cortante en el primer piso ahora si cumple con mencionado en la Norma E.030-2019.

Desplazamiento Lateral Permissible**Norma Técnica E.030-2003****Tabla 42***Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico X*

N pisos	hei(m)	$\Delta ei(cm)$	U_{ri}	Δ_i	(Δ_i/h_{ei})
1	2.65	0.026	0.0260000	0.176800	0.0006672
2	2.65	0.0708	0.0448000	0.304640	0.0011496
3	2.65	0.11275	0.0419500	0.285260	0.0010765
4	2.65	0.14499	0.0322400	0.219232	0.0008273
5	2.65	0.1649	0.0199100	0.135388	0.0005109

Interpretación

Luego del análisis, se realiza la confirmación de los movimientos laterales de acuerdo al sismo X ocurrido en la estructura, se observa que el desplazamiento lateral máximo es 0.0066 en el segundo piso el cual no pasa el máximo permitido para edificios de concreto armado.

Tabla 43*Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y*

N pisos	hei(m)	$\Delta ei(cm)$	U_{ri}	Δ_i	(Δ_i/h_{ei})
1	2.65	0.091	0.091	0.619	0.0023351
2	2.65	0.246	0.155	1.054	0.0039774
3	2.65	0.383	0.137	0.932	0.0035155
4	2.65	0.4904	0.107	0.730	0.0027559
5	2.65	0.556	0.066	0.446	0.0016833

Interpretación

Luego del análisis, se realiza la confirmación de los movimientos laterales de acuerdo al sismo Y ocurrido en la estructura, se observa que el desplazamiento lateral máximo es 0.00479 en el tercer piso el cual no pasa el máximo permitido para edificios de concreto armado.

Según la Norma Técnica E.030-2019**Tabla 44***Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico X*

N pisos	hei(m)	$\Delta ei(cm)$	U_{ri}	Δ_i	(Δ_i/h_{ei})
1	2.65	0.005929	0.0059290	0.040317	0.0001521
2	2.65	0.015974	0.0100450	0.068306	0.0002578
3	2.65	0.025413	0.0094390	0.064185	0.0002422
4	2.65	0.032673	0.0072600	0.049368	0.0001863
5	2.65	0.037117	0.0044440	0.030219	0.0001140

Interpretación

Luego del análisis, se realiza la confirmación de los movimientos laterales de acuerdo al sismo X ocurrido en la estructura, se observa que el desplazamiento lateral máximo es 0.0055 en el segundo piso el cual no pasa el máximo permitido para edificios de concreto armado.

Tabla 45

Desplazamientos Laterales de Sismo Dinámico Y

N pisos	hei(m)	$\Delta ei(cm)$	U_{ri}	Δ_i	(Δ_i/h_{ei})
1	2.65	0.002059	0.002	0.014	0.0000528
2	2.65	0.005468	0.003	0.023	0.0000875
3	2.65	0.008639	0.003	0.022	0.0000814
4	2.65	0.01105	0.002	0.016	0.0000619
5	2.65	0.01252	0.001	0.010	0.0000377

Interpretación

Luego del análisis, se realiza la confirmación de los movimientos laterales de acuerdo al sismo Y ocurrido en la estructura, se observa que el desplazamiento lateral máximo es 0.0042 en el cuarto piso el cual no pasa el máximo permitido para edificios de concreto armado.

4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

En el marco de este estudio, se realizó una comparación detallada de los parámetros sísmicos empleados en una vivienda multifamiliar, siguiendo las directrices de las Normas Técnicas E.030-2003 y la E.030-2019.

Tabla 46

Comparación parámetros sísmicos

	E.030-2003	E.030-2019
Factor de zona	0.3	0.25
Categoría de edificación	1	1
Parámetros de suelo	$T_p=0.6$	$T_p=0.6$ y $T_L=2.0$
Factor de reducción	6	6
Periodo fundamental	0.38	0.38
Factor de amplificación	2.5	2.5
Coeficiente de cortante basal	0.15	0.125

Tabla 47

Comparación análisis estructural

	E.030-2003	E.030-2019
Cortante Estática X	67.23 tn	56.03 tn
Cortante Estática Y	67.23 tn	56.03 tn
Cortante Dinámica X	168.08 tn	50.50 tn
Cortante Dinámica Y	184.99 tn	50.36 tn
Deriva máxima	0.0039	0.00025

En la comparación de los parámetros sísmicos se observa una diferencia en el factor de zona y parámetros de suelo lo que hace que el coeficiente de cortante basal según la Norma E.030-2003 respecto a la Norma E.030-2019 disminuya en un 16.67%.

Los resultados del análisis estructural revelaron un aumento de la cortante estática, cortante dinámica y la deriva según la Norma E.030-2003 respecto a la Norma E.030-2019, el aumento se debe principalmente a los coeficiente que se modifican en la norma E.030-2019, por lo que se corrobora con la hipótesis nula.

H₀: La propuesta de un análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 no es más conservadora que la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023.

Lo que podemos corroborar que la Norma E.030-2019 prioriza la seguridad sobre la eficiencia máxima o la optimización extrema, aplicando un margen de seguridad más amplio a diferencia de la Norma E.030-2003.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis el cual es un estudio comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de una estructura multifamiliar utilizando la norma E030-2003 frente a la norma E030-2019 se obtiene un desplazamiento máximo de 0,0039.

Montalbetti et. al (2019) utilizando el software ETABS, determinaron que el periodo máximo de cimentación de una estructura de 7 pisos es de 0,40 segundos, estos valores se conservaron ya que la estructura se evaluó utilizando el mismo modelo estructural en 2003, 2016 y 2018, según nuestra investigación usamos las normas E030-2003 y E030-2019, el periodo fundamental máximo en nuestro edificio de análisis de 5 plantas es de 0,691 s.

Reátegui (2020) en su tesis, asignó tres modos de vibración a cada nivel, para un total de 12 modos con una amortiguación del 5%. Para nuestros resultados también se examinaron tres modos de vibración, para un total de 15 modos con una amortiguación del 5%.

Pineda (2021) afirma que su estructura analizada con la Norma Técnica E.030-2019 tiene una mayor rigidez al aumentar el cortante en comparación con la Norma Técnica E.030-2006, lo que implica que la estructura analizada con la nueva norma es más conservadora, lo cual se corrobora con nuestra investigación.

Noguera (2018) en su tesis utilizó el análisis de respuesta dinámica inelástica de respuesta temporal porque es un proceso más lógico y realista que los métodos elásticos; en nuestro proyecto, obtenemos una respuesta inelástica que da el límite de rendimiento de los sistemas presentados ante la progresión inelástica en el sistema estructural.

CONCLUSIONES

- El periodo tanto en la dirección X-X y Y-Y de la edificación cumple con la Norma Técnica E030.
- En la Norma Técnica E.030-2019, se ha añadido una nueva zona al mapa de zonas sísmicas del país; el proyecto permanece en la zona 2, aunque el factor correspondiente ha disminuido en un 16,67% en comparación con la Norma Técnica E.030-2003.
- El factor de uso, la amplificación sísmica, el factor de suelo y el coeficiente de reducción sísmica son los mismos para ambas normas y son 1, 2,5, 1,2 y 6, pero en cuanto a los esfuerzos cortantes en la base, la norma E030-2003 muestra un aumento con respecto a la norma E030-2019.
- En la Norma Técnica E.030-2019 se añade un nuevo perfil de suelo; no obstante, se mantiene la clasificación de suelo S2 para el proyecto; este factor no es modificado por la Norma Técnica E.030-2003.
- La aceleración del suelo calculada para un período breve según los parámetros establecidos en la Norma Técnica E.030-2019 es inferior en comparación con la aceleración del suelo determinada por la Norma Técnica E.030-2003.
- Después de realizar un análisis sísmico, los resultados usando la Norma Técnica E.030-2019 disminuyeron frente a la Norma E.030-2003 en la cortante estática en dirección X y Y disminuyeron en 16.67% y con respecto a la cortante dinámica en dirección X en 69.95% y en dirección Y 72.77%, por la disminución en el factor de zona, en consecuencia, hace que los movimientos laterales de la estructura disminuyan, resultando en el diseño de estructuras con un menor factor de seguridad, por lo tanto, la estructura analizada con la Norma Técnica E.030-2019 resulta ser más conservadora que la Norma Técnica E.030-2003.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, al finalizar el análisis sísmico, asegurarse de que el sistema estructural adoptado cumpla con las especificaciones de la Norma E.030.
- Es preferible diseñar edificaciones regulares, pues las estructuras irregulares son más exigentes en la Norma E.030-2019.
- Se aconseja a los ingenieros civiles que diseñen y ejecuten proyectos utilizando los distintos parámetros definidos por la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 y que estén a la vanguardia de las innovaciones que puedan surgir para un diseño adecuado de las edificaciones, asegurando que la infraestructura del edificio responda mejor a cualquier evento sísmico.
- Se recomienda a las autoridades competentes del INDECI realizar una adecuada evaluación sísmica utilizando la Norma Técnica E.030-2019 para las estructuras que ya han llegado al final de su vida útil, ya que estas estructuras se ven afectadas por cambios en los parámetros presentados en los diferentes capítulos de esta norma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Blanco Blasco, A. (1996). *estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima-Perú.
- Boroschek, R. (2009). *Dinamica avanzada de estructural*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Caceres Sánchez, D. S. (2020). *MAXIBODEGAS-PAITA” ubicado Jr. Paita N° 227, distrito; provincia de Paita departamento Piura*. LIMA – PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- CENEPRED. (2020). *ESCENARIO DE RIESGO POR SISMO Y TSUNAMI PARA LIMA Y CALLAO*. Fuente:
https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/10354_escenario-de-riesgo-por-sismo-y-tsunami-para-lima-y-callao.pdf
- COMPUTERS & STRUCTURES inc. (2013). *CSi Analysis Reference Manual*. Estados Unidos: CSI.
- Cuayla Vizcarra, K. V. (2021). *Diseño De Una Losa De Concreto Armado Para Mejorar La Funcionalidad De Una Edificación De Grandes Luces Con El Sistema Waffle*. Tacna – Perú: Universidad Privada De Tacna.
- Cubillos Rojas, J. L. (2021). *Análisis comparativo para el diseño estructural de un edificio porticado con la normativa ACI318S-19 y el reglamento colombiano NSR-10*. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cuevas Rosero, E. A. (2021). *Evaluación Numérica Del Comportamiento Sísmico De Edificaciones De Muros Delgados De Concreto Reforzado*

Representativas Del Diseño Y Construcción En Colombia . Colombia:
Universidad Del Valle.

Cueva Quispe, W. J. (2019). *Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, 2019*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo; .

De la cruz Alvarez, J. E. (2021). *Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación regular e irregular de ocho niveles en sistema de pórticos aplicando la norma E.030 2003, 2016 y 2018 diseño sismorresistente en la ciudad de Lima*. Lima: Universidad Peruana Unión.

Estrada Reyes, S. S., & Verde Huamán, J. K. (2020). *Análisis comparativo del diseño estructural con la aplicación del software Etabs respecto al método tradicional de un edificio de cinco pisos con semisótano ubicado en el distrito de San Martín de Porres – Lima*. Lima: Universidad San Martín de Porres.

Falcon Pardave, S. (2018). *Coefficientes de corrección de la resistencia en comprensión de prismas de albañilería por efectos de Esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco*. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Flores Mena, E. A. (2018). *Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Franco Jumbo, M. J. (2017). *Vivienda Multifamiliar y Oficinas*. Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

GAETE ABARZA, P. A. (2018). *Diseño comparativo de un edificio de acero de 4 niveles con las modificaciones de la Norma Chilena NCH433 OF.96*. Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.

- Ganancias Martinez, F. (2020). *Estudio comparativo, a nivel de pre factibilidad, de edificio multifamiliar en altura, proyectado con estructura metálica y con sistemas constructivos industrializados*. Córdoba, Argentina: Universidad Catolica de Cordova.
- Gómez Martínez, M. Á. (2011). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS ALTOS TIPO TORRE EMPLEANDO CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guerrero Proaño, K. P. (2020). *Diseño de vivienda multifamiliar sostenible en Cumbayá, Quito, 2020*. Quito-Ecuador: Universidad Tecnologica Indoamerica.
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.)*. México D.F: McGraw-Hill.
- Herrera, C. (2019). *Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta*. Meta-Colombia: Universidad Santo Tomás Villavicencio.
- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Fonte: Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>
- Leveau Ramírez, F. (2017). *Análisis Comparativo de los parámetros de la nueva y anterior Norma E.030 aplicado en un Sistema Dual - Tarapoto - 2017*. Tarapoto: Universidad César Vallejo.
- Martín Martín, H. (2021). *Comparativa de cálculo estructural entre dos softwares: ETABS Y SAP2000*. España-Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.

- Montalbetti Solari, J. A., Cárdenas Muñoz, B. D., & Villegas Sánchez, K. G. (2019). *Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas e030 2003, 2016 y 2018*. Lima: Universidad Católica del Perú.
- Nina Hañari, R. A. (2019). *Diseño Estructural En Concreto Armado De Un Edificio De Ocho Niveles Y Un Semisótano*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación, Diseño y Ejecución*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Noguera Montilla, H. (2018). *Comparación de la respuesta estructural en edificaciones aporticadas de concreto reforzado aplicando análisis dinámico lineal y no lineal*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- NSR-10. (2021). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE*. Colombia: AIS.
- Pineda Castro, L. G., & Ponce Ramos, O. M. (2021). *Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Quispe, H. I. (2018). *Análisis y Diseño estructural de un centro comercial en base a pórticos arriostrados de acero en la ciudad de Juliaca*. LIMA – PERÚ: Universidad Peruana Unión.
- Reátegui Fasabi, R. (2020). *Comparación de la respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas considerando y sin considerar interacción suelo estructura en la Urbanización San Isidro II Etapa*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Rivera Beltrán, K. S. (2021). *Estudio comparativo entre la filosofía de diseño sismoresistente establecida por la NEC 2015, empleando espectros*

de diseño con distintos tipos de suelos y las normas de otros países con alto riesgo sísmico. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rizábal Gamarra, L. A. (2018). *Análisis sismorresistente comparativo entre las normas E.030 - 2016 y su predecesora aplicado en el proyecto de Hospital Hermilio Valdizán en Huánuco.* Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

RNE. (2019). *NORMA E.020.* Fuente: NORMA E.020:
<https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.030.* Fuente: NORMA E.030:
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.060.* Fuente: NORMA E.060:
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

RNE. (2019). *NORMA E070.* Fuente: NORMA E070:
<https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>

RUÍZ SALINAS, R. A. (2019). *Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto “clínica privada” del distrito de los Olivos, Lima.* Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Sajami Vilcherez, M. L., & Talexio Orbe, K. A. (2019). *Estudio comparativo del análisis sísmico de un edificio de 8 pisos según las normas e030-2006 y e030-2018 – Iquitos 2019.* Iquitos: Universidad Científica del Perú.

- San Bartolome Ramos, A. F. (1998). *Analisis de edificios*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- SENCICO. (2020). *COMNETARIOS DE LA NORMA PERUANA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE*. Lima: SENCICO.
- Soto Huamán, J., Alva Hurtado, J., & Ortiz Salas, C. (2018). *Evaluación de Espectros de Respuesta mediante el Análisis*. Brasil: COBRAMSEG.
- STRUCTURES, C. &. (2017). *ETABS V.19 Analysis and Design of*. Estados Unidos: CARIBE.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Tena Colunga, A., Juárez Luna, G., Sandoval Hernández, M., & Archundia Aranda, H. (2018). Revisión de la seguridad sísmica de un edificio de concreto reforzado de mediana altura fuertemente irregular existente en la ciudad de México. *Ingeniería de Estructuras*, 46.
- Tipacti Gomez, L. J. (2020). *Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 8 niveles de concreto armado, urbanización San Luis, distrito y provincia Ica*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- Valdivia Chilón, J. F. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según la norma sismorresistente E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Velásquez P, H., & Fonten G, L. (2015). *ESTUDIO COMPARATIVO DE UN EDIFICIO APORTICADO DE CONCRETO*. Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- Velayarce Llano, 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. Tarapoto – Perú:
Universidad Nacional de San Martín.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Inga Avila, O. (2024). *Análisis comparativo de parámetros existentes en la norma E.030-2003 Y E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS EISTENTES EN LA NORMA E.030-2003 Y E.030-2019 EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p>Problema general: ¿Cómo realizar el análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 y en la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023?</p> <p>Problema específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo realizar el modelamiento de la estructura usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023? • ¿Cómo realizar el análisis sísmico para la estructura en estudio usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023? • ¿Cómo determinar los efectos en el modelo sísmico integrado del comportamiento estructural y sísmico en la edificación, Amarilis- Huánuco-2023? 	<p>Objetivo General Realizar el análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 y en la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Realizar el modelamiento de la estructura usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023. •Realizar el análisis sísmico para la estructura en estudio usando el software Etabs v18, Amarilis- Huánuco-2023. •Determinar los efectos en el modelo sísmico integrado del comportamiento estructural y sísmico en la edificación, Amarilis- Huánuco-2023. •Evaluar en que intensidad difiere los resultados luego del análisis 	<p>Hipótesis General Hi: La propuesta de un análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 es más conservadora que la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023.</p> <p>H0: La propuesta de un análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma Técnica E.030-2003 no es más conservadora que la Norma Técnica E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023.</p>	<p>Variable dependiente: Comportamiento Estructural</p> <p>Variable independiente: Norma Técnica E.030</p>	<p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel Descriptivo.</p> <p>Diseño No experimental</p>	<p>Población La población estudiada estará conformada por diversos edificios multifamiliares ubicados en el distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco.</p> <p>Muestra Para la muestra de la investigación se presentará la vivienda multifamiliar. Esta estructura estará ubicada en el distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco.</p>

• ¿Cómo evaluar en que intensidad difiere los resultados luego del análisis sísmico con el software Etabs v18 usando la Norma Técnica E.030-2019 y la anterior Norma Técnica E.030-2003 aplicada a una vivienda multifamiliar, Amarilis-2023?

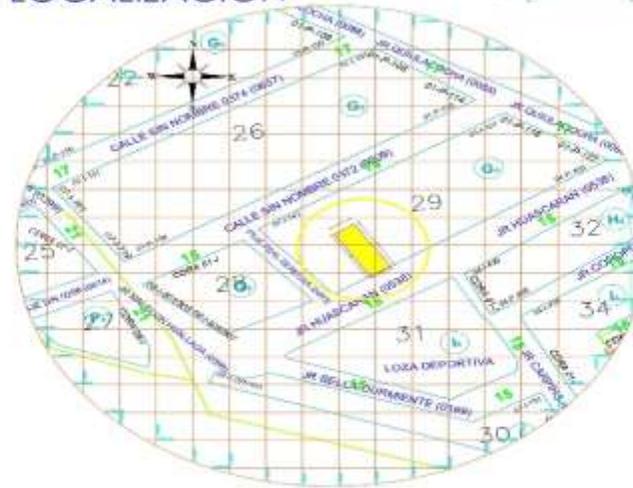
sísmico con el software Etabs v18 usando la Norma Técnica E.030-2019 y la anterior Norma Técnica E.030-2003 aplicada a una vivienda multifamiliar, Amarilis-2023.

ANEXO 2

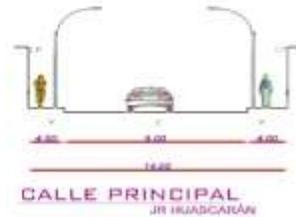
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

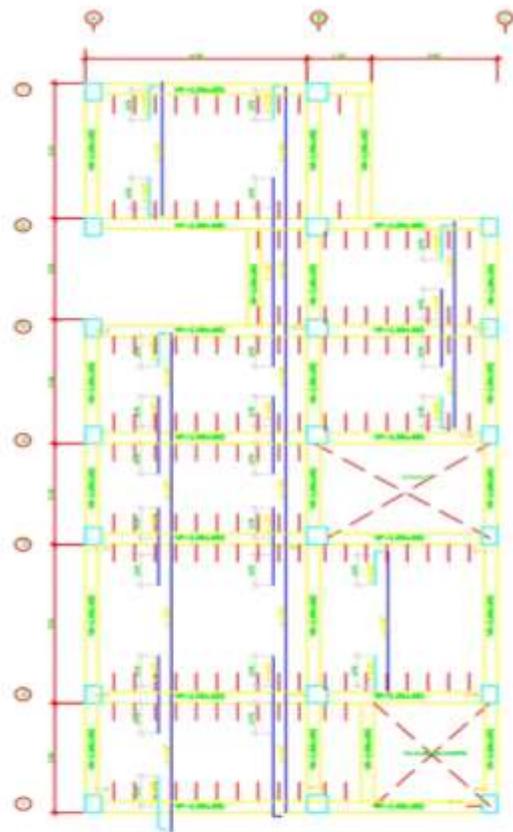


CUADRO NORMATIVO		
INDICADOR	VALOR	UNIDAD
PROYECTO		
ESTADO		
AREA PERIMETRICA		
PERIMETRO DEL PERIMETRO		
AREA DE LOTE SUBYACENTE		
COEFICIENTE DE OBTENCION		
PROYECTAR DE AREA LOTE		
ALTURA MAXIMA DE MURDOS		
PROYECTAR		
PLANTACION DE FLORES		
INDICE DE COBERTURA		

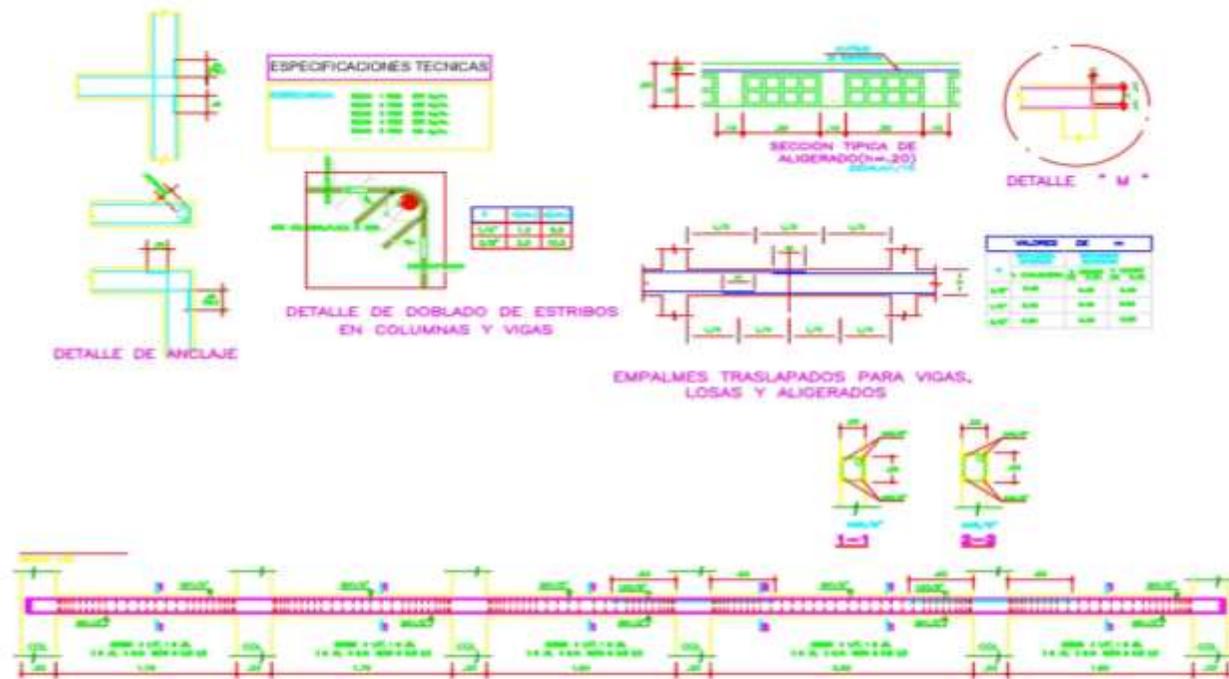


AREA Y PERIMETRO	
AREA TERRENO	176.00 m ²
PERIMETRO TERRENO	60 m

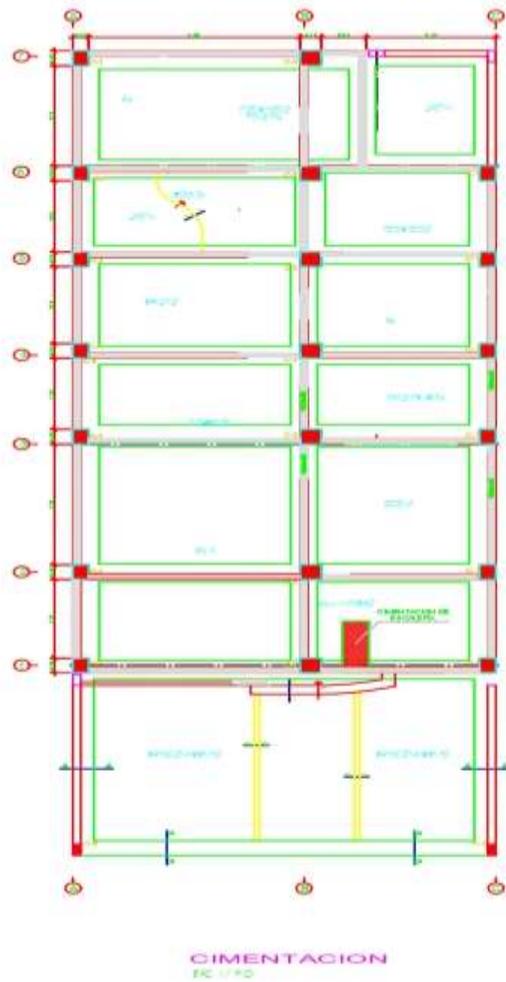
UDH UNIVERSIDAD DE HUANCAYO		UNIVERSIDAD DE HUANCAYO FACULTAD DE INGENIERIA E. A. P. DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO:	EVALUO COMPARATIVO DE PARAMETROS EXISTENTES EN LA NORMA E.030-2003 Y E.030-2019 EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR	SEDE:	
PLANO:	PERIMETRICO - UBICACION Y LOCALIZACION	PROFESOR:	2023
ESCALA DE LOTE:	0.25	ESTADO:	2023
PROYECTAR:	JUAN PASCUAL	LOTE:	L-01
		UBICACION:	URB. SAN LUIS BOUTER - AMARILLO - HUANCAYO - HUANCAYO - HUANCAYO



ALIGERADO 2DO AL 5TO NIVEL



 UNIVERSIDAD DE HUÁSCO FACULTAD DE INGENIERÍA E.A.P. DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS EXISTENTES EN LA NORMA E.50-3003 Y NORMAS 30-2019 EN O.N.A. VIVIENDA MULTIFAMILIAR, AMARILLO - HUÁSCO 2023		ESCALA: INTENCIONAL
PLANO: CIMENTACIÓN		FECHA: MARZO 2023
FACULTAD DE INGENIERÍA: 0.25	ETAPA ACADÉMICA: 2	LOCALIZACIÓN: LUGAR: SAN LUIS SECCION 1 DISTRITO: AMARILLO PROVINCIA: HUÁSCO DEPARTAMENTO: HUÁSCO
DISEÑADOR: JORGE MORALES		C.A.D.: L-03



DETALLE
CUADRO DE COLUMNAS

		TIPO	C-1	C-2
PRIMER PISO	SECT.	SI	SI	SI
	REF. PRINCIP.	SI	SI	SI
	REF. TRANSV.	SI	SI	SI
	GEOMETRIA	SI	SI	SI
2 Y 3 PISO	SECT.	SI	SI	SI
	REF. PRINCIP.	SI	SI	SI
	REF. TRANSV.	SI	SI	SI
	GEOMETRIA	SI	SI	SI

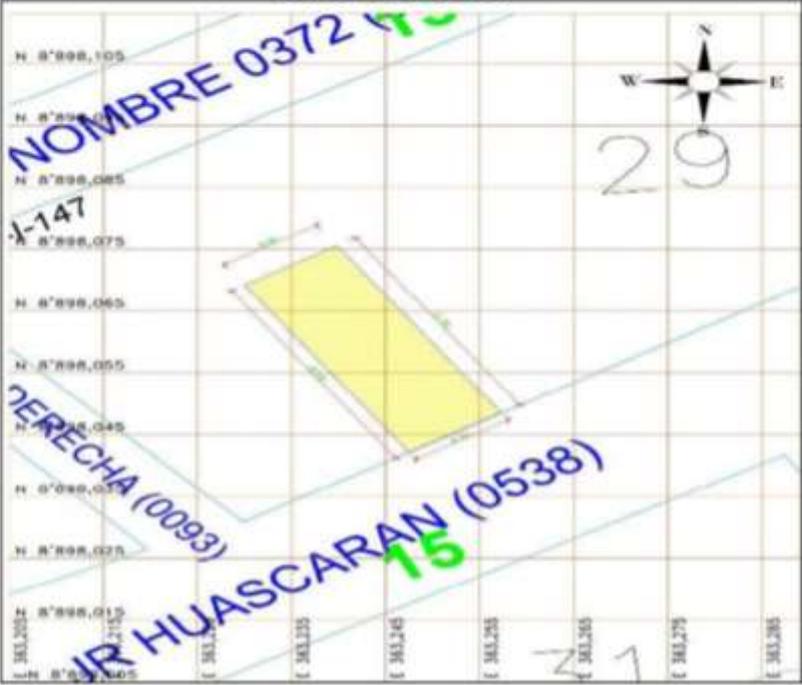


ESPECIFICACIONES TECNICAS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	ACEROS PARA BARRAS	kg	1000	1.20	1200.00
2	ACEROS PARA BARRAS	kg	500	1.20	600.00
3	ACEROS PARA BARRAS	kg	200	1.20	240.00
4	ACEROS PARA BARRAS	kg	100	1.20	120.00
5	ACEROS PARA BARRAS	kg	50	1.20	60.00
6	ACEROS PARA BARRAS	kg	25	1.20	30.00
7	ACEROS PARA BARRAS	kg	12.5	1.20	15.00
8	ACEROS PARA BARRAS	kg	6.25	1.20	7.50
9	ACEROS PARA BARRAS	kg	3.125	1.20	3.75
10	ACEROS PARA BARRAS	kg	1.5625	1.20	1.875
11	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.78125	1.20	0.9375
12	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.390625	1.20	0.46875
13	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.1953125	1.20	0.234375
14	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.09765625	1.20	0.1171875
15	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.048828125	1.20	0.05859375
16	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0244140625	1.20	0.029296875
17	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.01220703125	1.20	0.0146484375
18	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.006103515625	1.20	0.00732421875
19	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0030517578125	1.20	0.003662109375
20	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00152587890625	1.20	0.0018310546875
21	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000762939453125	1.20	0.00091552734375
22	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0003814697265625	1.20	0.000457763671875
23	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00019073486328125	1.20	0.0002288818359375
24	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000095367431640625	1.20	0.00011444091796875
25	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000476837158203125	1.20	0.000057220458984375
26	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00002384185791015625	1.20	0.0000286102294921875
27	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000011920928955078125	1.20	0.00001430511474609375
28	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000059604644775390625	1.20	0.000007152557373046875
29	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000298023223876953125	1.20	0.0000035762786865234375
30	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000001490116119384765625	1.20	0.00000178813934326171875
31	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000007450580596923828125	1.20	0.000000894069671630859375
32	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000037252902984619140625	1.20	0.0000004470348358154296875
33	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000186264514923095703125	1.20	0.00000022351741790771484375
34	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000931322574615478515625	1.20	0.000000111758708953857421875
35	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000004656612873077392578125	1.20	0.0000000558793544769287109375
36	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000023283064365386962890625	1.20	0.00000002793967723846435546875
37	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000116415321826934814453125	1.20	0.000000013969838619232177734375
38	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000582076609134674072265625	1.20	0.0000000069849193096160888671875
39	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000002910383045673370361328125	1.20	0.00000000349245965480804443359375
40	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000014551915228366851806640625	1.20	0.000000001746229827404022216796875
41	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000072759576141834259033203125	1.20	0.0000000008731149137020111083984375
42	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000363797880709171295166015625	1.20	0.00000000043655745685100555419921875
43	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000001818989403545856475830078125	1.20	0.000000000218278728425502777099609375
44	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000009094947017729282379150390625	1.20	0.0000000001091393642127513885498046875
45	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000045474735088646411895751953125	1.20	0.00000000005456968210637569427490234375
46	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000227373675443232059478759765625	1.20	0.000000000027284841053187847137451171875
47	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000001136868377216160297393798828125	1.20	0.00000000001364242052659392356870888671875
48	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000005684341886080801486968994140625	1.20	0.000000000006821210263296961784354443359375
49	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000284217094304040074348449707265625	1.20	0.0000000000034106051316484808921772216796875
50	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000001421085471520200371742248536328125	1.20	0.00000000000170530256582424044608861083984375
51	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000007105427357601001858711242681640625	1.20	0.000000000000852651282912120223044305419921875
52	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000035527136788005009293556213403125	1.20	0.0000000000004263256414560601115221527099609375
53	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000177635683940025046467781067015625	1.20	0.00000000000021316282072803005576107635498046875
54	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000888178419700125232338905335078125	1.20	0.000000000000106581410364015027880538177490234375
55	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000004440892098500626161694526675390625	1.20	0.00000000000005329070518200751394026908861083984375
56	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000022204460492503130808472633376953125	1.20	0.000000000000026645352591003756970134544305419921875
57	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000011102230246251564404236316687890625	1.20	0.0000000000000133226762955018784850672721527099609375
58	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000005551115123127822222118158344453125	1.20	0.000000000000006660338147750939242533635498046875
59	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000277555756156391111105907722265625	1.20	0.0000000000000033301690738754696212668177490234375
60	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000001387778780781955555529536328125	1.20	0.000000000000001665084536937734810633408861083984375
61	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000006938893903909777777647681640625	1.20	0.0000000000000008325422684688696051672044305419921875
62	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000034694469519548888888238408203125	1.20	0.00000000000000041627113423443480258360221527099609375
63	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000173472347597744444441192041015625	1.20	0.0000000000000002081355671172174012918011083984375
64	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000008673617379887222222059602053125	1.20	0.0000000000000001040677835586087006459005498046875
65	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000043368086899436111110298010265625	1.20	0.00000000000000005203389177930435032295027490234375
66	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000021684043449718055555149400128125	1.20	0.00000000000000002601694588965217516147513940234375
67	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000001084202172485902777772497000640625	1.20	0.0000000000000000130084729448260875807375694234375
68	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000000542101086242951388888124850003203125	1.20	0.00000000000000000650423647241304379036878490234375
69	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000000027105054312147569444406242500016015625	1.20	0.0000000000000000032521182362065219451843921527099609375
70	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000001355252715607378472222031225000080078125	1.20	0.00000000000000000162605911810326097259219608861083984375
71	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000000067762635780368923611110156250000400390625	1.20	0.000000000000000000813029559051630486296098044305419921875
72	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000000003388131789018446180555507812500002001953125	1.20	0.0000000000000000004065147795258152431480490221527099609375
73	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000000001694065894509223090277770390625000010009765625	1.20	0.00000000000000000020325738976290762157402451083984375
74	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000000000847032947254611545138888019531250000050048828125	1.20	0.000000000000000000101628694881453810787012256490234375
75	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000000042351647362730772256944400976562500000250244140625	1.20	0.000000000000000000050814347440726905393506128245119921875
76	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000000002117582368136538612847220048828125000001251220703125	1.20	0.0000000000000000000254071737203634526967530641229609375
77	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000000000105879118406826930642361002441406250000006256103515625	1.20	0.00000000000000000001270358686018172634837653206148046875
78	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000000005293955920341346532118050122070312500000031280517578125	1.20	0.0000000000000000000063517934300908631719687660307221527099609375
79	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000000000264697796017067326605902506103515625000000156402587890625	1.20	0.000000000000000000003175896715045431585984383015361083984375
80	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000000000132348898008533663302951250305175781250000000782012939453125	1.20	0.00000000000000000000158794835752271579299219150768046875
81	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.0000000000000000000006617444900426683165147562515258789062500000003910064697265625	1.20	0.000000000000000000000811974178761357896496095753840234375
82	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000000000330872245021334158257378125076293945312500000001955032348828125	1.20	0.000000000000000000000405987089380678948248047876920119921875
83	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.000000000000000000000165436122510667079128689062503814697265625000000009775161744140625	1.20	0.000000000000000000000202993544690339474124023938460059609375
84	ACEROS PARA BARRAS	kg	0.00000000000000000000008271		

ANEXO 4

FICHA DE OBSERVACIÓN

	TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE PARÁMETROS EXISTENTES EN LA NORMA E.030-2003 Y E.030-2019 EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR, AMARILIS - HUÁNUCO- 2023				
FICHA DE OBSERVACIÓN					
I. DATOS GENERALES					
Vivienda Multifamiliar con Sistema Estructural Aporticado					
Tesista	BACH. INGA AVILA OMAR RAMIRO				
Fecha	Marzo /2023				
Dirección	San Luis Sector 1 - Jr. Huascarán				
Distrito	Amarilis	Provincia	Huánuco	Región	Huánuco
Número de niveles	5 niveles				
Área del terreno	176 m ²	Área techada	136 m ²		
Norma					
Se usaron la Norma Técnica E.030-2003 y Norma Técnica E.030-2019 en el cual se hicieron uso para calcular los desplazamientos, periodos y derivas de la vivienda con el uso del software Etabs.					
Plano de Ubicación					
					

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO



En la vista fotográfica se observa la vivienda donde se realizó el estudio



En la vista fotográfica se observa la vivienda donde se realizó el estudio





En la vista fotográfica se observa en planta la vivienda donde se realizó el estudio