

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco - 2024”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Estrada Chavez, Yovanna

ASESOR: Taboada Trujillo, William Paolo

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



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

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44535579

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40847625

Grado/Título: Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-4594-1491

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día lunes 23 de febrero de 2026, 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:

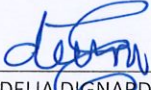
❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA	PRESIDENTE
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	SECRETARIO
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0186-2026-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE ENTRE LAS NORMAS E.030 – 2019 Y LA NORMA E.030 – 2003, Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL, APLICADO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MILAGRO DE FÁTIMA, HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Yovanna ESTRADA CHAVEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

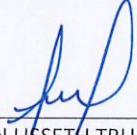
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

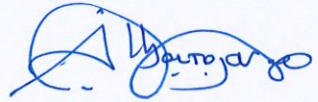
Siendo las 17:30 horas del día 23 del mes de febrero del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
PRESIDENTE



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: YOVANNA ESTRADA CHAVEZ, de la investigación titulada "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE ENTRE LAS NORMAS E.030 - 2019 Y LA NORMA E.030 - 2003, Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL, APLICADO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MILAGRO DE FÁTIMA, HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 299-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 01 de octubre de 2025



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

267. ESTRADA CHAVEZ YOVANNA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

8%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

1%

4

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios, quien ha sido mi guía constante, mi fuente de fortaleza y cuya presencia fiel y amorosa se ha mantenido a mi lado hasta el día de hoy. También quiero honrar a mis padres, Abel y Maximiliana, porque gracias a su paciencia, dedicación y cariño, me han permitido hacer realidad un sueño más. De ellos aprendí el verdadero sentido de la valentía y la perseverancia, y me enseñaron a no temerle a los obstáculos que trae la vida, porque siempre tengo la certeza de que Dios me acompaña. A mis hermanas también les debo un profundo agradecimiento, por su cariño y apoyo incondicional, por estar cerca de mí en cada paso de este camino.

A mi familia en general también les debo gratitud, porque con sus oraciones, consejos y palabras de ánimo han contribuido a hacer de mí una mejor persona, siempre presentes en mis metas y aspiraciones, incluso cuando no han estado físicamente cerca. Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que me brindaron su apoyo en los momentos en que más lo necesité, a quienes extendieron su mano en tiempos difíciles y compartieron conmigo su amor en los pequeños detalles de cada día.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar un agradecimiento especial a mis docentes de la Universidad de Huánuco, porque con su tiempo, su dedicación y hasta con sus consejos más sencillos me ayudaron a crecer y a ser una mejor persona. Al mismo tiempo, reconozco con orgullo a mi querida Universidad, mi alma mater, que me abrió las puertas y me acompañó en este camino. De todas maneras, agradezco de corazón a mi asesor, Mg. Taboada Trujillo William Paolo, por su apoyo constante, su orientación paciente y los conocimientos que siempre compartió conmigo posible la tesis denominada **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE ENTRE LAS NORMAS E.030 – 2019 Y LA NORMA E.030 – 2003, Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL, APLICADO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MILAGRO DE FÁTIMA, HUÁNUCO - 2024** Y mis padres que tuvieron una participación ya sea indirecta o directa para la elaboración de la tesis.

Para todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. DESCRIPCION DE PROBLEMAS	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	19
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	19
1.3. OBJETIVOS.....	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	20
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	21
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	22
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	26
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	30
2.2. BASES TEÓRICAS	33
2.2.1. FUNDAMENTOS DE SISMOLOGÍA.....	33
2.2.2. NORMA E.030-2003 Y E.030-2019	41

2.2.3. FACTOR DE ZONA, Z	41
2.2.4. FACTOR DE SUELO, S.....	43
2.2.5. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA, C	45
2.2.6. FACTOR DE USO, U.....	45
2.2.7. SISTEMAS ESTRUCTURALES Y FACTOR DE REDUCCIÓN, R	48
2.2.8. FACTORES DE IRREGULARIDAD	57
2.2.9. ANÁLISIS ESTÁTICO	64
2.2.10. ANÁLISIS DINÁMICO	65
2.2.11. DESPLAZAMIENTOS LATERALES.....	65
2.2.12. REDUNDANCIA	66
2.2.13. PROGRAMAS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS, DISEÑO Y METRADO DE MATERIALES	66
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	67
2.4. HIPÓTESIS	71
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	71
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	71
2.5. VARIABLES.....	72
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	72
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	72
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	72
CAPÍTULO III	73
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	73
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	73
3.1.1. ENFOQUE	73
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	73
3.1.3. DISEÑO	73
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	74
3.2.1. POBLACIÓN	74
3.2.2. MUESTRA	75
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	76
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	76
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	77
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	77

CAPÍTULO IV.....	79
RESULTADOS.....	79
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	79
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	119
CAPÍTULO V.....	122
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	122
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	122
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES.....	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores de zona, normas E.030-2003 y E.030-2019.....	43
Tabla 2 Parámetros del suelo, norma E.030-2003.....	44
Tabla 3 Perfiles del suelo, norma E.030-2019	44
Tabla 4 Parámetros de Sitio (S, TP y TL), norma E.030-2019.....	44
Tabla 5 Categoría de las Edificaciones, norma E.030-2003	46
Tabla 6 Categoría de las Edificaciones y Factor U, norma E.030-2019.....	47
Tabla 7 Sistema estructural, norma E.030-2003.....	50
Tabla 8 Categoría y estructura de las edificaciones, norma E.030-2003.....	51
Tabla 9 Categoría y sistema estructural de las edificaciones, norma E.030-2019.....	56
Tabla 10 Sistemas Estructurales y coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R0), norma E.030-2019	57
Tabla 11 Irregularidades Estructurales en Altura, norma E.030-2003	58
Tabla 12 Irregularidades Estructurales en Planta, norma E.030-2003.....	59
Tabla 13 Irregularidades Estructurales en Altura, norma E.030-2019	59
Tabla 14 Irregularidades Estructurales en Planta, norma E.030-2019.....	61
Tabla 15 Categoría y Regularidad de las Edificaciones, norma E.030-2019	63
Tabla 16 Sistema de variables, dimensiones e indicadores.	72
Tabla 17 Memoria de cálculo	84
Tabla 18 Memoria de cálculo	85
Tabla 19 Memoria de cálculo	86
Tabla 20 Memoria de cálculo	87
Tabla 21 Memoria de cálculo	88
Tabla 22 Memoria de cálculo	94
Tabla 23 Memoria de cálculo	101
Tabla 24 Memoria de cálculo	103
Tabla 25 Memoria de cálculo	107
Tabla 26 Memoria de cálculo	108
Tabla 27 Memoria de cálculo	109
Tabla 28 Memoria de cálculo	109
Tabla 29 Memoria de cálculo	110
Tabla 30 Memoria de cálculo	112

Tabla 31 Memoria de cálculo	114
Tabla 32 Memoria de cálculo	115
Tabla 33 Memoria de cálculo	116
Tabla 34 Memoria de cálculo	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Placas Tectónicas.....	35
Figura 2 Diagrama de Flujo del Movimiento Sísmico Según el Tipo de Onda.....	37
Figura 3 Zona de Subducción.....	39
Figura 4 Mapa Sísmico del Perú.....	40
Figura 5 Comparación de Zonas Sísmicas según normas	42
Figura 6 Planteamiento General de la población de la Institución Educativa Milagro de Fátima	74
Figura 7 Planteamiento General de la muestra de la Institución Educativa Milagro de Fátima.	75
Figura 8 Ubicación del proyecto.....	81
Figura 9 Vista satelital de la i.e milagro de fatima.....	82
Figura 10 Planteamiento de Arquitectura del módulo I de la I.E. Milagro de Fátima.....	83
Figura 11 Plano de Cimentación del módulo I de la I.E. Milagro de Fátima.	84

RESUMEN

La ciudad de Huánuco se ubica en la zona sísmica 2 y, aunque esto pueda sonar como un alivio, no quiere decir que sus edificaciones estén exentas de sufrir daños cuando la tierra se mueva. En este momento se habla de un silencio sísmico, una calma aparente que en realidad podría anticipar la llegada de terremotos fuertes en los próximos años. De esta forma, y pensando en esa posibilidad que preocupa a toda la población, se plantea la realización de esta tesis denominada **Análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural de la Institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco – 2024**, Tiene como propósito realizar el análisis estructural del módulo I representativos de la **I.E Milagro de Fátima**, ya que esta se encuentra ejecutada a un 100%

Para analizar la estructura de la Institución Educativa Milagro de Fátima se trabajó con modelos tridimensionales que incluían diafragmas en cada uno de sus niveles. En estos modelos se incorporaron tanto las cargas de gravedad como las solicitaciones de los sismos, aplicadas según lo que exigen las distintas normas en evaluación. Al mismo tiempo, y considerando que el comportamiento estructural es complejo y que los reglamentos imponen criterios rigurosos, se optó por apoyarse en programas de cómputo, que permiten simplificar el proceso de cálculo y a la vez ofrecen resultados más seguros y precisos.

En el primer capítulo se plantea el problema de investigación, explicando su formulación, los objetivos y el contexto en el que aparece. Se delimita y describe la situación para poder analizarla con mayor claridad, y de ser necesario, proponer posibles alternativas de solución. En este mismo espacio se justifica el valor del estudio, se explica por qué resulta relevante y se señalan los alcances y limitaciones que acompañan el proceso.

El segundo capítulo se ocupa de revisar los antecedentes más importantes, ordenando la información previa y aclarando conceptos que sirven como base. Además, se hace una exposición sobre la evolución de las

normas sísmicas en el tiempo, mostrando su historia y resaltando los cambios más significativos, y en paralelo se presentan las variables, los objetivos y las hipótesis que guiarán el trabajo.

En el tercer capítulo se detalla la metodología elegida, explicando el tipo de investigación y el diseño seguido, así como los instrumentos que se emplearán para recoger la información, procesarla y analizarla con rigurosidad.

En el cuarto capítulo se desarrolla la aplicación del estudio. Aquí se presenta el módulo seleccionado, acompañado de gráficos comparativos que permiten visualizar con claridad los distintos análisis realizados. Asimismo, se incluyen los resultados obtenidos con el software ETABS, lo que permite poner a prueba la hipótesis planteada.

En el quinto capítulo se interpretan los resultados finales y se realiza la discusión respectiva, para después formular las conclusiones y recomendaciones que constituyen el aporte central de la investigación.

Al mismo tiempo, conviene señalar que de los valores obtenidos se desprende que la norma E.030 – 2003 resulta más conservadora que la norma E.030 – 2019. Sin embargo, esta diferencia no implica que la edificación analizada vaya a ser menos vulnerable frente a un sismo, ya que los resultados hallados con la versión de 2019 muestran valores menores en lo referente a cortante y derivas, en comparación con los de la norma de 2003.

Palabras claves: Diseño sismorresistente, norma e.030 – 2019, norma e.030 – 2003, comportamiento estructural, perfil del suelo.

ABSTRACT

The city of Huánuco is located in seismic zone 2, and while this may sound like a relief, it doesn't mean its buildings are immune to damage when the ground shakes. Currently, there is talk of seismic silence, an apparent calm that could actually herald the arrival of strong earthquakes in the coming years. Thus, and considering this possibility that concerns the entire population, this thesis entitled Comparative Analysis of Earthquake-Resistant Design Between Standards E.030-2019 and E.030-2003, and Its Influence on the Structural Behavior of the Milagro de Fátima Educational Institution, Huánuco - 2024, is proposed. The purpose of this thesis is to perform a structural analysis of module I of the Milagro de Fátima Educational Institution, since it is 100% complete. To analyze the structure of the Milagro de Fátima Educational Institution, three-dimensional models were used that included diaphragms at each level. These models incorporate both gravity loads and seismic loads, applied according to the requirements of the different standards under evaluation. At the same time, considering the complexity of structural behavior and the strict requirements imposed by regulations, the decision was made to rely on computer programs, which simplify the calculation process while providing more reliable and accurate results.

The first chapter presents the research problem, explaining its formulation, objectives, and the context in which it arises. The situation is defined and described for greater clarity in its analysis and, if necessary, for possible alternative solutions. This same chapter justifies the value of the study, explains its relevance, and points out the scope and limitations of the process.

The second chapter reviews the most important background information, organizing the previous information and clarifying the underlying concepts. It also presents the evolution of seismic standards over time, showing their history and highlighting the most significant changes. It also presents the variables, objectives, and hypotheses that will guide the work.

The third chapter details the chosen methodology, explaining the type of

research and design followed, as well as the instruments that will be used to collect, process, and rigorously analyze the information.

The fourth chapter develops the application of the study. The selected module is presented here, accompanied by comparative graphs that clearly visualize the different analyses performed. The results obtained using the ETABS software are also included, allowing the proposed hypothesis to be tested.

The fifth chapter interprets the final results and discusses them, followed by the formulation of conclusions and recommendations that constitute the central contribution of the research.

At the same time, it is worth noting that the values obtained indicate that the E.030-2003 standard is more conservative than the E.030-2019 standard. However, this difference does not imply that the analyzed building will be less vulnerable to an earthquake, as the results obtained with the 2019 version show lower values for shear and drift compared to those of the 2003 standard.

Keywords: Earthquake-resistant design, standard e.030 – 2019, standard e.030 – 2003, structural behavior, soil profile

INTRODUCCIÓN

En el distrito de Huánuco se viene observando un rápido aumento de la población, lo que trae consigo la necesidad de contar con más centros educativos en los niveles inicial, primaria y secundaria. Y no es un dato menor recordar que el Perú se encuentra dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, asentado sobre la placa de Nazca, lo cual lo convierte en uno de los territorios con mayor actividad sísmica en todo el planeta.

Con el paso del tiempo, las normas sismorresistentes del país han ido cambiando y perfeccionándose, ya sea por los avances tecnológicos y científicos o porque los errores de versiones anteriores obligaron a replantearlas. Cada ajuste ha tenido un mismo fin: ofrecer mejores soluciones frente a los efectos de los sismos y, sobre todo, garantizar la seguridad de las personas, algo que cobra gran importancia en instituciones educativas como el colegio Milagro de Fátima.

Por ello, el presente trabajo busca mostrar de forma ordenada los nuevos parámetros y procedimientos de verificación que incorpora la norma E.030-2019, estableciendo una comparación con la versión del 2003, y señalando tanto sus ventajas como sus posibles desventajas. De esta manera, el análisis se aplicará a la edificación del colegio Milagro de Fátima en Huánuco, que, por su magnitud, su diseño arquitectónico y sus características estructurales, representa un caso adecuado para examinar si la infraestructura mantiene un nivel aceptable de seguridad o, por el contrario, si podría ser vulnerable frente a un sismo importante.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCION DE PROBLEMAS

De acuerdo a Ramírez (2015) La Norma E-030 de Diseño Sismorresistente en Perú ha sido actualizada para mejorar la resistencia de las edificaciones ante sismos, incorporando nuevas tecnologías y criterios para el diseño y construcción. Esta actualización busca minimizar pérdidas humanas y daños materiales en caso de eventos sísmicos. La norma es aplicable tanto a nuevas construcciones como a la reparación y reforzamiento de estructuras existentes.

El proceso de actualización de la norma sísmica E.030 comenzó con la propuesta de la versión 2014, la cual sustituyó a la de 2003 y fue presentada a revisión pública en todo el país. Luego de esta etapa, entró en vigencia la versión 2016, aunque tuvo varias modificaciones antes de ser reemplazada por la de 2018. Posteriormente se incorporaron más cambios, y finalmente todo este proceso concluyó con la aprobación de la actual versión 2019, formalizada mediante la Resolución Ministerial N°043-2019-Vivienda.

Comparando la norma E.030-2003 y E.030-2019 existen algunos cambios e incrementos de valores como en el capítulo II – Peligro Sísmico, artículo 10 zonificación, como también el factor de zona, artículo 12 condiciones geotécnicas, artículo 14 factor de ampliación sísmica (C), sistema estructural – coeficiente de reducción (R). haciendo un comparativo de ambas normas se concluye que si hubo modificaciones.

En tal sentido el presente trabajo de investigación, trata de presentar una comparación entre las normas E30-2019 y E030-2003 y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la Institución Educativa Milagro De Fátima.

Problema internacionales

Según la Organización Panamericana de la Salud, en el planeta se

registran más de un millón de sismos al año, lo que en promedio equivale a dos cada minuto. De todas maneras, cuando uno de gran magnitud golpea una ciudad con miles de habitantes, se convierte en una de las peores catástrofes naturales que podemos presenciar. Basta recordar que entre 1970 y 2017 los terremotos ocasionaron más de un millón de muertes alrededor del mundo, con ejemplos dolorosos en Armenia, China, Ecuador, Guatemala, Haití, Irán, India, Indonesia, Japón, México, Pakistán, Perú y Turquía.

Por otra parte, la urbanización rápida y muchas veces caótica en zonas sísmicamente activas ha dado lugar a enormes ciudades con densidades que oscilan entre 20.000 y 60.000 personas por kilómetro cuadrado. Estas megalópolis, que a primera vista representan el avance de la modernidad, también esconden una fragilidad enorme: son altamente vulnerables a los efectos de un terremoto. Y no se trata solo de hablar de edificios destruidos, sino de vidas humanas que se pierden por traumas, asfixia, hipotermia o fallas respiratorias agudas. Incluso, de forma paralela, quedan las heridas, fracturas y el sufrimiento que deja tras de sí la caída de infraestructuras esenciales que sostienen la vida diaria.

Problema nacional

Como señala Tavera (2010), el Perú se encuentra sobre la Placa Sudamericana, la cual se desplaza contra la Placa de Nazca a una velocidad aproximada de seis centímetros por año. La continua colisión de estas placas genera la actividad sísmica que afecta al país, y se trata de un fenómeno natural que no se detendrá. Por esta razón, los terremotos de distinta intensidad seguirán presentándose. Dado que los sismos son repetitivos por naturaleza, su ocurrencia no puede evitarse y volverán a manifestarse tarde o temprano.

El Perú se encuentra en una de las regiones con más actividad sísmica del planeta, y eso no es novedad. A lo largo de su historia ha sufrido terremotos devastadores, y de todas maneras, volverán a ocurrir, porque la tierra siempre nos recuerda su fuerza.

De acuerdo con lo informado por el Instituto Nacional de Defensa Civil,

la ciudad de Pisco en la región de Ica sufrió un devastador terremoto el 15 de agosto de 2007. El desastre dejó a 434 mil 614 personas sin hogar, afectó a 221 mil 60 más y provocó 596 muertes. Asimismo, causó la destrucción o daño severo de 93 mil 708 viviendas, junto con enormes pérdidas económicas en sectores clave como la educación, la salud, el transporte y la agricultura, lo que paralizó las actividades cotidianas de la región. El impacto del terremoto se extendió a cinco departamentos, pero Ica soportó la carga más fuerte, con 363 mil 841 personas sin hogar, equivalente al 83.72 por ciento del total. Además, 157 mil 369 residentes fueron directamente afectados y 78 mil 907 casas colapsaron, lo que representó el 84.21 por ciento de las edificaciones dañadas, principalmente porque el epicentro se ubicó en Pisco. Lima también fue gravemente afectada, registrando 59 mil 483 personas sin hogar, que representaron el 13.68 por ciento, junto con 12 mil 508 casas destruidas, cerca del 13.35 por ciento del total de pérdidas. Este catastrófico evento sigue siendo recordado como uno de los desastres más destructivos de la historia moderna del Perú.

Tras el trágico suceso que cobró la vida de tantas personas, surgieron preguntas urgentes. ¿Realmente estábamos preparados para enfrentar un desastre aún mayor? ¿Comprendíamos de verdad cómo reaccionan las construcciones en su estructura cuando se ven sometidas a un terremoto tan fuerte como el del 2007? Estas dudas llevaron a los especialistas a revisar nuevamente la norma NTP E-030 Sismorresistente. El objetivo de este nuevo análisis no solo fue ajustar la norma en función de los daños registrados, sino también garantizar un mayor nivel de seguridad al redefinir los factores técnicos y coeficientes que orientaban las prácticas de construcción. En aquel entonces, el reglamento dividía el territorio nacional en tres zonas sísmicas, cada una vinculada con distintos niveles de intensidad, clasificación que fue reconsiderada como parte de las modificaciones.

El nivel de preocupación que quedó después del desastre fue tan grande que las autoridades decidieron incluir un nuevo factor de zona sísmica dentro de la NTP E.030, sumándolo a los que ya existían. Sin embargo, esta revisión no estuvo libre de fricciones, ya que muchos ingenieros directamente

involucrados en la actualización de la norma protagonizaron intensos debates. Desde entonces los cálculos estructurales empezaron a considerar márgenes de seguridad mucho más amplios, lo que llevó a que varias edificaciones fueran vistas como sobredimensionadas. Esto, de manera natural, se tradujo en mayores costos de construcción, lo que abrió la discusión sobre cómo equilibrar la seguridad con la viabilidad económica.

Problema local

El Instituto Geofísico del Perú informó que el 26 de mayo de 2019 ocurrió un sismo de magnitud 8.0 en el país. El epicentro fue ubicado a 60 kilómetros al sur de Laguna, en Loreto, y aproximadamente a 64 kilómetros al este de la ciudad de Yurimaguas. En estas localidades las intensidades más altas alcanzaron el nivel VII en la escala de Mercalli Modificada. El hipocentro fue registrado a una profundidad de 135 kilómetros y su origen estuvo relacionado con la deformación interna de la Placa de Nazca debajo de la cordillera de los Andes. Las ondas sísmicas se extendieron ampliamente, generando sensaciones que variaron de moderadas a fuertes en distintas zonas del territorio. Aunque en Lima y Huánuco fue catalogado como moderado, en esta última ciudad la población vivió momentos de gran alarma por la magnitud y por el prolongado tiempo que duró el movimiento.

En la actualidad existen edificaciones ejecutadas con el reglamento nacional de edificaciones con los parámetros de diseño sismorresistente de la norma E. 030 – 2003.

El reglamento Nacional de Edificaciones del Perú ha venido evolucionando a través del tiempo ya sea por actualización de conocimientos tecnológicos o por experiencias fallidas de normas anteriores, reformulando y tratando de presentar posibles soluciones ante los efectos sísmicos, por tener como principal objetivo la seguridad del ocupante de las edificaciones.

En esta investigación se busca comparar los resultados obtenidos al aplicar la norma E.030 de 2003 con los que se derivan de la versión más reciente del 2019 en el diseño sismorresistente, tomando como referencia la institución educativa Milagro de Fátima. Para ello se hará uso del programa

ETABS, que es ampliamente conocido en el campo del modelamiento estructural y que permitirá simular el comportamiento de la edificación. Una vez elaborado el modelo, se analizará la estructura tanto de manera estática como dinámica, incorporando los parámetros que establece cada norma sísmica y considerando también el perfil del suelo del terreno, un aspecto que resulta determinante en cualquier evaluación seria de este tipo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Predomina el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco - 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo se presenta el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 – Aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima?

¿Cómo se presenta la influencia en el comportamiento estructural – Aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima?

¿Predomina el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según zona sísmica (Z)?

¿Predomina el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según perfil del suelo?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural de la Institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco – 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 – Aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Identificar la influencia en el comportamiento estructural – Aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Determinar el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según zona sísmica (Z).

Determinar el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según perfil del suelo.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación busca entender hasta qué punto la estructura del colegio Milagro de Fátima puede responder frente a un terremoto, recordando que fue levantada siguiendo lo que pedía la norma E.030 – 2003. Sin embargo, al mismo tiempo se pondrá en diálogo con la versión más actual de la norma E.030 – 2019, ya que de esta forma se podrán notar las mejoras que ofrecen mayor seguridad y, de todas maneras,

más confianza en la resistencia de la edificación.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación tiene como objetivo analizar de qué manera la estructura del colegio Milagro de Fátima podría responder frente a un sismo, recordando que fue levantada siguiendo las disposiciones de la norma E.030 – 2003. Ahora bien, al ponerla en contraste con lo que indica la versión más actual, la E.030 – 2019, no solo se busca evidenciar mejoras en seguridad, sino también dejar un aporte que resulte útil para otras investigaciones. En este sentido, servirá como antecedente valioso para entender cuán vulnerables pueden ser todavía las construcciones hechas con reglamentos pasados.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para cumplir con lo que se ha propuesto en la investigación, el proceso se llevará a cabo de manera ordenada y con pasos claros, aunque siempre abiertos a los ajustes que exija la realidad. El análisis se centrará en poner frente a frente la norma E.030 – 2019 y la antigua E.030 – 2003, lo que permitirá mirar con más detalle cómo se comporta la estructura del colegio Milagro de Fátima. De esta forma, se espera reconocer con mayor claridad qué tan vulnerable resulta la edificación frente a un posible sismo.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Acceso a los datos.

En el caso de esta investigación mi mayor limitación fue el acceso a la información del **Expediente técnico**, el acceso a la recolección de datos dependía de una institución pública; Municipalidad de Huánuco. El 10 de junio del año 2022, se solicita a la entidad una copia simple y en digital del expediente técnico de la I.E. Milagro de Fátima de la parte del estudio de suelos, especialidad de estructuras y arquitectura y planos. Teniendo como visitas a dicha entidad reiteradas veces sin tener repuesta, después de casi tres meses de espera se me brinda la información solicitada.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio busca servir de apoyo al brindar pautas iniciales que orienten el diseño sismorresistente, tomando como eje central el uso del programa ETABS. Lo que se pretende es comparar de manera detallada lo que establece la norma E.030 – 2019 frente a lo indicado en la versión E.030 – 2003, aplicando ambos marcos en la evaluación de la edificación del colegio Milagro de Fátima. Todo este proceso se desarrollará respetando lo señalado en el reglamento nacional de edificaciones, lo que asegura un trabajo coherente y bien fundamentado.

Por otra parte, aunque en el campo de la ingeniería existen varios programas útiles para modelar estructuras, se ha decidido trabajar con ETABS, no solo por su reconocimiento en la práctica profesional, sino también porque permite obtener resultados más completos y confiables.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La finalidad de este trabajo es llevar a cabo un análisis comparativo del diseño sismorresistente, destacando las diferencias que existen entre la norma E.030 – 2019 y la anterior E.030 – 2003, y observando al mismo tiempo cómo repercuten en el comportamiento estructural de la edificación del colegio Milagro de Fátima en Huánuco durante el año 2024.

De esta forma, se recurrió a antecedentes internacionales, nacionales y locales, pues era necesario contar con un soporte sólido que partiera de investigaciones previas.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Castañeda & Mieles (2017). en su tesis titulada Una mirada al comportamiento estructural de columnas, vigas, entrepisos y edificaciones durante el sismo de Ecuador 2016, siendo una tesis el tipo de investigación, realizada en Santa Marta – Magdalena - Ecuador, tiene como objetivo, analizar mejor las fallas que se hicieron visibles en las edificaciones de Portoviejo, Manta y Bahía de Caráquez a raíz del terremoto del 16 de abril de 2016, un evento que muchos aún recuerdan por el impacto que dejó en toda la región. Para tomar una muestra se eligió, además de esas ciudades, una estructura ubicada en Santa Marta, que sirvió como punto de referencia para los cálculos más detallados. Lo interesante es que los análisis de cargas según cada normativa arrojaron coeficientes distintos, sin embargo, al momento de comparar los resultados finales, la diferencia fue mínima, casi sorprendente. Por otra parte, las propuestas de diseño respecto a elementos como barras de acero y estribos terminaron mostrando una semejanza de alrededor del 98 por ciento. En este sentido, se puede afirmar que la norma colombiana logra presentar diseños bastante eficientes, e incluso competitivos, si se los coloca frente a los que se

aplican en los Estados Unidos.

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, siendo una tesis el tipo de investigación, realizada en La Libertad - Ecuador, tiene como objetivo, Realizar el estudio comparativo que permita conocer cuál de las normas analizadas brinda mejor comportamiento estructural y mayor seguridad frente a los eventos sísmicos a través de los espectros de diseño. Lo que se buscó en este estudio fue comparar varias normas de diseño sísmico reconocidas en diferentes países, para ver cuál de ellas permite que las construcciones soporten mejor los temblores y brinden más seguridad a la gente. La idea fue mirar de cerca los espectros de diseño, que en palabras simples son como curvas que muestran cómo se comportan las estructuras cuando la tierra se mueve fuerte. Para que la comparación fuera justa, se revisaron todas las normas aplicables a distintos tipos de suelo y se sacaron sus gráficas. Entre las normas analizadas estuvieron la ecuatoriana de 2015, la chilena 433, la estadounidense ASCE 7-16, la japonesa, la peruana E.030 y el Eurocódigo 8 de Europa, todas ellas pensadas en países donde los sismos son una amenaza constante y donde ya existe bastante experiencia en cómo diseñar edificios resistentes. Al mirar los resultados con calma, llamó la atención lo que pasó en los suelos blandos, esos que siempre ponen a prueba la estabilidad de las construcciones. En ese terreno, el Eurocódigo 8 fue el que mostró las aceleraciones más fuertes en sus dos formas de espectro, lo que deja claro que apuesta por un enfoque más cuidadoso y exigente. El Código Japonés también mostró aceleraciones altas en sus cuatro tipos de suelo. Aunque en un inicio el espectro elástico de esa norma no parece tan severo, al final, por el parámetro C_0 que obliga a usar al menos 0.2g, el espectro inelástico termina siendo bastante duro, sobre todo cuando hablamos de edificios altos o con periodos largos. En Ecuador, algo parecido se consigue con la NEC-15 cuando se usa un

valor de R de 5 o menos, lo que transforma la curva elástica en una inelástica que es la que se termina usando para diseñar. En la práctica, todo esto lleva a pensar que las edificaciones levantadas siguiendo las normas europeas, japonesas y chilenas van a tener un mejor comportamiento frente a un sismo y van a ser más seguras que las hechas bajo las normas ecuatorianas, peruanas o estadounidenses. ¿Por qué? Porque para un mismo nivel de intensidad, se espera que sufran menos daños. Y eso no es un detalle menor, porque más allá de lo técnico, lo que realmente importa es cómo estas diferencias repercuten en la vida diaria: menos daño significa menos riesgo para las familias y más tranquilidad para las ciudades que viven con la amenaza constante de los temblores con las normas ecuatorianas, peruanas y norteamericanas; en base del menor grado de daño estructural esperado para un mismo nivel de intensidad sísmica considerado.

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, siendo una tesis el tipo de investigación, realizada en Bogotá – Colombia, tiene como objetivo, Establecer las implicaciones que tiene el diseño y el costo de una edificación de sistema estructural porticado, diseñando sus elementos con la NSR-10 y la actualización de la normativa ACI 318S-19 implementando aceros de alta resistencia. Lo que salió de esta revisión fue poner sobre la mesa lo que dicen tanto el Título C de la NSR-10 como el ACI-318-19, dos reglamentos que se han vuelto básicos cuando se trata de calcular y dar forma a los elementos de una construcción que usa un sistema de pórticos de concreto armado. En pocas palabras, se trata de reglas que marcan lo mínimo que debe cumplirse para que una edificación pueda levantarse con seguridad, y que además hoy en día son la guía más usada en proyectos de la región. En esta comparación se dejó claro que lo que se tomó en cuenta no fueron todos los cambios posibles, sino solamente aquellos que realmente mueven la aguja y que más impacto tienen frente a lo que se hacía antes. Para ser justos y

transparentes, cada modificación se señala con el numeral que le corresponde, lo que hace más fácil que cualquier ingeniero pueda ubicarla y aplicarla sin perder tiempo. Ahora bien, para respetar lo que ordena la norma, es indispensable cumplir con lo que dice el Título C, desde el punto C.1.3.1 hasta el C.1.3.10, porque allí están escritas las limitaciones básicas que aseguran que el edificio se diseñe de manera segura. Entre las novedades que trae el ACI 318-19, quizá lo más llamativo es que ahora se aceptan los aceros de refuerzo de alta resistencia, un cambio que responde a lo que hoy pide la construcción moderna. Esto abre la posibilidad de usar materiales con más fuerza y mejores propiedades, pero no es algo tan sencillo, porque obliga a modificar cómo se revisan varios temas clave: la flexión, la carga axial, los efectos de la retracción y la temperatura, el apoyo lateral de las barras de refuerzo y, por supuesto, la resistencia al cortante. Al final, lo que vemos no son simples retoques en las reglas, sino un cambio de fondo en la forma de pensar el diseño estructural. Y aunque pueda sonar técnico, en la práctica significa que las construcciones hechas con estas disposiciones van a ser más seguras, más eficientes y también más confiables. Y eso, en un país donde los sismos o las condiciones duras de servicio están siempre presentes, no es un detalle menor.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Barreto (2021), en su tesis titulada Análisis Sismorresistente de una Edificación de Seis Niveles Aplicando las Normas E0.30-2014 y E0.30-2018, siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Pueblo Libre - Lima - Perú. tiene como objetivo, determinar el análisis sismorresistente de una edificación de seis niveles aplicando las normas E0.30-2014 y E0.30-2018. Esta investigación se pensó desde un inicio como un trabajo aplicado y con un enfoque que pone énfasis en los números, en lo que se puede medir y comprobar. No fue un experimento controlado, sino más bien un seguimiento en el tiempo, observando lo que ya estaba construido y comparando lo que dicen las normas con lo que se ve en la realidad. El nivel del estudio fue descriptivo y

comparativo, porque además de contar cómo son las cosas, se buscó resaltar las diferencias y parecidos entre lo que dictan los reglamentos. La población del estudio estaba compuesta por todos los edificios de seis pisos en Pueblo Libre diseñados bajo la norma E0.30-2014, pero se tomó como caso representativo el edificio Valle Riestra, en el Jirón General José Ramón Pizarro 820, conocido antes como Jr. Valle Riestra, en la urbanización Colmenares. Es un multifamiliar de seis niveles con semisótano y azotea, construido sobre un terreno de poco más de 314 metros cuadrados y con un frente mínimo de diez metros, justo lo que marca la regla. La comparación se hizo en dos escenarios distintos. Primero, se revisaron los planos originales bajo la norma E0.30-2014, aun cuando se detectaron algunas fallas con lo que pedía el reglamento de concreto armado E0.60. Luego se modeló el mismo edificio siguiendo la norma E0.30-2018, esta vez cumpliendo de lleno con el reglamento de concreto. Y aquí vino lo interesante: en realidad, no hay un cambio enorme entre una versión y otra, pero sí se notan mejoras en la más reciente, mejoras que afinan detalles importantes. Cuando se aplicó el análisis sísmico con la norma vigente, los números hablaron claro: la deriva máxima en la dirección X-X fue de 0.0063 y en la Y-Y de 0.00092, ambas por debajo del límite de 0.007 que exige el reglamento. Eso quiere decir que la estructura, en esas condiciones, pasa la prueba. Aunque no todo fue positivo, porque al cumplir las nuevas exigencias de la E.030 actual, se detectó que la edificación presenta una irregularidad en planta, algo que no se puede pasar por alto y que será clave considerar en futuros proyectos.

Zapata (2019), en su tesis titulada Influencia de Las Normas E.030-2003 y E.030-2018 en el Diseño Sísmico de Edificaciones de Concreto Armado de Diferentes Alturas siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Lima – Perú, tiene como objetivo Evaluar la influencia de las normas E.030-2003 y E.030-2018 en la respuesta sísmica, diseño estructural y costos en los elementos estructurales de edificaciones ficticias de concreto armado con dos sistemas estructurales, duales y de muros estructurales, de 5, 10, 15 y 20 pisos (13,5; 27,0; 40,5m; 54,0

metros de altura respectivamente), cumpliendo paralelamente con otras normas locales (E.020-2006, E.060-2009). En este trabajo se hicieron las comparaciones tomando como base las variables que se habían definido desde el inicio. Para el análisis sísmico se armaron modelos matemáticos con ciertas características, modelos que no se quedaron solo en el papel, porque se procesaron con programas como ETABS y SAFE. Los cálculos que salieron de esas simulaciones se pasaron a hojas de Excel, y allí se organizaron de manera que fuera más fácil entender y usar los datos. Con eso se pudo calcular de manera práctica el concreto que se necesitaba, el acero de refuerzo en cada parte de la estructura e incluso los ladrillos que irían en el techo. Al final, el uso combinado de estos programas con las hojas de cálculo se convirtió en una herramienta bastante útil, porque juntó precisión con facilidad de trabajo. De esas comparaciones salieron conclusiones que llaman la atención. La respuesta sísmica, medida en variables como la fuerza cortante en la base, el factor de amplificación de la cortante mínima, los desplazamientos laterales y el factor de seguridad frente al volteo, mostró resultados que iban en dos direcciones: en algunos casos hubo reducciones de hasta un 12 por ciento, y en otros aumentos que llegaron a 12.5 por ciento, siempre dentro de los edificios estudiados. Eso quiere decir que los cambios en los parámetros sí influyen en el comportamiento y que no todo es lineal. Por otro lado, se vio que la demanda de acero de refuerzo subió en varios elementos, llegando a ser hasta un 21.5 por ciento más de lo previsto. Y como era de esperar, este mayor uso de acero generó un incremento en el costo total de material, que rondó el 7.6 por ciento por edificio. En este sentido, los resultados dejan claro algo que cualquiera que haya trabajado en construcción sabe: pequeños ajustes en las normas o en los cálculos pueden cambiar mucho no solo en la seguridad de la obra, sino también en la plata que se necesita para levantarla.

Valdivia (2020), en su tesis titulada Análisis Comparativo del Diseño Estructural de una Edificación de Tres Niveles de Estructura Irregular Según las Normas de Sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-

2016, siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en la Ciudad de Cajamarca – Perú, tiene como objetivo, analizar y comparar las respuestas sísmicas de una edificación (vivienda multifamiliar) aplicando la Norma Técnica E.030 En este trabajo se revisaron las normas de diseño sismorresistente de los años 2006 y 2016, tomando como referencia parámetros claves como la fuerza cortante en la base, los espectros de respuesta sísmica y los desplazamientos laterales. Para poder medir con claridad el comportamiento de la estructura frente a un sismo se hicieron dos tipos de análisis, uno estático y otro dinámico espectral, siguiendo lo que pide la norma para asegurar que la edificación responda de manera eficiente. El programa ETABS fue la herramienta elegida para realizar estas simulaciones, y gracias a él se pudo obtener información bastante completa: los periodos de vibración, las fuerzas internas que actúan en cada elemento de la estructura y las distorsiones de entrepiso, que se determinan a partir de los desplazamientos relativos de cada nivel. Todo este proceso se desarrolló en base a los parámetros señalados en la E.030 – 2006 y en la E.030 – 2016. Los resultados fueron claros. Cuando se aplicó la norma E.030-2016 a un edificio ubicado en Cajamarca se notó una diferencia importante en su resistencia, sobre todo si se comparaba con lo que exigía la versión del 2006. La razón de este cambio está en los parámetros sísmicos que maneja cada norma, tanto para el análisis estático como para el dinámico, los cuales se definen en función del cortante basal y de la posible presencia de irregularidades en la estructura. En este sentido, quedó demostrado lo que muchos ingenieros suelen repetir: un edificio tiene un mejor comportamiento frente a un sismo cuando su configuración es regular. Y esto no es casualidad, porque las derivas inelásticas, esas deformaciones que aparecen entre un piso y otro, dependen en gran medida del factor de reducción que se aplica en el diseño. La muestra analizada fue un ejemplo claro de ello, ya que al tener una configuración regular su desempeño sísmico fue consistente con lo que la norma del 2016 busca fomentar: construcciones más seguras y capaces de soportar las exigencias de vivir en una zona con alta actividad sísmica.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rizabal (2018), en su tesis titulada *Análisis Sismorresistente Comparativo entre las Normas E.030 – 2016 y su Predecesora Aplicado en el Proyecto del Hospital Hermilio Valdizan en Huánuco* siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Huánuco – Perú, tiene como objetivo, determinar e análisis comparativo sismorresistente de la norma actual y predecesora de la E.0.30, para estudiar el comportamiento estructural del Hospital Hermilio Valdizan. El estudio se planteó con un enfoque mixto, es decir, combinando lo cualitativo y lo cuantitativo. Se trabajó con un diseño no experimental, porque no se manipularon las variables, sino que se observaron tal cual se presentaban en la práctica. El nivel fue descriptivo, ya que la intención era mostrar con detalle lo que ocurría y poner en claro las diferencias entre las normas comparadas. La población estuvo compuesta por todos los módulos construidos dentro del proyecto, pero se eligió como muestra los más representativos, aquellos que forman parte del hospital Hermilio Valdizán, porque en ellos se reflejan las características más importantes del conjunto. Los resultados no fueron iguales en todos los casos. En el Sector A, al comparar el análisis sismorresistente con la norma E.030 vigente y la anterior, se vio que la diferencia era mínima. Los valores de cortante y derivas resultaron más bajos con la norma actual, lo que llevó a validar la hipótesis nula del proyecto. Dicho de otro modo, en esa parte del hospital aplicar la norma nueva no cambia mucho la resistencia frente a los sismos. Sin embargo, en el Sector B ocurrió lo contrario. Allí, al hacer la misma comparación, se encontró que la norma vigente sí marcaba una diferencia, porque los valores de cortante y derivas fueron más altos que con la norma previa. Esto confirmó la hipótesis de investigación, mostrando que en esa zona del hospital la actualización de la norma sí tiene incidencia real en la resistencia sísmica. De esta forma, el estudio deja en claro que los efectos de un cambio normativo no son iguales para todos los sectores de una edificación, y que la configuración estructural y la ubicación de los módulos pueden hacer que la influencia sea distinta en cada caso.

Inga (2023), en su tesis titulada Análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma E.030-2003 y E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023 siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Huanuco – Perú, tiene como objetivo, 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. Este estudio se trabajó con un enfoque cuantitativo, buscando siempre medir con números y resultados concretos lo que pasa en las estructuras. Se eligió un diseño no experimental, porque no se trataba de manipular variables, sino de observar cómo se comportaban las edificaciones bajo distintas normas. El nivel fue descriptivo comparativo, ya que la idea fue mostrar con detalle lo que ocurría y, al mismo tiempo, poner en claro las diferencias entre reglamentos. La población estuvo compuesta por varios edificios multifamiliares en Amarilis, en la provincia y departamento de Huánuco. De ese conjunto se tomó como muestra una vivienda multifamiliar representativa, elegida porque refleja bien el tipo de construcciones que predominan en la zona. Después de realizar el análisis sísmico aparecieron resultados interesantes. Al comparar la Norma Técnica E.030-2019 con la E.030-2003, se vio que los valores bajaban de manera notoria. La cortante estática en las direcciones X y Y se redujo en 16.67 por ciento, y en el análisis dinámico los descensos fueron todavía más marcados: en la dirección X el cortante basal cayó en 69.95 por ciento y en la dirección Y en 72.77 por ciento. Todo esto ocurrió por el cambio en el factor de zona, que en la norma vigente es menor. De todas maneras, esta reducción tiene un efecto directo en el comportamiento de la estructura. Al disminuir la demanda sísmica, también lo hacen los movimientos laterales, lo que termina dando como resultado diseños con un menor factor de seguridad. Paradójicamente, esa condición hace que la norma actual sea más conservadora que la anterior, porque obliga a mantener límites más estrictos y evita deformaciones excesivas. En este sentido, la conclusión es clara: la edificación analizada bajo la Norma Técnica E.030-2019 se comporta de manera más conservadora que bajo los parámetros de la E.030-2003. Y al final, lo que queda en evidencia

es que actualizar las normas no es un simple trámite, sino una necesidad real para que nuestras construcciones estén mejor preparadas frente a los sismos que sabemos forman parte de la vida en esta región.

Infante (2024), en su tesis titulada Análisis comparativo sismorresistente de la Norma E030-2018 y la Norma E030-2016 para analizar el compartimiento estructural en el diseño de un auditorio, Amarilis - Huánuco - 2022. siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Huánuco – Perú, tiene como objetivo, determinar el análisis comparativo sismorresistente de la Norma E030-2018 y la norma E030-2016, para analizar el compartimiento estructural en el diseño de un auditorio, Amarilis - Huánuco - 2022. Este trabajo de investigación se planteó con un enfoque cuantitativo, porque la idea fue siempre basarse en datos que se pudieran medir y analizar con números claros. Para desarrollarlo se eligió un diseño experimental y se ubicó en un nivel correlacional, ya que no solo se buscó observar lo que ocurría en la estructura, sino también entender cómo se relacionaban los cambios de las normas sísmicas con las respuestas obtenidas en el edificio analizado. La población del estudio fue bastante acotada, pues se decidió centrarse únicamente en un auditorio del distrito de Amarilis, en la provincia y departamento de Huánuco. Y de esa misma población se eligió la muestra, que fue exactamente el mismo auditorio, el que se encuentra en el centro poblado La Esperanza. Esta elección no fue casual, ya que se trata de una edificación representativa de la infraestructura pública de la zona, un espacio donde se reúnen muchas personas y que, por lo mismo, resulta clave evaluar bajo distintas normativas. Los resultados del análisis sísmico fueron reveladores. Al aplicar la Norma Técnica E.030 del año 2018, el comportamiento estructural del auditorio mostró mejoras claras frente a lo que se obtuvo con la Norma Técnica E.030 del año 2016. Se notó una mejor respuesta sísmica y una mayor confiabilidad de la estructura, lo que lleva a pensar que la norma más reciente ofrece condiciones más seguras y prácticas para el diseño. En consecuencia, la conclusión es que la adopción del reglamento E.030-2018 resulta más favorable que la versión de 2016, al

menos en el contexto de un auditorio como el de la ciudad de Huánuco, donde la seguridad frente a los sismos no es un detalle menor sino una necesidad cotidiana.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. FUNDAMENTOS DE SISMOLOGÍA

Según Estrada (2012) en sus Apuntes de sismología, esta ciencia se encarga de estudiar los terremotos y todo lo que viene con ellos. En sus inicios, la sismología no era más que una forma de observar y describir lo que pasaba cuando la tierra temblaba, una especie de registro curioso de los daños visibles. Con el paso del tiempo, y sobre todo durante el último siglo, dio un giro enorme gracias al avance de la tecnología. Hoy podemos ver ese cambio en cosas muy concretas: la exploración sísmica para buscar petróleo, la evaluación del riesgo sísmico que se hace antes de levantar nuevas construcciones, o la planificación de ciudades y terrenos para decidir dónde es seguro instalar una central nuclear, una represa gigante o un puente de gran tamaño.

La evolución de los instrumentos también cuenta esta historia. Los primeros sismógrafos eran aparatos bastante simples, apenas capaces de dejar una línea en un papel que mostraba cómo se movía el suelo. Ahora, en cambio, tenemos equipos muy sensibles y precisos, que registran digitalmente hasta las vibraciones más pequeñas y que además se conectan en redes globales que vigilan los temblores en tiempo real. Este salto es tan grande que nos permite estudiar los sismos con un nivel de detalle que hace unas décadas era impensable. En pocas palabras, un sismo es la vibración o el movimiento de la corteza terrestre. Puede deberse a distintas causas: la liberación brusca de energía en las rocas, la actividad de un volcán o incluso acciones hechas por el ser humano, como llenar un embalse o realizar explosiones subterráneas. Así, la sismología de hoy ya no se limita a observar temblores, sino que busca entender a fondo los procesos que hacen que la Tierra se mueva,

con todo lo complejo y fascinante que eso implica.

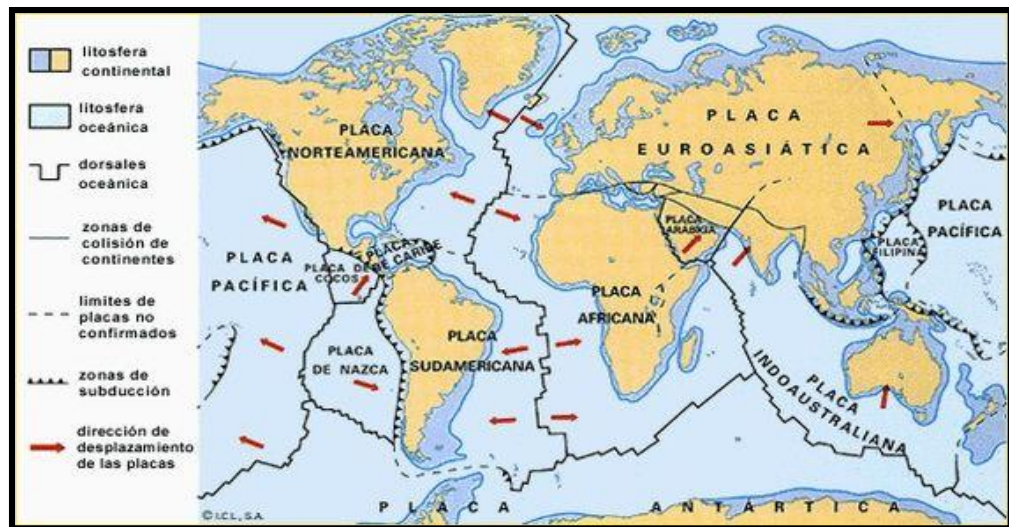
- Origen tectónico
- Erupción de volcanes
- Desplome de cavernas y taludes
- Explosiones

De todos los movimientos que se pueden mencionar, los de origen tectónico son, sin duda, los más fuertes y los que dejan peores consecuencias, porque liberan una cantidad enorme de energía de golpe. Estos sismos nacen del movimiento de las grandes placas que forman la corteza terrestre. Dichas placas, aunque no lo notemos, están en permanente desplazamiento, empujadas por corrientes de convección que se generan en la astenosfera, esa capa interna que se mueve lentamente, pero con una fuerza inmensa. Poco a poco, esas corrientes logran vencer la fricción que mantiene trabados los bordes de las placas vecinas, y cuando finalmente lo consiguen, las tensiones acumuladas se liberan de manera brusca.

Esa energía que se suelta se manifiesta de dos formas. Una parte se convierte en calor, que se disipa en la zona del choque, y la otra se transforma en ondas vibratorias que viajan a través de las rocas de la corteza terrestre. Son esas ondas las que avanzan y llegan a la superficie, provocando el movimiento del suelo que sentimos como un temblor. En este sentido, más que la ruptura inicial, lo que realmente golpea a las ciudades, a las construcciones e incluso al propio paisaje es la propagación de esas ondas. Y así, lo que ocurre en lo profundo de la Tierra, oculto a simple vista, termina influyendo de forma violenta e inesperada en la vida cotidiana de la gente, recordándonos lo frágiles que pueden ser nuestras obras frente a la fuerza de la naturaleza.

Figura 1

Mapa de Placas Tectónicas



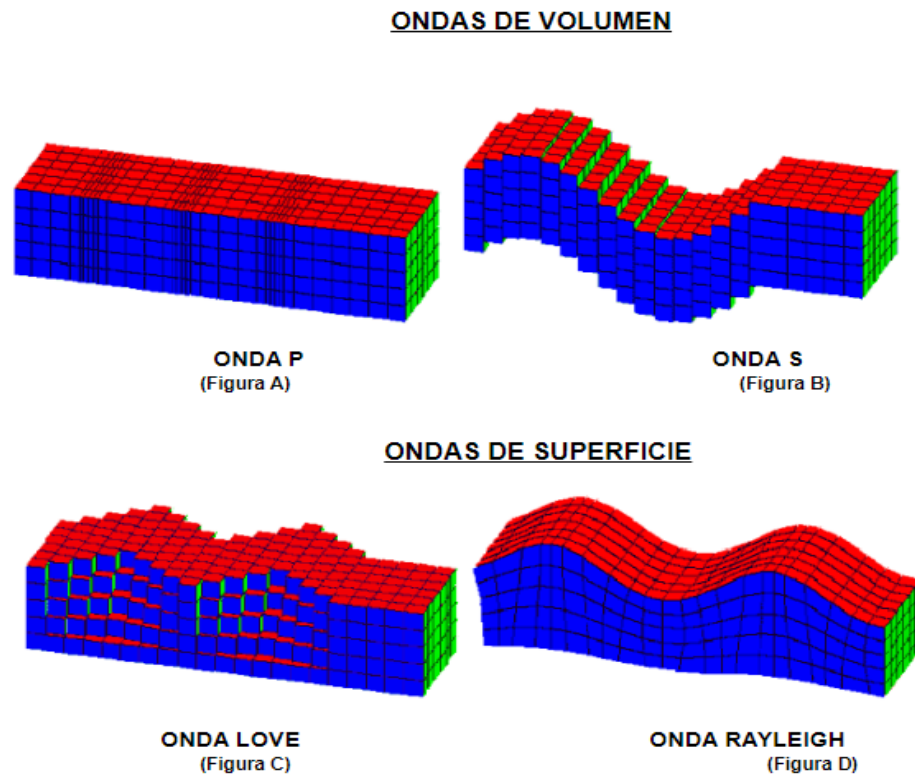
Nota. El gráfico nos muestra un mapa de las placas tectónicas en América y permite apreciar con claridad cuáles son las más importantes que rodean y sostienen al continente. Allí aparecen la placa norteamericana, la de Cocos, la del Caribe y la Sudamericana, cada una influyendo de manera decisiva en la geología de esta parte del mundo. Estos grandes bloques de la corteza descansan sobre un fondo de roca fundida, el magma, que en ocasiones logra abrirse paso hacia arriba por medio de grietas que se forman en las zonas de contacto entre placas. Y es precisamente en esos lugares, donde se empujan o se rozan unas con otras, que nacen muchos de los volcanes y terremotos que marcan la historia del continente americano. Editorial Vicens Vives (2006)

De acuerdo a Guiral, D. S., Theran, R. R. H., & Arboleda, G. M. T. (2016). ONDAS SÍSMICAS. Las ondas sísmicas son un tipo de ondas mecánicas, resultado de la liberación súbita de energía que se genera a partir del movimiento de las placas tectónicas en profundidad, por lo general se debe al movimiento repentino en una zona de subducción o una falla, donde las ondas viajan a través del medio (corteza terrestre, manto) hasta llegar a la superficie donde son registradas por el sismógrafo. Éstas se pueden clasificar como ondas de cuerpo y se dividen en ondas p (longitudinales), el cual consiste en la transmisión de compresiones y rarefacciones de la roca, de forma similar a la propagación del sonido (ver figura 2, figura A), ondas S (transversales) esta consiste en la propagación de ondas de cizalla, donde las partículas

se mueven en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la perturbación (figura B). Estos dos tipos de ondas se pueden propagar por el interior de la Tierra, y ondas superficiales como las ondas Rayleigh y Love, estas son llamadas superficiales debido a que solo se propagan por las capas más superficiales de la Tierra, donde estas últimas son las que causan efectos devastadores debido a que tienen una baja frecuencia, lo que provoca el fenómeno de resonancia en las estructuras con mayor facilidad que las ondas; Las ondas Rayleigh se generan justo en la superficie de la Tierra y tienen un movimiento muy particular: hacen que las partículas del suelo sigan trayectorias elípticas, como pequeños círculos alargados que giran en sentido contrario al avance de la onda. Ese movimiento, que muchos comparan con el vaivén de las olas del mar, se siente como un balanceo que sacude tanto hacia arriba como hacia los lados. Por eso, cuando llegan a una ciudad, pueden resultar tan dañinas, ya que ponen a prueba a los edificios desde varios ángulos a la vez (figura D). En cambio, las ondas Love tienen un origen distinto. Nacen en la zona de contacto entre capas de materiales con propiedades diferentes, como su densidad o rigidez. En este caso, las partículas se mueven de manera perpendicular al avance de la perturbación. Ese comportamiento recuerda al de las ondas S, pero con una diferencia clave: el movimiento se queda solo en el plano horizontal de la superficie terrestre. Como consecuencia, las ondas Love provocan sacudidas laterales, un vaivén de lado a lado que puede ser devastador para cimientos, puentes largos o estructuras que no resisten bien los desplazamientos horizontales. De todas maneras, tanto las ondas Rayleigh como las Love son responsables de buena parte de los daños que se ven en la superficie después de un sismo, porque concentran la energía justo donde vivimos, en el suelo que pisamos todos los días (figura C).

Figura 2

Diagrama de Flujo del Movimiento Sísmico Según el Tipo de Onda



Nota. El gráfico nos muestra de manera sencilla las principales ondas sísmicas y cómo se comportan en la tierra. Las ondas P, que se conocen como primarias porque son las primeras en llegar, avanzan a gran velocidad y tienen la curiosa capacidad de desplazarse por todo tipo de material, ya sea sólido o incluso líquido. Por otra parte, las ondas S, llamadas secundarias, viajan un poco más despacio y no pueden atravesar masas líquidas, lo que marca una diferencia importante con las anteriores. Y si seguimos observando, veremos que las ondas superficiales son todavía más lentas, recorren la corteza terrestre y, paradójicamente, son las que más se sienten, pues suelen producir esos movimientos fuertes que tantas veces han dejado huella en nuestras ciudades. Martínez (2005)

De acuerdo a Charles, (1935) Cuando se quiere describir con precisión la fuerza de un sismo lo primero que se hace es hablar de su magnitud, que no es otra cosa que un número pensado para mostrar la energía que se libera y la capacidad de destrucción que puede traer consigo. En su momento apareció la famosa escala de Richter, llamada también magnitud local MI, que se convirtió en una referencia mundial. Sin embargo, esa escala tiene un techo, porque cuando los temblores

superan cierto nivel, alrededor de 8, ya no logra mostrar la verdadera dimensión del evento. Por eso con el tiempo se creó otra forma de medir, conocida como momento sísmico M_0 , que explica de manera más directa cuánta energía logran soltar los grandes terremotos.

Por último, cuando se busca describir el movimiento de un sismo no basta con hablar de ondas o frecuencias, también es necesario fijarse en la fuerza con la que vibra el suelo en un lugar específico. A este concepto se le llama intensidad sísmica. Lo interesante es que un mismo terremoto no se siente igual en todas partes: mientras más lejos estemos del epicentro, menos fuerte se percibe. Así, lo que en la zona cercana puede ser un sacudón violento y hasta devastador, a cientos de kilómetros quizá solo se note como un pequeño temblor, de esos que muchos apenas perciben.

El problema aparece cuando se quiere medir esa intensidad, porque no hay una escala única y universal que sirva para todos. Lo más exacto es hacerlo con instrumentos que registran la aceleración máxima del suelo, pues eso da números claros y fáciles de comparar entre un terremoto y otro. Pero claro, no en cada sitio existe un aparato de estos, y menos aún en lugares apartados o con pocos recursos. Por eso también se aceptan otras formas de medir, más cualitativas, como la Escala de Mercalli Modificada. Esta se basa en lo que la gente siente, en cómo se mueven los objetos o en los daños visibles en las construcciones. Aunque no considera si los edificios son buenos o malos para resistir, de todas maneras, resulta útil porque da una idea de lo que pasó y ayuda a comunicar el impacto real de un sismo en el día a día de las personas.

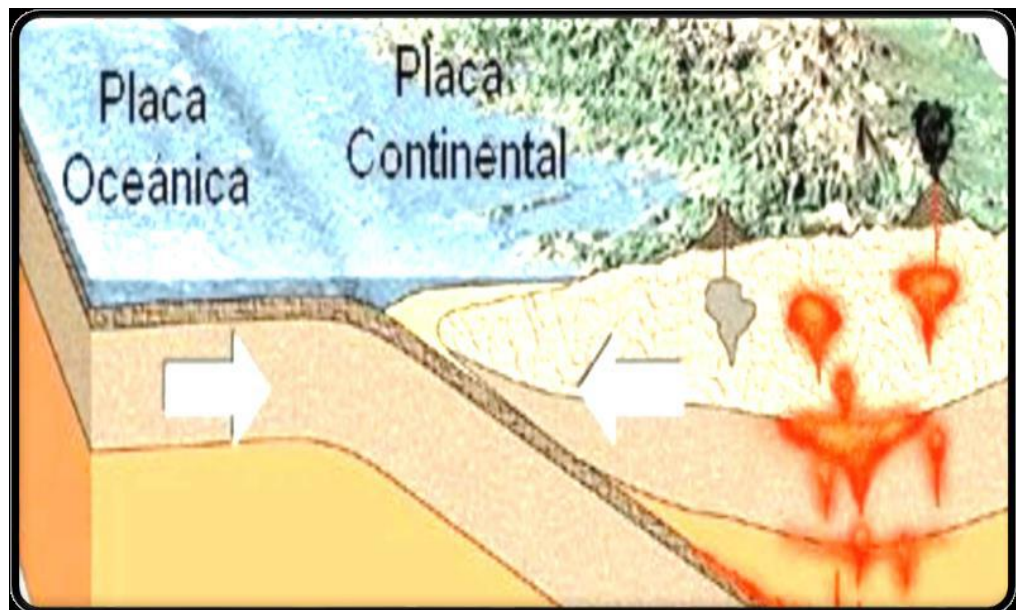
Esta última característica es quizá la más importante y la que más preocupa a los ingenieros civiles, porque está directamente relacionada con la seguridad de las construcciones. Justamente por eso se inventaron instrumentos de medición que hoy resultan básicos. Por un lado, están los sismógrafos, que sirven para ubicar el epicentro de un terremoto registrando con exactitud la llegada de las ondas a distintos

puntos. Y por otro, los acelerógrafos, que permiten conocer cómo varía la aceleración del suelo a lo largo del tiempo en un sitio específico. Gracias a estos equipos se obtiene información clave para entender cómo reacciona el terreno y, a partir de ahí, prever cómo responderán las estructuras que se levantan sobre él.

En este sentido, el caso del Perú es bastante ilustrativo. Nuestro país es altamente sísmico porque está dentro del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, un enorme anillo donde se concentra la mayor parte de la actividad sísmica y volcánica del planeta. Aquí, la dinámica de las placas tectónicas genera una zona de subducción marcada por la interacción de la placa de Nazca, que es oceánica y más pesada, con la placa Sudamericana, que es continental y menos densa. La primera se hunde bajo la segunda, liberando energía que con frecuencia se traduce en terremotos, algunos de gran magnitud. De todas maneras, comprender este proceso nos recuerda lo importante que es contar con registros confiables de cada movimiento, porque de ellos depende no solo el avance de la ciencia, sino también la posibilidad de construir ciudades más seguras frente a la fuerza de la naturaleza (ver figura 3)

Figura 3

Zona de Subducción



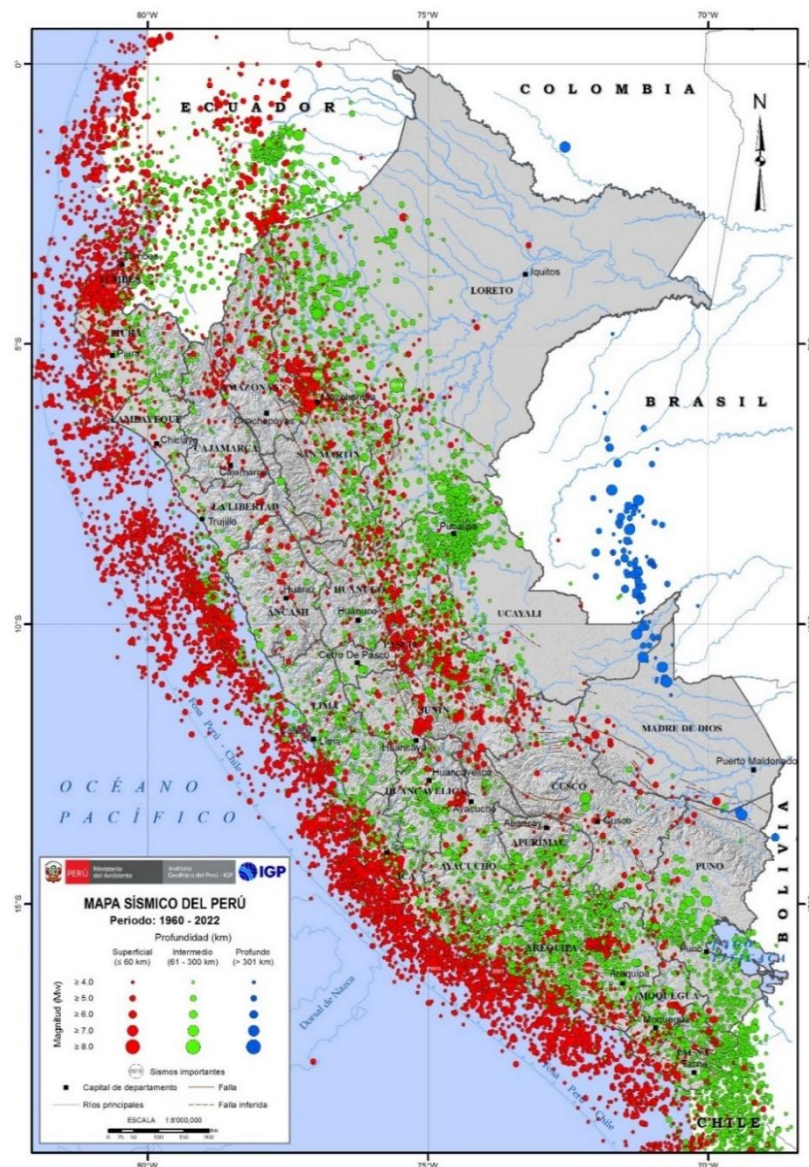
Nota. El gráfico nos ayuda a imaginar la forma en que dos placas tectónicas se encuentran frente a frente, cada una empujando en sentido contrario. En ese choque,

la más pesada termina deslizándose bajo la más ligera, y es allí, en la llamada zona de subducción, donde nacen muchos terremotos y volcanes. Tabera (2010)

Según los datos del IGP (Instituto geofísico del Perú - 2022) el Perú reporta un promedio de 1.20 sismos a diario, con una magnitud promedio de 4 (ver figura 4), lo que hace que se considere un país con probabilidad sísmica alta.

Figura 4

Mapa Sísmico del Perú



Nota. El grafico nos representa la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a 4.0 en la escala magnitud momento (Mw) ocurridos durante el periodo 1960-2011. IGP (2022)

2.2.2. NORMA E.030-2003 Y E.030-2019

Las normas sismorresistentes buscan establecer un piso mínimo, es decir, esas condiciones básicas que todo proyecto debe cumplir. Se aplican al diseñar edificios nuevos, pero también cuando se refuerzan estructuras viejas o se reparan las que quedaron dañadas después de un terremoto. En el caso del Perú, la norma E.030 ha tenido varias versiones, cada una más detallada y exigente que la anterior, y su historia refleja el esfuerzo constante por adaptarse a la realidad sísmica del país. Todo empezó con el proyecto de la norma E.030-2014, que tomó el lugar de la antigua E.030-2003 y que además fue sometida a debate público en todo el país, lo cual permitió recoger observaciones de ingenieros, instituciones y especialistas. Luego vino la E.030-2016, que significó un avance importante, aunque no definitivo. Con el tiempo surgió la E.030-2018, a la que también se le hicieron ajustes, hasta llegar finalmente a la versión vigente, la E.030-2019, oficializada por la Resolución Ministerial N°043-2019-vivienda. Si se comparan la norma E.030-2003 y la actual E.030-2019, aparecen varias diferencias interesantes. Una de ellas es el aumento en valores como el factor de zona, que influye directamente en el cálculo de las fuerzas que debe resistir una estructura. También se sumaron criterios nuevos, como restricciones al uso de sistemas de transferencia, además de incluir medidas de protección sísmica específicas para edificaciones esenciales del tipo A1, aquellas que deben seguir funcionando durante y después de un sismo, como hospitales o estaciones de bomberos. De esta forma, la norma muestra cómo, paso a paso, se ha ido volviendo más precisa y rigurosa. Y claro, los detalles de estas modificaciones, con ejemplos y explicaciones, se desarrollarán en los apartados siguientes.

2.2.3. FACTOR DE ZONA, Z

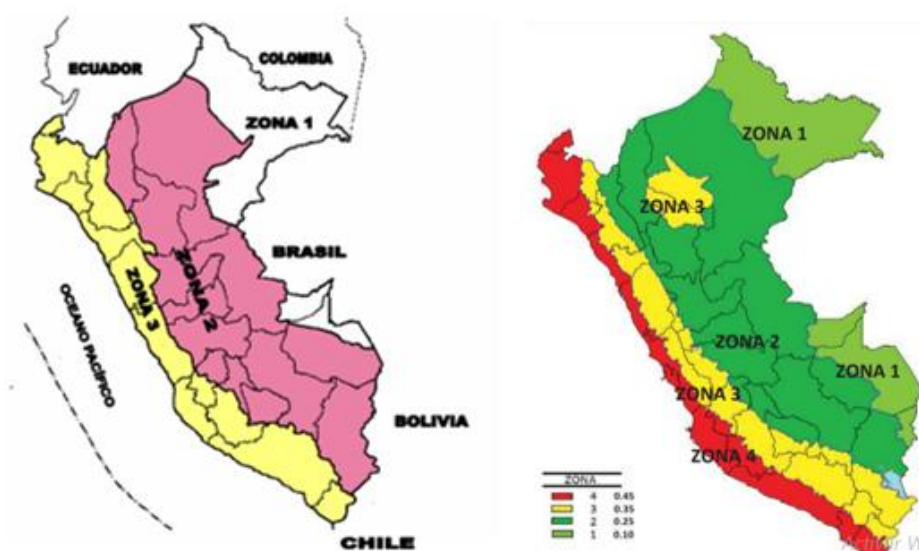
Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003,2019), La norma vigente trae consigo un cambio importante en la forma en que se organiza la zonificación sísmica del país. Por un lado, aparece una nueva zona que antes no estaba

considerada y, por otro, se reordenan los límites de las ya existentes, integrando dentro de la Zona 2 un sector que antes formaba parte de la Zona 3. Estos ajustes se pueden ver con mayor claridad en la figura 5 y también en la tabla 1, donde se resume de manera ordenada la información. Al mismo tiempo, la norma incluye un anexo que resulta clave para llevar todo esto a la práctica. Allí se presenta la relación completa de los distritos que corresponden a cada zona sísmica. De esta forma, se facilita que las autoridades locales, los ingenieros y quienes planifican las obras tengan a la mano datos concretos sobre la categoría en la que se encuentra su distrito. Gracias a ello es posible aplicar los criterios de diseño adecuados, reforzar las estructuras que lo necesiten y, en general, tomar decisiones más seguras frente al riesgo sísmico. En este sentido, no se trata solo de un ajuste técnico en el reglamento, sino de una herramienta que impacta directamente en la forma en que se construyen y protegen nuestras ciudades.

Figura 5

Comparación de Zonas Sísmicas según normas

(a) Zonas Sísmicas (b) Zonas Sísmicas



(a) Norma E.030-2003, (b) Norma E.030-2019

Fuente. MVCS. Norma E.030-2003, Norma E.030-2019

Tabla 1*Factores de zona, normas E.030-2003 y E.030-2019*

FACTORES DE ZONA		FACTORES DE ZONA Z	
ZONA	Z	ZONA	Z
3	0,40	4	0,45
2	0,30	3	0,35
1	0,15	2	0,25
		1	0,10

Nota. MVCS. Norma E.030-2003, Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia el factor de zona z de acuerdo a la zona donde pertenece.

2.2.4. FACTOR DE SUELO, S

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), la norma E.030-2019 trae consigo dos términos nuevos, S0 y TL, que no figuraban en la versión anterior. Estos valores son importantes porque sirven como variables al momento de construir el espectro de respuesta, herramienta clave para que los ingenieros puedan prever cómo se comportará una edificación frente a movimientos de distinta frecuencia. En otras palabras, la norma busca ser más precisa y estar en sintonía con los avances recientes de la ingeniería sísmica.

Ahora bien, la norma no se limita a nombrar estas variables sin más. También incluye tablas donde se detallan los parámetros de suelos según cada versión. En las tablas 2, 3 y 4 aparecen organizados los valores tanto de la norma del 2003 como de la del 2019, lo que permite compararlos y notar los cambios. De esta forma, los profesionales tienen a la mano una guía clara para ver cómo evolucionaron los criterios y, al mismo tiempo, aplicar de manera correcta las nuevas exigencias en sus proyectos. Incluso, esta comparación ayuda a entender mejor por qué se hicieron los ajustes y cómo impactan en la práctica, algo fundamental para quienes diseñan, investigan o planifican en un país con la sismicidad del nuestro.

Tabla 2*Parámetros del suelo, norma E.030-2003*

Parámetros del suelo			
Tipo	Descripción	Tp(S)	S
S1	Roca o suelo muy rígido	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. MVCS. Norma E.030-2003.

Esta tabla muestra cómo cambia el factor de Suelo S de acuerdo al tipo S1, S2, S3, S4, que pertenece.

Tabla 3*Perfiles del suelo, norma E.030-2019*

Perfiles de Suelo	
Tipo	Descripción
S1	Roca o suelo muy rígido
S2	Suelos intermedios
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor
S4	Condiciones excepcionales (*)

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra las abreviaturas de los perfiles de suelos.

Tabla 4*Parámetros de Sitio (S, TP y TL), norma E.030-2019*

Zona	S0	S1	S2	S3
Z1	0.80	1.00	1.05	1.10
Z2	0.80	1.00	1.15	1.20
Z3	0.80	1.00	1.20	1.40
Z4	0.80	1.00	1.60	2.00
Perfil de suelo	S0	S1	S2	S3
T ₀ (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _t (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia el factor de Suelo S de acuerdo al tipo de zona que pertenece.

2.2.5. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA, C

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), el parámetro TL cumple un papel clave porque reduce el espectro de diseño en las edificaciones de periodos largos, algo que en la norma anterior ni siquiera se tomaba en cuenta. Dicho de otra manera, gracias a este valor la demanda sísmica que se calcula para edificios altos o con estructuras más flexibles resulta menor, lo cual refleja de forma más realista cómo reaccionan estas construcciones frente a un movimiento fuerte.

En el pasado, antes de la norma del 2019, este detalle no estaba contemplado de manera clara. Los ingenieros debían trabajar con supuestos más generales, que en muchos casos no lograban diferenciar entre los edificios bajos y los que vibran con periodos prolongados. La aparición del TL vino entonces a llenar ese vacío. Por una parte, acerca la normativa nacional a lo que ya se aplicaba en otros países, y por otra, brinda a los proyectistas una herramienta más fina para diseñar con mayor seguridad y, al mismo tiempo, con eficiencia. De todas maneras, no deja de ser interesante preguntarse cómo tantas construcciones se levantaron antes sin considerar un aspecto tan decisivo.

Para la norma E.030-2003:

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{TP}{T} \right) \leq 2,5$$

Para la norma E.030-2019:

$$T < TP, C = 2,5$$

$$TP < T < TL, C = 2,5 \cdot \left(\frac{TP}{T} \right)$$

$$T > TL, C = 2,5 \cdot \left(\frac{TP \cdot TL}{T} \right)$$

2.2.6. FACTOR DE USO, U

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), las tablas de categorías de las edificaciones agrupan a las estructuras en esenciales, importantes, comunes y menores, y a cada una se le asigna un factor de uso que, curiosamente,

se ha mantenido igual tanto en la norma anterior como en la vigente. Esa permanencia refleja cierta coherencia en cómo se entiende el papel de cada edificio frente a un sismo, ya que en el fondo lo que se espera de un hospital no es lo mismo que de un local comercial o de una vivienda pequeña.

Pero lo realmente novedoso aparece en la norma actual, y tiene que ver con el sector salud. Ahora los establecimientos clasificados en A1, es decir, hospitales y centros de atención crítica, están obligados a contar con sistemas de protección sísmica. Este detalle marca la diferencia, porque no solo se busca que el edificio no colapse, sino que se mantenga operativo cuando más falta hace. ¿De qué serviría un hospital de pie si no puede atender a los heridos en plena emergencia? En este sentido, la norma da un salto importante hacia una idea de resiliencia más completa, donde lo que interesa no es solo la solidez de las paredes, sino también que los servicios continúen funcionando en medio de la crisis. Y, de todas maneras, vale la pena remarcar que este cambio conecta a nuestro país con las prácticas internacionales, que desde hace tiempo vienen incorporando exigencias similares en infraestructura crítica.

Tabla 5

Categoría de las Edificaciones, norma E.030-2003

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Las edificaciones esenciales son aquellas que no pueden dejar de operar apenas ocurre un sismo, ya que de ellas depende la vida y la seguridad de la población. Allí entran los hospitales que atienden de inmediato, las centrales de comunicación que sostienen el contacto, los cuarteles de bomberos y de policía que reaccionan en segundos, además de las subestaciones eléctricas y los reservorios de agua. También se consideran los colegios usados como refugio y las fábricas o depósitos peligrosos que al caer generan riesgos mayores.	1,5

B Edificaciones Importantes	Son edificaciones donde suele juntarse mucha gente, como teatros llenos en una función, estadios en pleno partido o centros comerciales repletos en un fin de semana, además de cárceles y lugares que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas o archivos especiales. De igual forma cuentan los depósitos de granos y otros almacenes que aseguran el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Las edificaciones comunes son aquellas que, si llegan a faltar tras un sismo, ocasionan pérdidas de nivel intermedio. Aquí entran las viviendas y oficinas, también hoteles, restaurantes, depósitos y fábricas cuya caída no implique riesgos mayores como incendios o fugas peligrosas.	1,0
D Edificaciones Menores	Son edificaciones que, si llegan a fallar, solo ocasionan pérdidas pequeñas y en general la posibilidad de causar víctimas es baja. Aquí entran los cercos de menos de metro y medio, los depósitos provisionales, las casitas temporales y otras construcciones parecidas.	(*)

Nota. MVCS. Norma E.030-2003

Esta tabla muestra cómo cambia el factor de Uso U de acuerdo a la categoría de la edificación a la cual pertenece.

Tabla 6

Categoría de las Edificaciones y Factor U, norma E.030-2019

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Son establecimientos del sector salud, tanto públicos como privados, que pertenecen al segundo y tercer nivel, tal como lo establece el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Las edificaciones que se consideran esenciales son aquellas que no pueden dejar de funcionar cuando ocurre una emergencia, pues de ellas depende tanto la atención rápida de la población como el orden del propio Estado. En este grupo entran los centros de salud que no están dentro de la categoría A1,	

A	Edificaciones Esenciales	además de los puertos, los aeropuertos, las estaciones de tren de pasajeros y los sistemas de transporte masivo, a lo que se suman los locales municipales y las centrales de comunicaciones. También forman parte las estaciones de bomberos, los cuarteles de la policía y las fuerzas armadas, junto con las plantas eléctricas, los reservorios, las universidades y colegios, los depósitos de materiales peligrosos y los edificios donde se guardan archivos importantes para el país.	1,5
B	Edificaciones Importantes	Existen edificaciones que concentran a muchísima gente en un solo lugar, como los cines, los teatros, los estadios, los coliseos y también los centros comerciales o los terminales de buses de pasajeros. En este sentido, se incluyen además las cárceles y los espacios que guardan bienes valiosos como los museos y las bibliotecas, sin dejar de lado los depósitos de granos y otros almacenes que resultan claves para asegurar el abastecimiento.	1,3
C	Edificaciones Comunes	Se consideran edificaciones comunes, entre ellas las viviendas, las oficinas, los hoteles y restaurantes, además de depósitos o fábricas que, en caso fallen, no generen riesgos graves de incendios o de fugas de sustancias contaminantes.	1,0
D	Edificaciones Temporales	Se consideran construcciones temporales usadas como depósitos, casetas u otras parecidas que suelen levantarse solo por un tiempo.	Ver nota 2

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia el factor de Uso U de acuerdo a la categoría de la edificación a la cual pertenece.

2.2.7. SISTEMAS ESTRUCTURALES Y FACTOR DE REDUCCIÓN, R

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

(MVCS, 2003,2019), se explica que hubo cambios en la forma en que se reparten los porcentajes de la fuerza que actúa en la base de una edificación. Esa fuerza, que en un terremoto se mueve de un lado a otro con bastante intensidad, termina siendo tomada en parte por los muros y en parte por los pórticos, y de allí depende en buena medida el tipo de sistema estructural que se adopte en el concreto armado. De todas maneras, no se trata solo de números fríos, pues al ajustar estas proporciones la norma busca orientar de manera más clara cómo debe asegurarse la estabilidad y la resistencia, tanto en los proyectos que recién se van a levantar como en las construcciones que ya están en uso. En este sentido, se repite una idea clave: repartir bien la fuerza entre muros y pórticos marca la diferencia entre un edificio seguro y uno que no lo es, algo que cualquiera puede comprender si piensa en cómo se reparte el peso entre varias personas que cargan un objeto pesado.

Para la norma E.030-2003:

❖ Sistemas estructurales:

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y **Saneamiento** (MVCS, 2003), se señala que los sistemas estructurales no se definen únicamente por el material con que se construyen, sea concreto, acero o incluso albañilería, sino también por el sistema sismorresistente que predomina en cada dirección principal de la edificación, lo cual aparece resumido en la tabla N°7. En este sentido, una vez que a una obra se le asigna una categoría determinada, el ingeniero debe tener en cuenta el coeficiente de reducción de fuerza sísmica, llamado R , que en términos simples permite reducir la fuerza sísmica a valores más manejables y que además reflejan la capacidad de la estructura para absorber energía y resistir deformaciones sin colapsar. Ahora bien, cuando se aplica el diseño por resistencia última, es imprescindible que esas fuerzas sísmicas internas se combinen con factores de carga unitarios, ya que solo así se asegura un cálculo más realista y conservador en lo que respecta a la seguridad. De todas maneras, si no se sigue este procedimiento, todavía se puede optar por usar los valores de R que

están en la tabla N°7, aunque siempre será obligatorio ajustarlos multiplicándolos por el factor de carga sísmica correspondiente al lugar y al tipo de construcción. De esta forma, lo que se busca con la norma es dar coherencia y confianza a los diseños, recordando que en última instancia lo que interesa es la estabilidad de las edificaciones, algo que cualquiera puede comprender si piensa en la tranquilidad de vivir en una casa que aguante bien los temblores.

Tabla 7

Sistema estructural, norma E.030-2003

Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción, R
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos	9,5
Arriostres Excéntricos	6,5
Arriostres en Cruz	6,0
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. MVCS. Norma E.030-2003

Esta tabla muestra cómo cambia el coeficiente de reducción R de acuerdo al sistema estructural que pertenece.

❖ **Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones:**

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003), se entiende que el diseño de un edificio no es cuestión de gustos ni de ocurrencias, pues depende directamente de dos factores claves: la categoría de la edificación y la zona sísmica donde se ubique. Al mismo tiempo, una vez definidos esos aspectos, el proyecto debe cuidar la regularidad estructural, lo que en palabras simples significa que la construcción debe guardar cierto equilibrio y simetría, evitando giros raros en su forma o distribuciones poco uniformes que podrían generar

debilidades. Por otra parte, tampoco es libre la elección del sistema estructural, ya que este tiene que ceñirse a lo establecido en la tabla N° 8, donde se especifican cuáles son los sistemas más apropiados para cada caso según el tipo de edificación y la ubicación. De esta forma, lo que se busca es que las construcciones enfrenten con mayor seguridad los movimientos sísmicos, que su comportamiento sea lo más previsible posible y que, en la práctica, no solo se proteja a quienes habitan o usan esos espacios, sino que también se preserve el buen funcionamiento de la comunidad. Incluso, cualquiera que haya vivido un sismo en nuestra región sabe lo importante que es confiar en que un edificio esté bien pensado desde sus cimientos.

Tabla 8

Categoría y estructura de las edificaciones, norma E.030-2003

Categoría de la Edificación	Regularidad Estructural	Zona	Sistema Estructural
A	Regular	3	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual
A	Regular	2 y 1	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
B	Regular Irregular	o 3 y 2	Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera
B	Regular Irregular	o 1	Cualquier sistema
C	Regular Irregular	o 3, 2 y 1	Cualquier sistema

Nota. MVCS. Norma E.030-2003

Esta tabla muestra que sistema estructural debe emplearse en función a la categoría de la edificación.

Para la norma E.030-2019:

❖ Sistemas estructurales:

➤ Estructuras de Concreto Armado

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2019), se aclara que todo elemento fabricado en concreto armado, siempre que forme parte de un sistema estructural

sismorresistente, debe ajustarse a lo dispuesto en la Norma Técnica E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. En este sentido, dicha norma, conocida de manera común como el Código de Concreto Armado, establece las pautas básicas para diseñar, detallar y levantar vigas, columnas, losas o muros de manera que no solo resistan las cargas habituales, sino que también tengan la capacidad de soportar el esfuerzo extra que produce un terremoto. De todas maneras, al obligar a que se cumpla con este documento, la regulación apunta a mantener un mismo estándar en todo el país, evitando fallas que puedan nacer de la improvisación y asegurando que las construcciones respondan de manera predecible ante los movimientos de la tierra. Así, se protege no solo la infraestructura, que representa un gran esfuerzo económico, sino también la vida de las personas, que es lo más valioso y que en nuestra realidad, donde los temblores son parte de la rutina, merece especial cuidado.

- a) **Pórticos.** En este tipo de estructura, al menos el ochenta por ciento de la fuerza cortante en la base generada durante un sismo es absorbida directamente por las columnas de los pórticos. Cuando se incorporan muros estructurales al diseño, estos no son los elementos principales de resistencia, sino que se configuran para soportar solo una parte de la demanda sísmica total, y la cantidad que resisten depende de manera directa de su rigidez y de la relación que tengan frente a los pórticos.
- b) **Muros Estructurales.** En este caso, la resistencia sísmica principal se proporciona casi por completo a través de muros de concreto armado. Estos muros están diseñados para absorber no menos del setenta por ciento de la fuerza cortante en la base, lo que los convierte en los elementos predominantes frente a un movimiento sísmico. Su espesor, el detallado del refuerzo y la distribución que tengan dentro de la edificación cumplen un papel esencial en la estabilidad.
- c) **Dual.** Una configuración dual combina las ventajas de los pórticos y los muros estructurales. Aquí, las acciones sísmicas se reparten

entre ambos, de modo que los muros absorben más del veinte por ciento pero menos del setenta por ciento del cortante en la base. Esta distribución equilibrada permite que los pórticos participen en la resistencia a las fuerzas laterales, mientras que los muros aportan rigidez y resistencia adicional.

- d) **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL).** Estos edificios se caracterizan por tener sistemas estructurales donde la resistencia tanto a las cargas de gravedad como a las acciones sísmicas depende sobre todo de muros de concreto armado con espesor reducido. A diferencia de sistemas más dúctiles, estos muros no cuentan con extremos confinados y el refuerzo vertical suele disponerse en una sola capa. Debido a estas características de diseño, la capacidad de estas edificaciones se limita aproximadamente a ocho pisos, ya que una altura mayor pondría en riesgo la seguridad y la integridad de la estructura.

➤ **Estructuras de Acero**

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en 2019, se reconoce que existen distintos sistemas estructurales que forman parte del conjunto diseñado para resistir la fuerza de los sismos. Cada sistema responde de manera particular, y su eficacia depende de cómo se reparte la energía y de qué tan bien logran trabajar juntos los elementos principales, como columnas, vigas o arriostres. Entre ellos, se encuentran los siguientes:

- a) **Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)** Estos pórticos destacan porque alcanzan una ductilidad bastante alta. La clave está en que las vigas pueden doblarse y entrar en fluencia sin romperse enseguida, mientras que las columnas, con zonas de panel que apenas ceden, permanecen firmes. Se busca que las columnas tengan más resistencia que las vigas, de manera que, incluso cuando estas últimas se endurecen con la deformación, las columnas aseguran la estabilidad y evitan un colapso prematuro.
- b) **Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)** A

diferencia de los anteriores, estos solo logran un comportamiento moderado. Absorben parte de la energía en sus uniones y elementos, pero no con la misma capacidad, lo que significa que su respuesta en un sismo fuerte es limitada, aunque cumplen un rol aceptable en situaciones menos extremas.

- c) **Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)** Aquí el panorama cambia, porque hablamos de sistemas con una ductilidad muy baja. Solo permiten deformaciones mínimas antes de fallar, lo que los hace más frágiles y con menor capacidad de disipar energía. De todas maneras, se emplean en estructuras donde las exigencias sísmicas no son tan críticas.
- d) **Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)** Estos funcionan gracias a diagonales que refuerzan la estructura. Lo interesante es que los arriostres a compresión siguen colaborando aun después de pandear, mientras los de tracción fluyen y continúan resistiendo. De esta forma, el sistema conserva estabilidad y puede sostener cargas importantes incluso bajo deformaciones.
- e) **Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)** En este caso, la capacidad de deformación es más limitada. Los arriostres y uniones no son tan robustos como en el sistema especial, y eso se traduce en una menor eficiencia para disipar la energía generada por el sismo.
- f) **Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)** Son un sistema peculiar porque aprovechan las vigas cortas que quedan entre los arriostres, conocidas como vínculos. Estos segmentos absorben gran parte de la energía mediante flexión o corte, lo que permite que la estructura, aunque sufra deformaciones, conserve su estabilidad general. Así, el edificio sigue en pie, resistiendo más de lo que podría pensarse en un inicio.

➤ Estructuras de Albañilería

Según Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

(MVCS,2019), dentro de este grupo se ubican las edificaciones que dependen principalmente de muros hechos con piezas de arcilla o de concreto. Lo interesante es que, para esta norma, no se hace distinción entre si se trata de albañilería confinada o de albañilería armada, ya que en ambos casos el comportamiento se toma como equivalente en el análisis.

➤ **Estructuras de Madera**

De acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS,2019), aquí se incluyen todas aquellas edificaciones cuyas partes resistentes se basan sobre todo en la madera. En este sentido, se pueden considerar tanto los sistemas que emplean entramados tradicionales como las construcciones que combinan postes y vigas, que han sido usadas durante décadas en distintas regiones del país.

➤ **Estructuras de Tierra**

Según lo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS,2019), forman parte de esta categoría los edificios que se levantan con muros hechos de unidades de tierra o directamente con tierra apisonada en el mismo lugar de la obra, una práctica común en zonas rurales que aún persiste como herencia de técnicas antiguas.

❖ **Categoría y Sistemas Estructurales:**

En este aspecto, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS,2019) precisa que, dependiendo de la categoría de cada edificio y de la zona donde se encuentre, se debe proyectar la obra aplicando el sistema estructural señalado en la Tabla N° 9. De todas maneras, también se debe tener presente lo indicado en la Tabla N° 15, que detalla las restricciones relacionadas con la irregularidad, un tema clave porque define hasta qué punto una edificación puede responder de manera adecuada frente a un sismo.

Tabla 9

Categoría y sistema estructural de las edificaciones, norma E.030-2019

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	3	4 y El aislamiento sísmico es una alternativa que puede usarse en casi cualquier sistema estructural y, de esta forma, brindar mayor seguridad frente a los movimientos de la tierra.
	1	2 y Cuando se habla de estructuras de acero, se suelen mencionar sistemas como los SCBF y los EBF, que destacan por dar fuerza y a la vez cierta flexibilidad. En cuanto al concreto, se consideran los sistemas duales y los muros armados, mientras que en la albañilería, ya sea reforzada o confinada, se busca siempre ganar estabilidad y confianza en la construcción.
A2	3 y 2	4, Cuando se habla de estructuras de acero, aparecen sistemas como los SCBF y EBF, diseñados para que los edificios soporten con firmeza los movimientos sísmicos sin perder flexibilidad. En el caso del concreto, se utilizan con frecuencia los sistemas duales junto a los muros armados, mientras que la albañilería, ya sea reforzada o confinada, se mantiene como una opción que brinda seguridad y estabilidad adicional, sobre todo en contextos donde se busca un equilibrio entre economía y resistencia.
	1	Cualquier sistema.
B	3 y 2	4, Cuando se habla de construcciones modernas, el acero ocupa un lugar importante, pues en él se aplican sistemas como los SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF que permiten que los edificios resistan con firmeza los movimientos sísmicos sin perder flexibilidad. Al mismo tiempo, en las obras de concreto se utilizan pórticos, sistemas duales y muros armados que ofrecen estabilidad y confianza. La albañilería, reforzada o confinada, todavía es bastante común por su durabilidad y bajo costo, mientras que las estructuras de madera siguen vigentes, sobre todo en lugares donde pesa la tradición y se busca un equilibrio con la naturaleza.
	1	Cualquier sistema.
C	4,	Cualquier sistema.
	3, 2 y 1	

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra que sistema estructural debe emplearse en función a la categoría de la edificación.

❖ Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0):

Tabla 10

Sistemas Estructurales y coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R0), norma E.030-2019

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
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	7 (**)

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia el coeficiente básico de reducción R_0 (*) de acuerdo al sistema estructural que pertenece.

2.2.8. FACTORES DE IRREGULARIDAD

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003,2019), la norma vigente trajo un cambio fuerte porque ahora se habla de Irregularidades Extremas, algo que ya no se deja en el aire, sino que se coloca en una tabla de restricciones según la categoría del edificio y la zona donde se construya. Al mismo tiempo, se sumó de manera expresa la llamada Irregularidad de Resistencia, que muchos conocen como el típico Piso Débil, además de los Sistemas No Paralelos, que antes casi no tenían un tratamiento claro.

Por otra parte, también se incluyeron valores propios para cada tipo de irregularidad, diferenciando si se trata de las que aparecen en la altura de la edificación o en la planta. Estos valores, que van más o menos

entre 0,50 y 0,90, ayudan a que el cálculo sea más exacto y menos improvisado. En la norma E.030-2003, en cambio, bastaba con que existiera una sola irregularidad en cualquiera de los dos casos para que se aplicara un factor de reducción multiplicado por 0,75. Ahora la cosa cambió, ya que las irregularidades se nombran como Factores de Irregularidad I_a en altura e I_p en planta, y para sacar el factor de reducción se debe usar una ecuación que busca dar un resultado mucho más afinado:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Para la norma E.030-2003:

Tabla 11

Irregularidades Estructurales en Altura, norma E.030-2003

Tipo de Irregularidad	Descripción
Irregularidades de Rigidez – Piso blando	En cada dirección, la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales que resisten los esfuerzos de corte en un nivel, como columnas y muros, resulta menor al 85 por ciento de la suma correspondiente del nivel superior, o bien menor al 90 por ciento del promedio de los tres niveles de arriba. Esta condición no se aplica en los sótanos. Cuando existen pisos de distinta altura, los valores deben multiplicarse por la razón h entre h_d , siendo h la altura típica.
Irregularidad de Masa	Se entiende que un edificio presenta irregularidad de masa cuando el peso de un piso llega a superar en más de ciento cincuenta por ciento al nivel contiguo. En este sentido, la regla no corresponde aplicarla en las azoteas, pues allí la función estructural es distinta.
Irregularidad Geométrica Vertical	En el cálculo de estructuras se entiende que hay una irregularidad cuando el ancho o largo de un piso, encargado de resistir fuerzas laterales, sobrepasa en más de ciento treinta por ciento al nivel cercano. De todas maneras, esta regla no se toma en cuenta en sótanos ni en azoteas, pues allí las características constructivas y el uso del espacio son distintos.
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	Se dice que hay un desalineamiento en los elementos verticales cuando dejan de estar en la posición esperada, sea porque giraron su orientación o porque el desplazamiento fue mayor que su propio tamaño. En este sentido, lo que parece un detalle pequeño termina siendo clave en la estabilidad, pues basta un leve cambio para alterar el comportamiento de toda la estructura.

Nota. MVCS. Norma E.030-2003

Esta tabla muestra las Irregularidades estructurales en altura.

Tabla 12

Irregularidades Estructurales en Planta, norma E.030-2003

Tipo de Irregularidad	Descripción
Irregularidad Torsional	Esta condición se aplica únicamente a los edificios que cuentan con diafragmas rígidos y cobra importancia cuando el desplazamiento medio de un piso supera el cincuenta por ciento del límite permitido en la Tabla N° 8 del Artículo 15, apartado 15.1. Además, sin importar la dirección en la que se haga el análisis estructural, si el mayor desplazamiento relativo entre dos pisos consecutivos, medido en un borde de la estructura, resulta ser más de 1,3 veces el promedio de ese desplazamiento en comparación con el borde opuesto, la exigencia se activa.
Esquinas Entrantes	En este caso, la forma que adopta la planta y el propio sistema estructural evidencian esquinas entrantes que destacan porque su tamaño, si se mide en ambas direcciones principales, sobrepasa una quinta parte de la dimensión total que corresponde a la planta del edificio.
Discontinuidad del Diafragma	Se entiende como un diafragma con cortes repentinos o con cambios notorios en su firmeza aquel que, además, tiene aberturas que superan la mitad de su superficie total.

Nota. MVCS. Norma E.030-2003

Esta tabla muestra las Irregularidades estructurales en planta.

Para la norma E.030-2019:

Tabla 13

Irregularidades Estructurales en Altura, norma E.030-2019

Irregularidades Estructurales En Altura	Factor de Irregularidad la
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	
Se considera que existe una irregularidad de rigidez tipo piso blando cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la rigidez lateral de un nivel cae por debajo del setenta por ciento de la rigidez del entrepiso que se ubica de inmediato por encima, o no alcanza el ochenta por ciento del promedio de rigideces calculado para los tres niveles superiores adyacentes. La rigidez lateral puede obtenerse a partir de la relación entre la fuerza cortante que actúa en el entrepiso y el desplazamiento relativo medido en el centro de masas, siempre que ambos valores sean evaluados bajo la misma condición de carga.	0,75

Irregularidades de Resistencia – Piso Débil

Se reconoce una irregularidad de resistencia tipo piso débil cuando, en cualquier dirección de análisis, la resistencia frente a fuerzas cortantes de un nivel es inferior al ochenta por ciento de la resistencia del entrepiso que está directamente arriba.

Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) del RNE**E.030**

Se considera que hay una irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones que se estudien, la rigidez lateral de un entrepiso baja a menos del sesenta por ciento de la que tiene el piso que se encuentra inmediatamente arriba, o cuando no llega al setenta por ciento del promedio de rigidez calculado para los tres niveles superiores que están próximos. Ahora bien, la rigidez lateral puede estimarse de manera práctica tomando la fuerza cortante que afecta al entrepiso y dividiéndola entre el desplazamiento relativo que aparece en el centro de masas, siempre que ambos valores se calculen dentro de la misma condición de carga establecida.

0,50

Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) del RNE E.030

Se entiende que hay una irregularidad extrema de resistencia cuando, al analizar la estructura en cualquier dirección posible, la fuerza con la que un entrepiso logra oponerse a los esfuerzos cortantes resulta menor al sesenta y cinco por ciento de la capacidad que demuestra el nivel que está justo encima.

Irregularidad de Masa o Peso

Se entiende que hay una irregularidad de masa cuando el peso de un piso, estimado siguiendo lo establecido en el artículo 26, llega a superar en más de una vez y media el peso del nivel contiguo. De todas maneras, este criterio no se toma en cuenta para azoteas ni para sótanos.

0,90

Irregularidad Geométrica Vertical

Se entiende que la configuración resulta irregular cuando, en alguna de las direcciones que se analicen, la medida en planta del sistema que soporta las cargas laterales llega a ser más de una vez con tres décimas mayor que la de un nivel vecino. De todas maneras, este criterio no es válido para techos ni para sótanos.

0,90

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Se entiende que una estructura es irregular cuando algún componente que carga con más del diez por ciento de la fuerza cortante total muestra un desajuste vertical evidente. Esto puede suceder, por ejemplo, porque el elemento cambia de orientación o porque su eje se desplaza más de una cuarta parte de su propia dimensión. En este sentido, la irregularidad se reconoce por el impacto directo que genera.

0,80

Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) del RNE E.030

Se entiende que hay una discontinuidad extrema cuando ciertos elementos, descritos en la parte previa, terminan asumiendo una porción de la fuerza cortante que sobrepasa el veinticinco por ciento del total. En este sentido, se reconoce que la carga queda concentrada en exceso en esas partes.

0,60

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia los valores del factor de Irregularidades estructurales en altura en función a las condiciones que presenta.

Tabla 14

Irregularidades Estructurales en Planta, norma E.030-2019

Irregularidades Estructurales en Planta	Factor de Irregularidad Ip
Irregularidad Torsional	
Se entiende que hay una irregularidad torsional cuando en cualquiera de las direcciones de análisis el mayor desplazamiento de un entrepiso en uno de los extremos del edificio, al considerar la llamada excentricidad accidental, termina siendo superior a una coma tres veces el promedio de los desplazamientos que ocurren en ambos lados de ese mismo nivel bajo iguales condiciones de carga.	0,75
De todas maneras, este criterio solo corresponde aplicarlo a construcciones con diafragmas rígidos, y únicamente si dicho desplazamiento máximo sobrepasa la mitad del valor permitido en la Tabla Número once del RNE E.030, lo cual marca la diferencia	

Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)	
Se dice que hay una irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones que se analicen, el desplazamiento más grande que sufre un entrepiso en uno de los extremos del edificio, considerando la excentricidad accidental, termina siendo mayor a una coma cinco veces el promedio de los movimientos relativos que ocurren en ambos lados de ese mismo nivel bajo una condición de carga similar.	0,60
De esta forma, el criterio solamente corresponde a construcciones que poseen diafragmas rígidos y, por otra parte, se toma en cuenta únicamente si ese desplazamiento máximo llega a superar la mitad del valor permitido en la Tabla Número once del RNE E.030, algo que no siempre se observa en la práctica pero que marca una diferencia importante	
Esquinas Entrantes	
Se dice que una edificación tiene una configuración irregular cuando en la planta aparecen esquinas que se meten hacia adentro, y la medida de esas esquinas en ambas direcciones llega a superar el veinte por ciento de la dimensión total horizontal del nivel considerado.	0,90
Discontinuidad del Diafragma	
Se dice que una edificación es irregular cuando los diafragmas muestran cortes fuertes o cambios notorios en su rigidez, incluso si llegan a presentar aberturas que pasan la mitad de todo el espacio bruto del diafragma.	0,85
De la misma forma, la irregularidad se da cuando en algún piso, y en cualquiera de las direcciones de análisis, se detecta que una parte del diafragma ofrece un área resistente menor a la cuarta parte de la sección total en esa dirección, calculada tomando las dimensiones completas de la planta, algo que en la práctica suele señalar un punto débil evidente.	
Sistemas no Paralelos	
Se dice que una edificación presenta irregularidad cuando, al revisar cualquiera de las direcciones de análisis, se nota que los elementos que deben aguantar la fuerza lateral no siguen líneas paralelas, sino que se cruzan en distinta orientación.	0,90

Ahora bien, este criterio deja de aplicarse cuando los ejes de los pórticos o de los muros se encuentran en ángulos menores a treinta grados, o también cuando esos mismos elementos no paralelos apenas llegan a resistir menos del diez por ciento de la fuerza cortante que corresponde al piso, algo que en la práctica suele considerarse poco relevante.

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia los valores del factor de Irregularidades estructurales en planta en función a las condiciones que presenta.

Tabla 15

Categoría y Regularidad de las Edificaciones, norma E.030-2019

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

Nota. MVCS. Norma E.030-2019

Esta tabla muestra cómo cambia las restricciones en función a las categorías y zonas que presenta.

2.2.9. ANÁLISIS ESTÁTICO

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003,2019), la forma de calcular la fuerza cortante total en la base sigue siendo la misma en las dos normas, algo que no se ha tocado. Sin embargo, el valor mínimo aceptado para la relación C/R sí experimentó una variación, un detalle que marca la diferencia y que conviene tener en cuenta, pues en la práctica ese ajuste termina influyendo en el diseño estructural más de lo que parece a primera vista, y son los siguientes:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Para la norma E.030-2003:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

Para la norma E.030-2019:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

En la actualidad, para calcular cómo se reparten las fuerzas sísmicas en la altura de un edificio, se dejó de lado la fuerza F_a y se adoptó la variable k , entendida como un factor exponencial que depende del periodo fundamental de vibración. Sin embargo, conviene recordar que en la norma E.030-2003, si el valor de T sobrepasa los 0,7 segundos, todavía se debía considerar una fuerza concentrada F_a que se aplicaba en la parte superior de la estructura, justo en su zona más expuesta

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a)$$

Para la norma E.030-2019:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)}{\sum P_j \cdot (h_j)}$$

a) para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.

b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5T) \leq 2,0$.

Para calcular el periodo fundamental de vibración todavía se emplea la fórmula habitual y también se mantiene el método alternativo con la misma importancia en las dos normativas. Sin embargo, la diferencia es que en la actualidad se ha precisado con mayor claridad cuáles son los valores de CT que deben asignarse a los sistemas estructurales contruidos con acero, un detalle que antes no estaba bien definido.

2.2.10. ANÁLISIS DINÁMICO

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), se mantiene como método principal el Análisis Modal Espectral, aplicado de modo que los efectos de un sismo horizontal y vertical se evalúan al mismo tiempo en las dos direcciones ortogonales. Cuando se trata de edificaciones regulares, este análisis se hace de manera independiente, mientras que en las estructuras irregulares se toma como referencia la dirección que pueda resultar más desfavorable para el diseño. En lo referente a la combinación modal, la diferencia está en la jerarquía de los métodos: en la norma E.030-2019 se da prioridad a la Combinación Cuadrática Completa (CQC), y como opción secundaria se contempla el promedio ponderado entre la Suma Absoluta (ABSSUM) y la Raíz Cuadrada de la Suma de los Cuadrados (SRSS).

2.2.11. DESPLAZAMIENTOS LATERALES

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

(MVCS, 2003, 2019), en el caso de las estructuras regulares se mantiene el mismo criterio de años anteriores, de manera que los desplazamientos obtenidos del análisis lineal y elástico se ajustan multiplicándolos por $0,75R$ para calcular los desplazamientos laterales. Por otra parte, cuando hablamos de estructuras irregulares la norma vigente plantea una exigencia superior, pues en estos casos se establece un multiplicador de $0,85R$, lo que marca una diferencia clara y refleja la mayor rigurosidad que hoy se pide.

2.2.12. REDUNDANCIA

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), se indica que cuando un elemento vertical, por ejemplo, un muro o un pórtico, llega a cargar con el treinta por ciento o más de la fuerza cortante que corresponde a un entrepiso, entonces no basta con calcularlo de manera directa, sino que debe diseñarse para resistir hasta un ciento veinticinco por ciento de esa misma carga. En este sentido, la norma busca remarcar un diseño más fuerte y confiable, lo cual en la práctica significa mayor seguridad.

2.2.13. PROGRAMAS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS, DISEÑO Y METRADO DE MATERIALES

ETABS 2018

El programa ha sido creado con la finalidad principal de servir en el análisis y el diseño de edificios, sin buscar otros usos fuera de ese ámbito. Se basa en el método de elementos finitos y trabaja con marcos y también con láminas. Ahora bien, cuando se trata de estos últimos, es indispensable asignar un enmallado que sea apropiado, pues de esa forma se logra que los cálculos reflejen con mayor realismo cómo respondería la estructura frente a diferentes cargas.

Excel 2024

Excel, por la forma práctica de su interfaz, vuelve mucho más llevadero el hacer cálculos que antes se hacían a mano y que solían

consumir tiempo. De esta manera, se crearon diferentes hojas de trabajo que permitieron no solo guardar y organizar los datos, sino también revisar con calma y contrastar los resultados que se fueron sacando en el análisis y en el diseño, algo que termina siendo muy útil en la práctica cotidiana.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Dimensiones del Comportamiento Estructural de la Institución Educativa Milagro de Fátima

Comportamiento Estructural

Según Crainic y Munteanu (Seismic Performance of Concrete Buildings, 2017), cuando hablamos de comportamiento estructural nos referimos a la manera en que todo un edificio responde frente a las cargas externas, ya sea mostrando desplazamientos o deformaciones que en ocasiones parecen pequeños, pero son determinantes. Al mismo tiempo, las fórmulas matemáticas que vinculan esas fuerzas globales con los desplazamientos que generan se conocen como relaciones constitutivas, y en esencia nos explican cómo la estructura transforma los esfuerzos en reacciones que podemos medir, analizar y hasta comparar con situaciones que vemos a diario.

Periodos de Vibración

Según Caicedo (2014), en Períodos de vibración de las edificaciones, publicado en la Revista Arquitectura e Ingeniería, 8(2), la manera en que un edificio reacciona cuando ocurre un sismo está muy relacionada con la comparación entre su propio periodo de vibración y el de las ondas sísmicas que lo golpean. Cuando estos tiempos se acercan demasiado y la relación se hace casi de uno a uno, se produce la llamada resonancia, una condición que no solo multiplica los movimientos sino también acelera las deformaciones. En este sentido, la estructura empieza a experimentar esfuerzos mayores en vigas, columnas y muros, lo que de todas maneras eleva el riesgo de daños serios. Incluso puede llegar a un colapso si la resistencia no alcanza para responder a esa demanda, algo que suele recordarse en experiencias de

terremotos pasados.

Saber el valor del período resulta clave para tener una idea más clara de cómo reaccionará una edificación frente a los movimientos sísmicos que puedan darse en su localidad. En este sentido, el estudio pone la atención en los distintos tiempos de vibración que muestran las construcciones y, al mismo tiempo, en la forma en que el período fundamental varía según factores tan conocidos como la masa, la rigidez o la propia altura del edificio. De todas maneras, los resultados provienen de ensayos hechos con maquetas a escala que fueron probadas en un simulador sísmico, un recurso que permite recrear, aunque sea en laboratorio, los efectos que dejan los terremotos reales sobre una estructura.

Fuerza Cortante Estática y Dinámica

Análisis Estático

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), se explica que el cálculo de la fuerza cortante en la base sigue siendo el mismo en ambas normas, aunque ahora se observa un cambio en el valor mínimo que corresponde a la relación C/R , lo que en la práctica significa un ajuste que no modifica el procedimiento, pero sí altera la exigencia aplicada al diseño estructural, y son los siguientes:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Para la norma E.030-2003:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

Para la norma E.030-2019:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

Hoy en día, para calcular cómo se reparte la fuerza sísmica en toda la altura de una construcción, ya no se utiliza la fuerza F_a que antes era parte del procedimiento. En su reemplazo aparece la variable k , un valor que

funciona como un factor de tipo exponencial y que está ligado directamente al periodo fundamental de vibración de la edificación, detalle que a simple vista puede parecer un cambio menor, pero que en la práctica introduce un ajuste importante en el diseño estructural.

Para la norma E.030-2003:

Si T es mayor que 0,7 segundos, se considerará una fuerza concentrada Fa que se aplicará en la parte superior de la estructura

$$Fa = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

$$Fi = \frac{Pi \cdot hi}{\sum Pj \cdot hj} \cdot (V - Fa)$$

Para la norma E.030-2019:

$$Fi = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{Pi \cdot (hi)}{\sum Pj \cdot (hj)}$$

a). Para T > o igual a 0,5 seg.: k = 1,0.

b). Para T < que 0,5 seg.: k = (0,75 + 0,5T) ≤ 2,0.

Hoy en día, cuando se busca determinar el periodo fundamental de vibración de una edificación, se mantiene la misma fórmula de siempre y también el método alternativo, que sigue teniendo la misma importancia en las dos normas. Sin embargo, se introdujo un detalle que antes no estaba tan definido: ahora se precisa qué valores de CT corresponden de manera directa a los sistemas estructurales de acero, lo que en la práctica ayuda a evitar confusiones y le da más certeza al proceso de diseño.

Análisis Dinámico

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003,2019), todavía se recurre al Análisis Modal Espectral como método central, pues es la forma más usada para entender cómo se comportan los edificios frente a sismos. Este análisis se aplica considerando, al mismo

tiempo, movimientos horizontales y verticales en las dos direcciones ortogonales, tratándose de manera independiente cuando las estructuras son regulares. Pero si se trata de estructuras irregulares, se toma la dirección que resulte más crítica para el diseño. Ahora bien, la norma de 2019 cambió el orden de importancia de los métodos: primero aparece la Combinación Cuadrática Completa CQC y luego, como alternativa, se mantienen ABSSUM y SRSS.

Distorsiones de Entrepiso

Según Millones (2021), la deriva, que muchos también llaman distorsión de entrepiso, se entiende como esa proporción que aparece al mirar cuánto difiere el desplazamiento lateral entre dos pisos seguidos y dividirlo por la altura de ese tramo. Este valor, que parece un cálculo sencillo, en realidad se vuelve clave, pues se revisa constantemente y suele ser uno de los indicadores más importantes en el análisis estructural.

Dimensiones del Análisis comparativo del diseño sismorresistente

Parámetros de diseño

Norma E.030-2003 y E.030-2019

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2003, 2019), las normativas sismorresistentes han venido estableciendo cuáles son los requisitos básicos que deben aplicarse tanto en el análisis sísmico de los edificios nuevos como en el refuerzo de las estructuras antiguas y, de ser necesario, en la reparación de las que resultan dañadas tras un sismo. El camino hacia la actualización de la norma E.030 comenzó con el proyecto E.030-2014, que sustituyó a la versión E.030-2003 y pasó a una revisión pública abierta a todo el país. Después de esa etapa se oficializó la norma E.030-2016, la cual introdujo algunos ajustes y, con el tiempo, fue reemplazada por la norma E.030-2018, que a su vez tuvo modificaciones que finalmente dieron paso a la norma vigente, la E.030-2019, aprobada mediante la Resolución Ministerial N°043-2019-Vivienda.

Al mirar con detalle la comparación entre la E.030-2003 y la E.030-2019, se observa que no solo hay aumentos en valores específicos como el factor de zona, sino también la inclusión de criterios nuevos que resultan claves, entre ellos la limitación de los sistemas de transferencia y la incorporación obligatoria de medidas de protección sísmica en edificaciones esenciales de tipo A1. Estos cambios, y algunos otros, serán explicados en los apartados siguientes.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: Predomina el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas e.030 – 2019 y la norma e.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco – 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- Existe análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.
- Existe influencia en el comportamiento estructural - aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.
- Existe análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima, según zona sísmica (Z).
- Existe el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima, según perfil del suelo.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Influencia en el comportamiento estructural.

Indicadores:

- Desplazamiento
- Deformación

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis comparativo del diseño sismorresistente

Indicadores:

- Resistencia
- Rigidez

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 16

Sistema de variables, dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
V. Dependiente Influencia en el comportamiento estructural	✓ Análisis sísmico	• Desplazamiento • Deformación
V. Independientes Análisis comparativo del diseño sismorresistente.	Fuerzas cortantes estático y dinámico.	• Resistencia
	Distorsiones de entrepisos	• Rigidez

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

De acuerdo a su enfoque es Cuantitativo, porque la toma de datos se apoya en un enfoque cuantitativo que se dedica a observar con detalle la fuerza cortante, el periodo y el desplazamiento, al mismo tiempo que compara cómo se comporta la estructura en conjunto. De esta manera, lo que se obtiene termina expresándose en números, y esos valores permiten sacar conclusiones claras y confiables, incluso cuando el análisis parece repetirse en distintos aspectos.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de esta investigación será Explicativo, porque se va a explicar y se medirá las variables independientemente sin alterarlas, lo cual se mide los indicadores individualmente y relacionarlas entre sí.

3.1.3. DISEÑO

El diseño de esta investigación No Experimental, porque aquí no se cambia ni se manipula de manera intencional la variable independiente, más bien se busca mirar con atención lo que ocurre de manera natural. Por eso, el énfasis está en observar, medir y revisar los desplazamientos, el periodo de vibración y las fuerzas que empujan a la estructura del Colegio Milagro de Fátima. De esta forma, se llega a entender cómo responde realmente en su comportamiento estructural, incluso en situaciones que parecen repetirse.

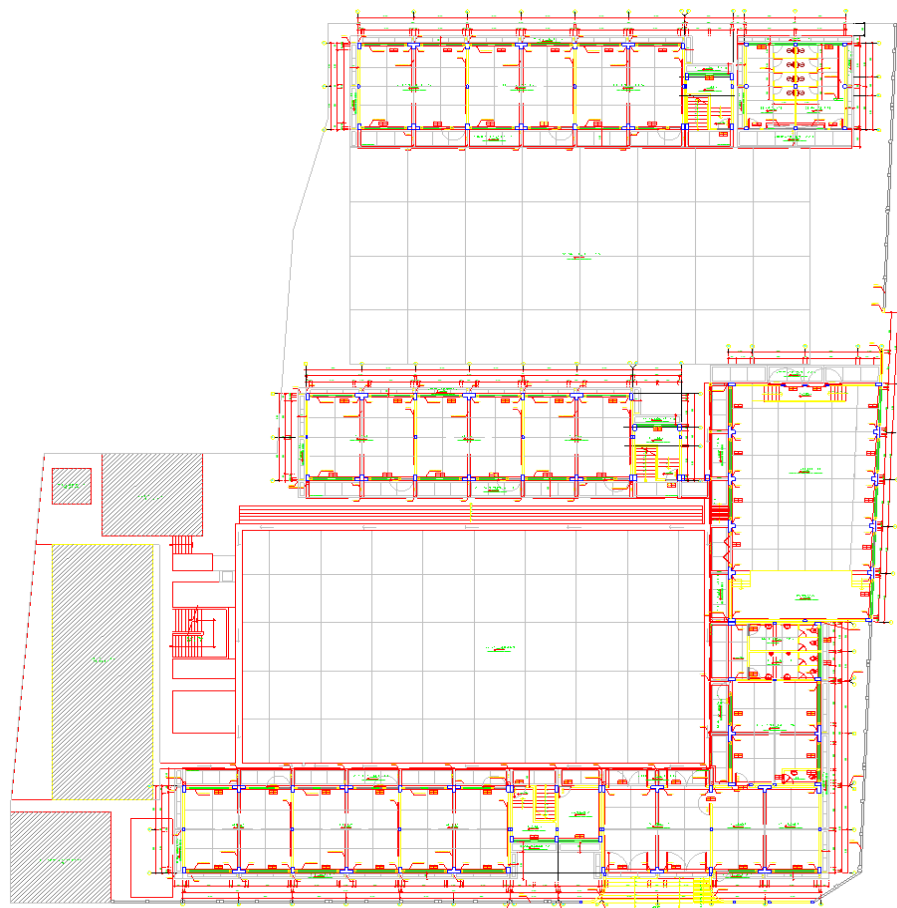
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

De acuerdo con lo señalado por Hernández (2014), cuando se habla de la población en un estudio se hace referencia a todo ese grupo amplio de elementos que tienen algo en común, ya sea por los objetivos que los guían, por las dimensiones que los describen o simplemente por las personas que se encuentran en determinado lugar. En este sentido, y aterrizando a mi investigación, la población que me toca trabajar está constituida, de manera clara y directa, por la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Figura 6

Planteamiento General de la población de la Institución Educativa Milagro de Fátima



Nota. El gráfico representa los planos de arquitectura. Expediente técnico de la Institución Educativa Milagro de Fátima.

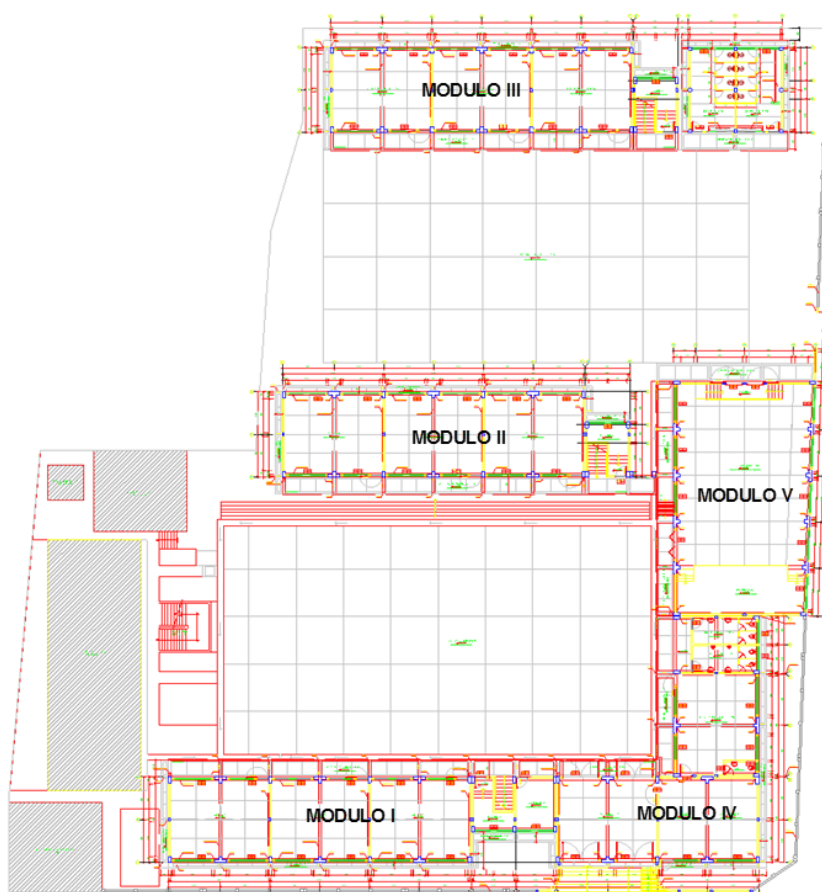
3.2.2. MUESTRA

Cuando hablamos de una muestra nos referimos a ese pedazo de la población que se escoge con un propósito claro: recoger información. Es allí, en ese grupo reducido, donde el investigador mide, observa y vuelve a mirar las variables que le interesan (Bernal, 2010).

En conclusión, para la presente investigación se trabajó Aplicando el método no probabilístico o también conocida como muestra dirigida, la muestra está conformada por el **Módulo I**, que es el modulo más representativo, por ser parte de los ambientes pedagógicos (Aulas), que comprende la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Figura 7

Planteamiento General de la muestra de la Institución Educativa Milagro de Fátima.



Nota. El grafico representa los planos de arquitectura del módulo I. Expediente técnico de la Institución Educativa Milagro de Fátima.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Según Hernandez (2014), cuando se habla de técnicas para recoger datos en una investigación, en realidad se trata de pasos ordenados que no se eligen al azar. Al contrario, deben pensarse con calma, preguntándose primero por qué se investiga, luego para qué servirá lo que se encuentre y, claro está, cómo se va a llevar adelante todo el proceso.

Técnicas: Para recolectar los datos, este trabajo empezará observando de manera directa el lugar donde se hará el estudio, tratando de reconocer detalles importantes como las características propias de la edificación. En paralelo, se llevará un registro ordenado de lo que ocurra con las estructuras y de cómo responden en diferentes situaciones, porque al final lo que se busca es entender su comportamiento real. De todas maneras, no se dejarán de lado otras fuentes, ya que se revisarán normas sísmicas, textos especializados y hasta páginas web, de modo que la información recogida tenga un respaldo sólido y confiable. En este sentido, el reglamento nacional de edificaciones y la norma E030 de diseño sismorresistente marcan la pauta. Así, la investigación se apoyará principalmente en tres técnicas: observar, medir y documentar.

Instrumentos: Los principales instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos de la investigación fueron:

Fichas de recolección de datos:

Aquí se habla, en pocas palabras, de juntar toda la información clave que permita armar bien un modelo matemático y definirlo con claridad, tomando en cuenta sus límites y condiciones. Para eso se necesitan planos, estudios de suelo, informes técnicos, evaluaciones de la estructura y otros datos que, puestos en orden, terminan siendo el soporte para una representación confiable y práctica del sistema.

Formatos:

Aquí se trata, en pocas palabras, de ordenar paso a paso cómo se juntan los datos, después pasarlos por un equipo electrónico que los procese, y finalmente mirar con calma los resultados para sacar conclusiones útiles y comprensibles.

Documentos de archivo y fuentes:

Para avanzar en este trabajo se tomará apoyo de distintas referencias de libros y artículos, además de documentos oficiales del país que servirán de base para sostener el estudio.

- Norma E030 Diseño sismorresistente 2019
- Norma E030 Diseño sismorresistente 2003
- Investigaciones, Publicaciones (artículos, ponencias, etc.)
- Libros

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Al momento de presentar los resultados, se recurrirá a varios programas que facilitan la tarea. ETABS servirá como apoyo para todo lo que es análisis y diseño estructural, mientras que AUTOCAD 2019 permitirá dibujar el plano de ubicación y al mismo tiempo representar el levantamiento topográfico. Por otra parte, Excel será el aliado ideal para ordenar datos en cuadros, hojas y gráficos que ayuden a visualizar mejor la información.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Al momento de analizar e interpretar la información que se ha ido generando y validando, los resultados se presentarán en cuadros y gráficos, cada uno mostrando los indicadores en relación con sus variables independientes, siempre con la ayuda de programas informáticos que hacen más sencilla la tarea. En este sentido, el trabajo busca mostrar de manera clara cómo responde la estructura de la Institución Educativa Milagro de Fátima frente a lo que exigen las

diferentes normas sísmicas peruanas. Y, de todas maneras, el proceso terminará con una comparación que no es menor, pues permitirá reconocer con mayor certeza qué tan vulnerable resulta ser la edificación existente si se diera un sismo, basándose en los valores que se obtuvieron en ambas normativas.

Para llegar a esos resultados se usará el ETABS, que sirve para calcular deformaciones y fuerzas dentro de la estructura, mientras que Excel de Microsoft se encargará de ordenar la información en cuadros, hojas y gráficos que hagan más fácil leer e interpretar los datos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

La tesis se desarrolla en la ciudad de Huánuco, en el Distrito de Huánuco, Provincia de Huánuco en la **Institución Educativa Milagro De Fátima**.

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto analizar contempla el **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE ENTRE LAS NORMAS E.030 – 2019 Y LA NORMA E.030 – 2003, Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL, APLICADO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MILAGRO DE FÁTIMA, HUÁNUCO.**

La infraestructura actual de este centro educativo, data desde más de 40 años atrás fecha de donde viene prestando sus servicios dicha infraestructura escolar.

La institución Educativa Milagro de Fátima de Huánuco, viene a ser el centro de estudios de educación de nivel primario y secundario con el que cuenta la localidad de Huánuco, tiene una población estudiantil de 519 estudiantes de acuerdo a la nómina de estudiantes del año 2008, distribuidos en dos turnos mañana y tarde.

Cabe señalar, que dicho plantel alberga al mayor número de estudiantes del centro poblado y sus anexos, teniendo un crecimiento estudiantil del 2% anual.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

A. UBICACIÓN POLÍTICA:

- **I. E.:** MILAGRO DE FATIMA
- **DISTRITO:** HUANUCO
- **PROVINCIA:** HUANUCO
- **DEPARTAMENTO:** HUANUCO

B. UBICACIÓN EN COORDENADAS GEOGRAFICAS:

- **Longitud Oeste:** 76°14'16.84O
- **Latitud Sur:** 9°55'18.62S
- **Altitud:** 1,917.00 m.s.n.m.

C. UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN COORDENADAS UTM - WGS:

- **Este (X):** 364,277.24 m E
- **Norte (Y):** 8'902,976.58 m S
- **Altitud:** 1,917.00 m.s.n.m.

D. LIMITES:

- **Por el frente:** Jr. Huallayco
- **Por el lado derecho:** Propiedad de terceros
- **Por el lado izquierdo:** Jr. Pedro Barroso
- **Por el fondo:** Jr. San Martín

Figura 8

Ubicación del proyecto



Nota. El grafico representa el contexto del proyecto y facilitar la comprensión de su ubicación.

E. LOCALIZACIÓN

El proyecto analizar se encuentra en el Departamento, Provincia y Distrito de Huánuco, entre la intersección de los Jirones Pedro Barroso y el Jirón Huallayco; LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MILAGRO DE FÁTIMA se encuentra cercado con un perímetro 274.15 ml y un área de 4102.58 m², con una altitud de 1,917.00 m.s.n.m.

Las coordenadas geográficas de la ubicación del proyecto es Latitud 9° 55' 18.62 S y longitud 76° 14' 16.84 O del meridiano de Greenwich.

Figura 9

Vista satelital de la i.e milagro de fatima



Nota. El grafico representa una característica revolucionaria que permite a los usuarios ver imágenes detalladas de la superficie terrestre para podernos ubicar mejor al lugar de la intervención.

ESTUDIO DE SUELOS

Para la presente investigación se utilizó los valores obtenidos mediante un ensayo de suelos del expediente técnico del proyecto; de este estudio de suelos (Ver anexo 5) en resumen se tiene los siguientes resultados:

- **Capacidad portante (q_{adm}):** 2.00 Kg/cm²
- **Profundidad de desplante (D_f):** 1.80 mts
- **Tipo de Suelo:** S2

CASOS DE ESTUDIO

MODULOS

Arquitectura:

Los módulos I, II y III, albergaban 519 alumnos en el año 2008 según nóminas de la institución educativa Milagro de Fátima, se ubican todas las aulas asistenciales en dos niveles. Así mismo a continuación, se detalla los ambientes que contiene el módulo I que es parte del análisis.

Modulo I:

- ✓ 06 aulas
- ✓ 01 deposito en el primer nivel

Figura 10

Planteamiento de Arquitectura del módulo I de la I.E. Milagro de Fátima



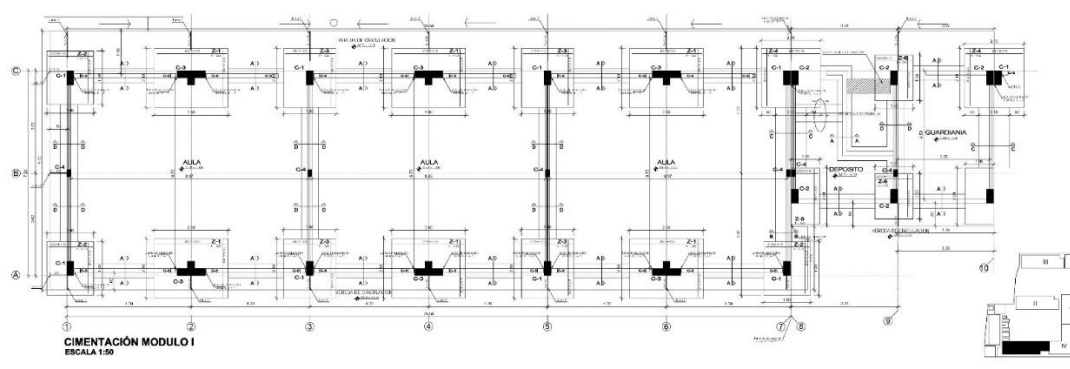
Nota. El grafico representa una gráfica detallada de un proyecto de construcción, que sirve como guía para la construcción y permite visualizar el diseño desde diferentes perspectivas
Fuente: Expediente técnico de la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Estructura

Las estructuras están conformadas por la estructuración de tipo pórticos en el sentido x y albañilería confinada el sentido y, es decir pórtico de sistema armado en el sentido longitudinal con columnas en forma de T de 0.50 por un metro, con una base de 0.25m. con vigas peraltadas de 0.30 x 0.90 m. En el sentido transversal presentan columnas de .25x.50 y vigas de de .25x.4m, con muros de albañilería. Adecuadamente distribuidos en ambas direcciones con el obj. De garantizar una adecuada contribución de rigidez en ambas direcciones

Figura 11

Plano de Cimentación del módulo I de la I.E. Milagro de Fátima



Nota. El grafico representa una gráfica detallada de un proyecto de construcción, que sirve como guía para la construcción y permite visualizar el diseño desde diferentes perspectivas
Fuente: Expediente técnico de la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Aplicación de la Norma E.030-2003 – E.030-2019

Tabla 17

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES - 2003

De acuerdo a las características de la edificación descritas anteriormente, se modelo la estructura, los materiales utilizados poseen las propiedades siguientes:

1.- Propiedades del Concreto 210 kg/cm2

DESCRIPCIÓN	VALOR
- Masa por unidad de Volumen	0.2446 tn-s2/m4

- Peso por unidad de Volumen	2.40 tn/m ³
- Modulo de Elasticidad €	2173706.51 tn/m ²
- Modulo de Poisson	0.15
- Resistencia a la Compresión (f'c)	2100.00 tn/m ²
- Fluencia del Acero	42000.00 tn/m ²

2.- Propiedades de la Albañilería fb=65 kg/cm²

DESCRIPCIÓN	VALOR
- Masa por unidad de Volumen	0.1835 tn-s ² /m ⁴
- Peso por unidad de Volumen	1.80 tn/m ³
- Modulo de Elasticidad €	325000.00 tn/m ²
- Modulo de Poisson	0.25
- Resistencia a la Compresión (f'c)	650.00 tn/m ²

Tabla 18

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES - 2019

De acuerdo a las características de la edificación descritas anteriormente, se modelo la estructura, los materiales utilizados poseen las propiedades siguientes:

1.- Propiedades del Concreto 210 kg/cm²

DESCRIPCIÓN	VALOR
- Masa por unidad de Volumen	0.2446 tn-s ² /m ⁴
- Peso por unidad de Volumen	2.40 tn/m ³
- Modulo de Elasticidad €	2173706.51 tn/m ²
- Modulo de Poisson	0.15
- Resistencia a la Compresión (f'c)	2100.00 tn/m ²
- Fluencia del Acero	42000.00 tn/m ²

2.- Propiedades de la Albañilería fb=65 kg/cm²

DESCRIPCIÓN	VALOR
- Masa por unidad de Volumen	0.1835 tn-s ² /m ⁴
- Peso por unidad de Volumen	1.80 tn/m ³

- Modulo de Elasticidad €	325000.00 tn/m2
- Modulo de Poisson	0.25
- Resistencia a la Compresión (f'c)	650.00 tn/m2

Tabla 19

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: METRADO DE CARGAS - 2003

1.- Metrado de Carga por unidad de Área

Las cargas a metrar son solo aquellas que afectaran a la losa tales como: acabados, tabiquería móvil, sobre carga, entre otros.

PRIMER NIVEL		
ELEMENTO		CARGA POR UNIDAD DE ÁREA
Carga Muerta		
Acabados		0.100 tn/m2
Tabiquería móvil		0.150 tn/m2
Peso de aligerado del ladrillo		0.090 tn/m2
Carga Viva		
Aulas		0.250 tn/m2
Corredores		0.400 tn/m2
En aulas:	DEAD muerta	0.340 tn/m2
	LIVE viva	0.250 tn/m2
En Corredor:	DEAD	0.340 tn/m2
	LIVE	0.400 tn/m2
SEGUNDO NIVEL		
ELEMENTO		CARGA POR UNIDAD DE ÁREA
Carga Muerta		
Acabados		0.100 tn/m2
Peso de aligerado del ladrillo		0.090 tn/m2
Carga Viva		
Techo azotea		0.050 tn/m2
En Techo:	DEAD	0.190 tn/m2
	LIVE	0.050 tn/m2

2.- Metrado de Carga por unidad de longitud

Las cargas a considerar son los muros de tabiquería que están directamente apoyado sobre las vigas.

PRIMER NIVEL		
ELEMENTO	ESPESOR	ALTURA

			PESO ESPECIFICO	CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD
Carga Muerta				
Tabiquería	0.15	1.3	1.350 tn/m ²	0.263 tn/m
Tabiquería	0.15	2.2	1.350 tn/m ²	0.446 tn/m

Tabla 20

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: METRADO DE CARGAS - 2019

1.- Metrado de Carga por unidad de Área

Las cargas a metrar son solo aquellas que afectaran a la losa tales como: acabados, tabiquería móvil, sobre carga, entre otros.

PRIMER NIVEL		
ELEMENTO		CARGA POR UNIDAD DE ÁREA
Carga Muerta		
Acabados		0.100 tn/m ²
Tabiquería móvil		0.150 tn/m ²
Peso de aligerado del ladrillo		0.090 tn/m ²
Carga Viva		
Aulas		0.250 tn/m ²
Corredores		0.400 tn/m ²
En aulas:	DEAD	0.340 tn/m ²
	LIVE	0.250 tn/m ²
En Corredor:	DEAD	0.340 tn/m ²
	LIVE	0.400 tn/m ²
SEGUNDO NIVEL		
ELEMENTO		CARGA POR UNIDAD DE ÁREA
Carga Muerta		
Acabados		0.100 tn/m ²
Peso de aligerado del ladrillo		0.090 tn/m ²
Carga Viva		
Techo azotea		0.050 tn/m ²
En Techo:	DEAD	0.190 tn/m ²
	LIVE	0.050 tn/m ²

2.- Metrado de Carga por unidad de longitud

Las cargas a considerar son los muros de tabiquería que están directamente apoyado sobre las vigas.

PRIMER NIVEL		
--------------	--	--

ELEMENTO	ESPESOR	ALTURA	PESO ESPECIFICO	CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD
Carga Muerta				
Tabiquería	0.15	1.3	1.350 tn/m ²	0.263 tn/m
Tabiquería	0.15	2.2	1.350 tn/m ²	0.446 tn/m

Tabla 21

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2003

01 Zonificación, E.030-2003 (Art.5)

Departamento : **HUÁNUCO**
 Provincia : **HUÁNUCO**
 Distrito : **HUÁNUCO**

Zona Sísm. : 2
 $Z = 0.3 \text{ g}$

02 Condiciones Geotécnicas, E.030-2003 (Art.6.2)

Perfil de Suelo Tipo : **S2**

Suelos Intermedios: Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S1 y S3

Tipo Suelo = Intermedios
 $S = 1.20$
 $T_p = 0.60$



03 Categoría de las Edificaciones, E.030-2003 (Art.10)

Categoría del Edificio : **A_Edificaciones Esenciales**
 Tipo de Edificación : **Centros educativos**

$U = 1.5$

Las edificaciones esenciales son aquellas que deben continuar funcionando incluso después de un sismo, ya que su interrupción podría tener consecuencias graves. Dentro de este grupo se encuentran las

escuelas y centros educativos, pues además de su función principal, también pueden convertirse en refugios seguros para la población afectada. De igual modo, aquí se consideran los edificios cuyo colapso no solo dañaría a sus ocupantes, sino que también podría generar más riesgos, como bloquear rutas de emergencia o provocar peligros secundarios.

04 Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones , E.030-2003 (Art.13)

Sistema Estructural:

Restricciones de Irregularidad:

Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera.

No se permiten irregularidades

05 Configuración Estructural, E.030-2003 (Art.11)

Factores de Irregularidad

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Irregularidad en Altura, la :

Irregularidad en Altura, la :

Regular - Sistema Estructural Continuo

Regular - Sistema Estructural Continuo

$lax = 1.00$

$lay = 1.00$

Irregularidad en Planta, Ip :

Irregularidad en Planta, Ip :

Regular - Sistema Estructural Simetrico

Regular - Sistema Estructural Simetrico

$lpx = 1.00$

$lpy = 1.00$

06 Sistemas Estructurales, E.030-2003 (Art.12)

Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Material : Concreto Armado

Material : Albañilería

Sistema Estructura I:		Sistema Estructura I:
Pórticos		Albañilería Armada o Confinada
$R_{0X} = 8$		$R_{0Y} = 3$
$R_X = R_{0X} \times \frac{l_{ax} \times l_{px}}{=}$ 8		$R_Y = R_{0Y} \times \frac{l_{ay} \times l_{py}}{=}$ 3

07 Periodo Fundamental de Vibración, E.030-2003

Periodo Fundamental de Vibración, E.030-2003, hallado mediante el software etabs versión 21.0.0

Case	Mode	Period d sec	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.318	91.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.04%	0.02%
Modal	2	0.129	0.00%	93.01%	0.00%	19.48%	0.00%	0.50%
Modal	3	0.128	0.03%	0.51%	0.00%	0.04%	0.61%	89.60%
Modal	4	0.125	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%
Modal	5	0.12	0.79%	0.00%	0.00%	0.00%	2.41%	2.11%
Modal	6	0.115	0.89%	0.00%	0.00%	0.00%	3.50%	0.57%
$T_X = 0.318 \text{ seg}$				$T_Y = 0.129 \text{ seg}$				

08 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura, E.030-2018 (Art.17 - Item 17.4)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i:

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a)$$

09 Fuerza Cortante en la Base, E.030-2003 (Art. 17 - Item 17.3)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Fuerza Cortante en la Base:

Fuerza Cortante en la Base:

$$V_X = \frac{\sum UCS}{R_x} P$$

$$V_Y = \frac{\sum UCS}{R_y} P$$

Factor de Amplificación Sísmica C:

Factor de Amplificación Sísmica C:

$T_P =$	0.60	seg
$T_X =$	0.318	seg
$C_X =$	2.50	

El valor de C/R_x no deberá considerarse menor que:

C_X/R_X	0.313	$\geq$	0.125
-----------	-------	--------	-------

Coeficiente de Cortante Basal:

$Z =$	0.3
$U =$	1.50
C_X/R_X	0.31
$=$	
$S =$	1.20

$$C_{bx} = \frac{0.168}{8}$$

$T_P =$	0.60	seg
$T_y =$	0.129	seg
$C_y =$	2.50	

El valor de C/R_y no deberá considerarse menor que:

C_y/R_y	0.833	$\geq$	0.125
-----------	-------	--------	-------

Coeficiente de Cortante Basal:

$Z =$	0.3
$U =$	1.50
C_y/R_y	0.83
$=$	
$S =$	1.20

$$C_{by} = \frac{0.450}{0}$$

NOTA. El procedimiento consiste primero en obtener los valores de C_{bx} y C_{by} para luego colocarlos dentro de la definición de los patrones de carga sísmica estática que se generan para las dos direcciones principales de análisis, X y Y. Este proceso se lleva a cabo en programas de ingeniería estructural como Etabs y Sap2000, que son de uso extendido en la práctica. Posteriormente, el coeficiente conocido como C_b debe ingresarse con cuidado en el campo indicado como Base Shear Coefficient, identificado con la letra C. Esta opción se encuentra en la sección Seismic Load Pattern, específicamente bajo la configuración User Defined, la cual a su vez está ubicada dentro del cuadro general Define Load Patterns. Con este procedimiento se busca asegurar que las cargas sísmicas queden correctamente establecidas en ambas direcciones de acuerdo a los parámetros del modelo

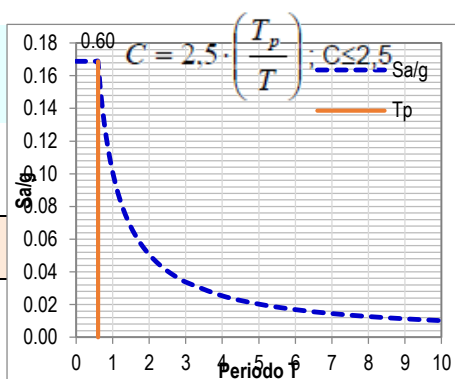
10 Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño(S_a/g)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

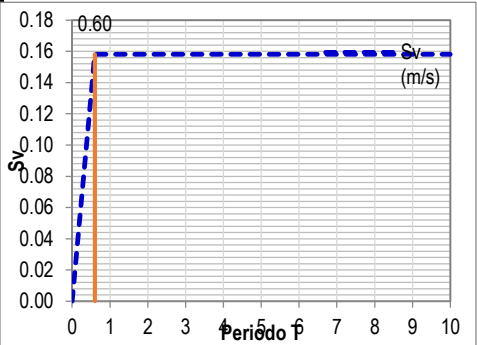
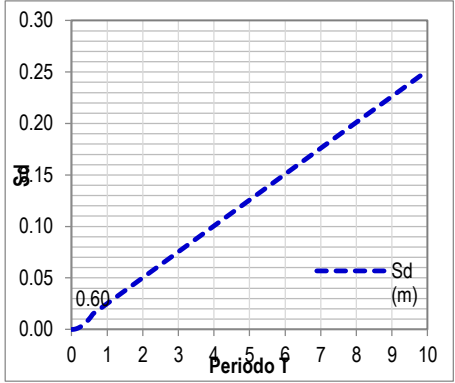
$Z =$	0.3
$U =$	1.50
$S =$	1.20
$T_P =$	0.60
R_X	8.00
$=$	

$$S_{ax} = \frac{ZUC}{S R_x}$$

C	T (s)	S_a/g	S_v (m/s)	S_d (m)
2.50	0.00	0.1688	0.0000	0.0000
2.50	0.02	0.1688	0.0053	0.0000
2.50	0.04	0.1688	0.0105	0.0001
2.50	0.06	0.1688	0.0158	0.0002
2.50	0.08	0.1688	0.0211	0.0003
2.50	0.10	0.1688	0.0263	0.0004
2.50	0.12	0.1688	0.0316	0.0006
2.50	0.14	0.1688	0.0369	0.0008



2.50	0.16	0.1688	0.0422	0.0011
2.50	0.18	0.1688	0.0474	0.0014
2.50	0.20	0.1688	0.0527	0.0017
2.50	0.25	0.1688	0.0659	0.0026
2.50	0.30	0.1688	0.0790	0.0038
2.50	0.35	0.1688	0.0922	0.0051
2.50	0.40	0.1688	0.1054	0.0067
2.50	0.45	0.1688	0.1186	0.0085

2.50	0.50	0.1688	0.1317	0.0105	Espectro velocidad y desplazamiento (10/50)
2.50	0.55	0.1688	0.1449	0.0127	
2.50	0.60	0.1688	0.1581	0.0151	
2.31	0.65	0.1558	0.1581	0.0164	
2.14	0.70	0.1446	0.1581	0.0176	
2.00	0.75	0.1350	0.1581	0.0189	
1.88	0.80	0.1266	0.1581	0.0201	
1.76	0.85	0.1191	0.1581	0.0214	
1.67	0.90	0.1125	0.1581	0.0226	
1.58	0.95	0.1066	0.1581	0.0239	
1.50	1.00	0.1013	0.1581	0.0252	
1.36	1.10	0.0920	0.1581	0.0277	
1.25	1.20	0.0844	0.1581	0.0302	
1.15	1.30	0.0779	0.1581	0.0327	
1.07	1.40	0.0723	0.1581	0.0352	
1.00	1.50	0.0675	0.1581	0.0377	
0.94	1.60	0.0633	0.1581	0.0403	
0.88	1.70	0.0596	0.1581	0.0428	
0.83	1.80	0.0563	0.1581	0.0453	
0.79	1.90	0.0533	0.1581	0.0478	
0.75	2.00	0.0506	0.1581	0.0503	
0.68	2.20	0.0460	0.1581	0.0554	
0.63	2.40	0.0422	0.1581	0.0604	
0.58	2.60	0.0389	0.1581	0.0654	
0.54	2.80	0.0362	0.1581	0.0704	
0.50	3.00	0.0338	0.1581	0.0755	
0.38	4.00	0.0253	0.1581	0.1006	
0.30	5.00	0.0203	0.1581	0.1258	
0.25	6.00	0.0169	0.1581	0.1510	
0.21	7.00	0.0145	0.1581	0.1761	
0.19	8.00	0.0127	0.1581	0.2013	
0.17	9.00	0.0113	0.1581	0.2264	
0.15	10.00	0.0101	0.1581	0.2516	

NOTA. El procedimiento empieza tomando todos los valores de $T(s)$ y Sa/g que se han calculado previamente y copiándolos dentro de un nuevo libro de trabajo. Es importante pegarlos solo como valores fijos, sin dejar fórmulas activas, y luego guardar el archivo resultante en un formato de texto delimitado por tabulaciones. Este formato en particular es el que permitirá que posteriormente se pueda importar de manera correcta el espectro de diseño en programas de cálculo estructural como Etabs y Sap2000, muy usados en la práctica profesional. Un detalle que no debe pasarse por alto es que los valores de aceleración no incluyen por sí mismos el efecto de la aceleración de la gravedad. Por ello, al momento de definir la información en el programa, el usuario debe asegurarse de fijar el factor de escala en 9.81, que corresponde al valor estándar de la gravedad.

11 Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño(Sa/g)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Z =	0.3
U =	1.50
S =	1.20
T _P =	0.60
R _y	3.00
=	

$$S_{ay} = \frac{Z U C}{S R_y} g$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2,5$$

C	T (s)	Sa/g	Sv (m/s)	Sd (m)	Espectro de sismo de diseño Sa/g (10/50)
2.50	0.00	0.4500	0.0000	0.0000	
2.50	0.02	0.4500	0.0141	0.0000	
2.50	0.04	0.4500	0.0281	0.0002	
2.50	0.06	0.4500	0.0422	0.0004	
2.50	0.08	0.4500	0.0562	0.0007	
2.50	0.10	0.4500	0.0703	0.0011	
2.50	0.12	0.4500	0.0843	0.0016	
2.50	0.14	0.4500	0.0984	0.0022	
2.50	0.16	0.4500	0.1124	0.0029	
2.50	0.18	0.4500	0.1265	0.0036	
2.50	0.20	0.4500	0.1405	0.0045	
2.50	0.25	0.4500	0.1756	0.0070	
2.50	0.30	0.4500	0.2108	0.0101	
2.50	0.35	0.4500	0.2459	0.0137	
2.50	0.40	0.4500	0.2810	0.0179	
2.50	0.45	0.4500	0.3162	0.0226	
2.50	0.50	0.4500	0.3513	0.0280	Espectro velocidad y desplazamiento (10/50)
2.50	0.55	0.4500	0.3864	0.0338	
2.50	0.60	0.4500	0.4216	0.0403	
2.31	0.65	0.4154	0.4216	0.0436	
2.14	0.70	0.3857	0.4216	0.0470	
2.00	0.75	0.3600	0.4216	0.0503	
1.88	0.80	0.3375	0.4216	0.0537	
1.76	0.85	0.3176	0.4216	0.0570	
1.67	0.90	0.3000	0.4216	0.0604	
1.58	0.95	0.2842	0.4216	0.0637	
1.50	1.00	0.2700	0.4216	0.0671	
1.36	1.10	0.2455	0.4216	0.0738	
1.25	1.20	0.2250	0.4216	0.0805	
1.15	1.30	0.2077	0.4216	0.0872	
1.07	1.40	0.1929	0.4216	0.0939	
1.00	1.50	0.1800	0.4216	0.1006	
0.94	1.60	0.1688	0.4216	0.1073	
0.88	1.70	0.1588	0.4216	0.1141	
0.83	1.80	0.1500	0.4216	0.1208	

0.79	1.90	0.1421	0.4216	0.1275
0.75	2.00	0.1350	0.4216	0.1342
0.68	2.20	0.1227	0.4216	0.1476
0.63	2.40	0.1125	0.4216	0.1610
0.58	2.60	0.1038	0.4216	0.1744
0.54	2.80	0.0964	0.4216	0.1879
0.50	3.00	0.0900	0.4216	0.2013
0.38	4.00	0.0675	0.4216	0.2684
0.30	5.00	0.0540	0.4216	0.3355
0.25	6.00	0.0450	0.4216	0.4026
0.21	7.00	0.0386	0.4216	0.4696
0.19	8.00	0.0338	0.4216	0.5367
0.17	9.00	0.0300	0.4216	0.6038
0.15	10.00	0.0270	0.4216	0.6709

NOTA. El procedimiento requiere copiar todos los valores de T(s) y Sa/g, asegurándose de pegarlos únicamente como valores fijos sin fórmulas dentro de una nueva hoja de cálculo. Posteriormente, el archivo debe guardarse en formato de texto delimitado por tabulaciones, ya que esa es la estructura que permite importar de manera adecuada el espectro de diseño en herramientas de cálculo estructural como Etabs y Sap2000. Este formato es muy usado en la práctica profesional porque evita problemas de compatibilidad. Además, es necesario tener en cuenta que los valores de aceleración obtenidos no consideran por sí mismos el efecto de la gravedad. Por tal motivo, al configurar el programa, el usuario debe establecer un factor de escala igual a 9.81, que representa el valor convencional de la aceleración gravitatoria, garantizando que los cálculos realizados sean coherentes y confiables.

Tabla 22

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2019

01 Zonificación, E.030-2019 (Art.10)

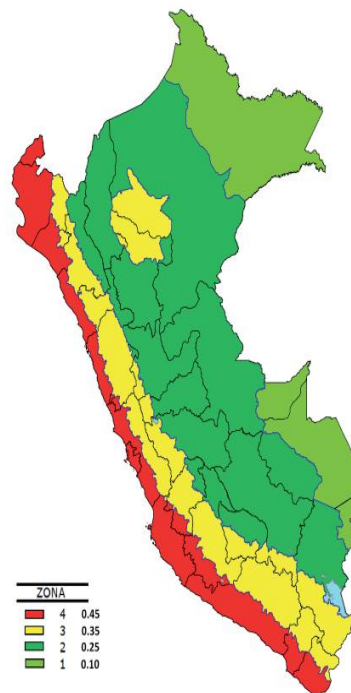
Departamento : **HUÁNUCO**
Provincia : **HUÁNUCO**
Distrito : **HUÁNUCO**

Zona Sís. : 2
Z = 0.25 g

02 Condiciones Geotécnicas, E.030-2019 (Art.12)

Perfil de Suelo Tipo : **S2**

Suelos Intermedios: Suelos medianamente rígidos, arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, suelo cohesivo compacto.



Tipo	Suelo	$V_s =$	180 m/s a
=	Interm.		500 m/s
S =	1.20	$N_{60} =$	15 a 50
$T_p =$	0.60	$S_u =$	50 kPa a
			100 Kpa
$T_L =$	2.00	$q_u =$	1 kg/cm ² a
			0.5 Kg/cm ²

03 Categoría del Edificio, E.030-2019 (Art.15)

Categoría del Edificio : **A2_Esenciales**
 Tipo de Edificación : **Instituciones educativas nivel Secundario**

U = 1.5

Las instalaciones esenciales son aquellas estructuras que deben seguir funcionando incluso después de un fuerte terremoto, ya que su interrupción podría afectar gravemente la respuesta ante emergencias. Dentro de esta categoría también se consideran los edificios que pueden brindar refugio y seguridad a la población una vez ocurrido un desastre. Además, es importante incluir en este grupo a las construcciones cuyo colapso generaría más peligros, aumentando el impacto del evento sísmico en la comunidad.

04 Sistema Estructural y Restricciones de Irregularidad, E.030-2019 (Art.17 y Art.21)

Sistema Estructural:

Estructuras de acero tipo SCBF y EBF - Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado - Albañilería Armada o Confinada

Restricciones de Irregularidad:

No se permiten irregularidades

05 Coefficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, E.030-2019 (Art.18)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

Materia l : **Concreto_Armado**

Sistema Estructural :

Pórticos

$R_{0X} = 8$

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Material : **Albañilería**

Sistema Estructural :

Albañilería Armada o Confinada

$R_{0Y} = 3$

06 Factores de Irregularidad, E.030-2019 (Art.20)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X	SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y
Irregularidad en Altura, Ia :	Irregularidad en Altura, Ia :
Regular - Sistema Estructural Continuo	Regular - Sistema Estructural Continuo
Iax = 1.00	Iay = 1.00
Irregularidad en Planta, Ip :	Irregularidad en Planta, Ip :
Regular - Sistema Estructural Simetrico	Regular - Sistema Estructural Simetrico
Ipx = 1.00	Ipy = 1.00

07 Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, E.030-2019 (Art.22)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X	SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y
$R_x = R_{0x} \times I_{ax} \times I_{px} = 8$	$R_y = R_{0y} \times I_{ay} \times I_{py} = 3$

08 Periodo Fundamental de Vibración, E.030-2019

Periodo Fundamental de Vibración, E.030-2019, hallado mediante el software etabs versión 21.0.0

Case	Mod e	Perio d sec	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Moda	1	0.318	91.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.04%	0.02%
Moda	2	0.129	0.00%	93.01%	0.00%	19.48%	0.00%	0.50%
Moda	3	0.128	0.03%	0.51%	0.00%	0.04%	0.61%	89.60%
Moda	4	0.125	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%
Moda	5	0.12	0.79%	0.00%	0.00%	0.00%	2.41%	2.11%
Moda	6	0.115	0.89%	0.00%	0.00%	0.00%	3.50%	0.57%
T _x = 0.318 seg			I			T _y = 0.129 seg		

09 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura, E.030-2019 (Art.28 - Item 28.3)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X	SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y
--------------------------------------	--------------------------------------

Exponente k relacionado con el período fundamental T:

1.00

$$k_x = 1.00$$

Exponente k relacionado con el período fundamental T:

1.00

$$k_y = 1.00$$

NOTA. Los valores numéricos correspondientes a K_x y K_y deben trasladarse y pegarse con cuidado en la creación de los patrones de carga sísmica estática, garantizando que tanto la dirección de análisis X como la Y queden correctamente definidas en programas de ingeniería estructural ampliamente usados como Etabs y Sap2000. Una vez completado este paso, el coeficiente identificado como K debe ingresarse en la sección llamada Building Height Exp. K, que se encuentra dentro de la ventana Seismic Load Pattern en la opción User Defined. Todas estas acciones se realizan dentro del entorno de configuración general denominado Define Load Patterns

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

10 Fuerza Cortante en la Base, E.030-2019 (Art. 28 - Item 28.2)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

Fuerza Cortante en la Base:

$$V_x = \frac{\frac{Z U}{C S}}{R_x} P$$

Factor de Amplificación Sísmica C:

$$\begin{aligned} T_P &= 0.60 \text{ seg} \\ T_L &= 2.00 \text{ seg} \\ T_x &= 0.318 \text{ seg} \\ C_x &= 2.50 \end{aligned}$$

El valor de C/R_x no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C_x/R_x}{x} = 0.313 \geq 0.11$$

Coeficiente de Cortante Basal:

$$\begin{aligned} Z &= 0.25 \\ U &= 1.50 \\ \frac{C_x/R_x}{x} &= 0.31 \\ S &= 1.20 \end{aligned}$$

$$C_{bx} = \frac{0.140}{6}$$

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Fuerza Cortante en la Base:

$$V_y = \frac{\frac{Z U C S}{R_y}}{R_y} P$$

Factor de Amplificación Sísmica C:

$$\begin{aligned} T_P &= 0.60 \text{ seg} \\ T_L &= 2.00 \text{ seg} \\ T_y &= 0.129 \text{ seg} \\ C_y &= 2.50 \end{aligned}$$

El valor de C/R_y no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C_y/R_y}{y} = 0.833 \geq 0.11$$

Coeficiente de Cortante Basal:

$$\begin{aligned} Z &= 0.25 \\ U &= 1.50 \\ \frac{C_y/R_y}{y} &= 0.83 \\ S &= 1.20 \end{aligned}$$

$$C_{by} = 0.3750$$

NOTA. Los coeficientes numéricos Cbx y Cby deben trasladarse con cuidado y colocarse al momento de generar los patrones de carga sísmica estática, asegurando que tanto la dirección de análisis X como la Y queden correctamente incluidas en programas de ingeniería como Etabs y Sap2000. Después de completar este paso, el coeficiente identificado como Cb debe escribirse en la sección denominada Base Shear Coefficient, C, que aparece dentro de la ventana Seismic Load Pattern en la opción User Defined. Todos estos elementos forman parte del panel de configuración general conocido como Define Load Patterns, donde se organizan y validan los parámetros necesarios para el diseño estructural sísmico

11 Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño(Sa/g)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X

Z = 0.25
U = 1.50
S = 1.20
T_P = 0.60
T_L = 2.00
R_x = 8.00

$$S_{ax} = \frac{Z U C}{S R_x} g$$

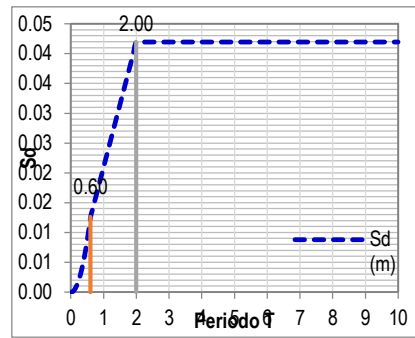
$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

C	T (s)	Sa/g	Sv (m/s)	Sd (m)	Espectro de sismo de diseño Sa/g (10/50)
2.50	0.00	0.1406	0.0000	0.0000	
2.50	0.02	0.1406	0.0044	0.0000	
2.50	0.04	0.1406	0.0088	0.0001	
2.50	0.06	0.1406	0.0132	0.0001	
2.50	0.08	0.1406	0.0176	0.0002	
2.50	0.10	0.1406	0.0220	0.0003	
2.50	0.12	0.1406	0.0263	0.0005	
2.50	0.14	0.1406	0.0307	0.0007	
2.50	0.16	0.1406	0.0351	0.0009	
2.50	0.18	0.1406	0.0395	0.0011	
2.50	0.20	0.1406	0.0439	0.0014	
2.50	0.25	0.1406	0.0549	0.0022	
2.50	0.30	0.1406	0.0659	0.0031	
2.50	0.35	0.1406	0.0768	0.0043	
2.50	0.40	0.1406	0.0878	0.0056	
2.50	0.45	0.1406	0.0988	0.0071	
2.50	0.50	0.1406	0.1098	0.0087	
2.50	0.55	0.1406	0.1208	0.0106	
2.50	0.60	0.1406	0.1317	0.0126	
2.31	0.65	0.1298	0.1317	0.0136	
2.14	0.70	0.1205	0.1317	0.0147	
2.00	0.75	0.1125	0.1317	0.0157	
1.88	0.80	0.1055	0.1317	0.0168	
1.76	0.85	0.0993	0.1317	0.0178	
1.67	0.90	0.0938	0.1317	0.0189	
1.58	0.95	0.0888	0.1317	0.0199	
1.50	1.00	0.0844	0.1317	0.0210	
1.36	1.10	0.0767	0.1317	0.0231	
1.25	1.20	0.0703	0.1317	0.0252	
1.15	1.30	0.0649	0.1317	0.0273	
1.07	1.40	0.0603	0.1317	0.0294	

1.00	1.50	0.0563	0.1317	0.0314
0.94	1.60	0.0527	0.1317	0.0335
0.88	1.70	0.0496	0.1317	0.0356
0.83	1.80	0.0469	0.1317	0.0377
0.79	1.90	0.0444	0.1317	0.0398
0.75	2.00	0.0422	0.1317	0.0419
0.62	2.20	0.0349	0.1198	0.0419
0.52	2.40	0.0293	0.1098	0.0419
0.44	2.60	0.0250	0.1013	0.0419
0.38	2.80	0.0215	0.0941	0.0419
0.33	3.00	0.0188	0.0878	0.0419
0.19	4.00	0.0105	0.0659	0.0419
0.12	5.00	0.0068	0.0527	0.0419
0.08	6.00	0.0047	0.0439	0.0419
0.06	7.00	0.0034	0.0376	0.0419
0.05	8.00	0.0026	0.0329	0.0419
0.04	9.00	0.0021	0.0293	0.0419
0.03	10.00	0.0017	0.0263	0.0419



NOTA. Todos los valores correspondientes a T(s) y Sa/g deben copiarse y pegarse como valores fijos sin fórmulas en un libro nuevo, el cual posteriormente debe guardarse como un archivo de texto delimitado por tabulaciones. Este procedimiento permite importar de manera correcta el espectro de diseño en programas de análisis estructural como Etabs y Sap2000. Es importante tener presente que los valores de las aceleraciones no incluyen la constante de la aceleración de la gravedad, por lo tanto, dentro del software el factor de escala debe especificarse como 9.81 para garantizar una representación precisa.

12 Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño(Sa/g)

SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y

Z =	0.25
U =	1.50
S =	1.20
T _P =	0.60
T _L =	2.00
R _y =	3.00

$$S_{aY} = \frac{Z U C}{S R_y} g$$

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

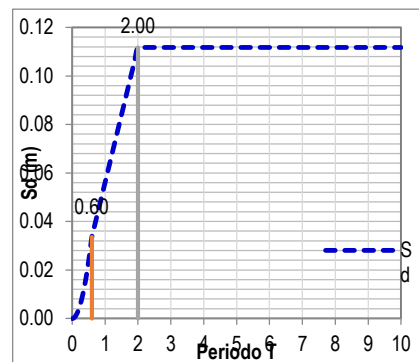
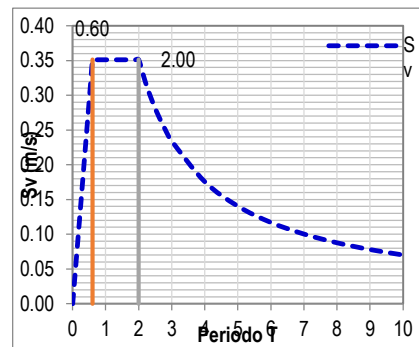
$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$

C	T (s)	Sa/g	Sv (m/s)	Sd (m)	Espectro de sismo de diseño Sa/g (10/50)
2.50	0.00	0.3750	0.0000	0.0000	
2.50	0.02	0.3750	0.0117	0.0000	
2.50	0.04	0.3750	0.0234	0.0001	
2.50	0.06	0.3750	0.0351	0.0003	
2.50	0.08	0.3750	0.0468	0.0006	
2.50	0.10	0.3750	0.0585	0.0009	
2.50	0.12	0.3750	0.0703	0.0013	
2.50	0.14	0.3750	0.0820	0.0018	
2.50	0.16	0.3750	0.0937	0.0024	
2.50	0.18	0.3750	0.1054	0.0030	
2.50	0.20	0.3750	0.1171	0.0037	
2.50	0.25	0.3750	0.1464	0.0058	
2.50	0.30	0.3750	0.1756	0.0084	
2.50	0.35	0.3750	0.2049	0.0114	
2.50	0.40	0.3750	0.2342	0.0149	

2.50	0.45	0.3750	0.2635	0.0189
2.50	0.50	0.3750	0.2927	0.0233
2.50	0.55	0.3750	0.3220	0.0282
2.50	0.60	0.3750	0.3513	0.0335
2.31	0.65	0.3462	0.3513	0.0363
2.14	0.70	0.3214	0.3513	0.0391
2.00	0.75	0.3000	0.3513	0.0419
1.88	0.80	0.2813	0.3513	0.0447
1.76	0.85	0.2647	0.3513	0.0475
1.67	0.90	0.2500	0.3513	0.0503
1.58	0.95	0.2368	0.3513	0.0531
1.50	1.00	0.2250	0.3513	0.0559
1.36	1.10	0.2045	0.3513	0.0615
1.25	1.20	0.1875	0.3513	0.0671
1.15	1.30	0.1731	0.3513	0.0727
1.07	1.40	0.1607	0.3513	0.0783
1.00	1.50	0.1500	0.3513	0.0839
0.94	1.60	0.1406	0.3513	0.0895
0.88	1.70	0.1324	0.3513	0.0950
0.83	1.80	0.1250	0.3513	0.1006
0.79	1.90	0.1184	0.3513	0.1062
0.75	2.00	0.1125	0.3513	0.1118
0.62	2.20	0.0930	0.3194	0.1118
0.52	2.40	0.0781	0.2927	0.1118
0.44	2.60	0.0666	0.2702	0.1118
0.38	2.80	0.0574	0.2509	0.1118
0.33	3.00	0.0500	0.2342	0.1118
0.19	4.00	0.0281	0.1756	0.1118
0.12	5.00	0.0180	0.1405	0.1118
0.08	6.00	0.0125	0.1171	0.1118
0.06	7.00	0.0092	0.1004	0.1118
0.05	8.00	0.0070	0.0878	0.1118
0.04	9.00	0.0056	0.0781	0.1118
0.03	10.00	0.0045	0.0703	0.1118

Espectro velocidad y desplazamiento (10/50)



NOTA. Todos los valores numéricos correspondientes a $T(s)$ y Sa/g deben copiarse y luego pegarse como datos fijos sin fórmulas en un libro de trabajo aparte, el cual posteriormente debe guardarse como un archivo de texto delimitado por tabulaciones.

Este procedimiento permite importar de manera directa el espectro de diseño en programas de análisis estructural como Etabs o Sap2000. También es importante señalar que los valores de aceleración que se proporcionan no incluyen la constante de la aceleración de la gravedad, y por esta razón dentro del programa el factor de escala debe definirse como 9.81 para que los resultados reflejen con mayor precisión lo que ocurre en la realidad.

Tabla 23

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2003						
06 Factores de Irregularidad, E.030-2003 (Art.20)						
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA						
A. Irregularidad de Rigidez - Piso Blando						
Se considera que existe una irregularidad estructural en la rigidez cuando, en cualquier dirección de análisis, la rigidez lateral de un entrepiso resulta menor al setenta por ciento de la rigidez del entrepiso que se encuentra justo encima, o cuando es inferior al ochenta por ciento del promedio de rigidez calculado a partir de los tres niveles superiores inmediatos. Para determinar estos valores, los ingenieros suelen calcular la rigidez lateral como el cociente que se obtiene al dividir la fuerza cortante que actúa en el entrepiso entre el desplazamiento lateral relativo medido en el centro de masas de dicho nivel, siempre que ambas magnitudes se evalúen bajo la misma condición de carga.						
Story	A (m2)	hi	hi/hd	A _i (m2)	0.85 A _{i+1} (m)	Check
Story 2	6.6148	3.00	1.10	7.28	- - -	
Story 1	6.6148	3.30	1.10	7.28	6.18	Regular
No presenta						
B. Irregularidad de Masa o Peso						
Se considera que hay una irregularidad de masa o de peso cuando la carga de un determinado entrepiso, calculada según lo establecido en el artículo 26, supera una vez y media el peso de un entrepiso vecino. Sin embargo, esta condición no se aplica en el caso de las azoteas ni en las estructuras de sótanos.						
Story	W _i (tonf)	1.5 W _{i+1}	1.5 W _{i-1}	Check		
Story 2	217.27	- - -	416.94	Regular		
Story 1	277.96	325.90	- - -	Regular		
No presenta						
C. Irregularidad Geométrica Vertical						
Una configuración estructural se considera irregular siempre que, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión horizontal del sistema que resiste fuerzas laterales supere en más de un tercio la dimensión correspondiente de un piso vecino. Es importante señalar que este requisito no se aplica en los niveles de azotea ni en las áreas de sótano, pues estas partes de la edificación presentan un comportamiento distinto frente a las acciones sísmicas.						
No presenta						
D. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes						

Una edificación se considera irregular si alguno de sus elementos, encargado de soportar más del diez por ciento de la fuerza cortante total, presenta un desalineamiento vertical evidente. Dicho desajuste puede originarse porque el componente cambie su orientación o porque su eje central se desplace en más de una cuarta parte de su propia dimensión característica. Estas variaciones, aunque a primera vista parezcan pequeñas, tienen un impacto importante en la manera en que la estructura responde frente a cargas laterales.

No presenta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

Irregularidad torsional

3. Retraducción al español (desde el parafraseo)

Se dice que una estructura presenta irregularidad torsional cuando, en una de las direcciones analizadas, el mayor desplazamiento lateral observado en un extremo de un entrepiso resulta ser bastante más grande que el desplazamiento que normalmente se esperaría. Esto ocurre cuando dicho movimiento máximo, considerando además la excentricidad accidental durante el diseño, supera en más del treinta por ciento el promedio de desplazamientos registrado en ambos extremos del mismo nivel bajo la misma condición de carga. Esta diferencia desproporcionada revela que la respuesta torsional no es pareja, lo que implica que el edificio no gira de manera uniforme y que ciertos puntos terminan recibiendo mayores esfuerzos laterales que otros (**prom**).

La aplicación de este criterio se restringe únicamente a los edificios que cuentan con sistemas de marcos rígidos, y solo se vuelve pertinente cuando el mayor desplazamiento de entrepiso registrado supera la mitad del valor permitido que se indica en la Tabla N°11. En términos prácticos, esto significa que la norma no afecta a todas las construcciones, sino que se centra en aquellas situaciones donde un movimiento lateral excesivo podría afectar la seguridad o el buen desempeño, dejando en claro que la condición se activa una vez que se sobrepasa el límite del cincuenta por ciento del valor autorizado.

Story	Output Case	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Check
Story2	SDX	X	0.00109	0.00085	1.284	Regular
Story1	SDX	X	0.00061	0.00085	0.716	Regular

Story	Output Case	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Check
Story2	SDY	Y	0.00040	0.00037	1.082	Regular
Story1	SDY	Y	0.00034	0.00037	0.918	Regular

No presenta

Esquinas entrantes

Un edificio se considera irregular cuando en su planta aparecen esquinas entrantes, es decir, cortes hacia adentro, que en ambas direcciones superan la quinta parte de la dimensión total de la estructura en planta. Esta condición pone en evidencia que esos vacíos o muescas pronunciadas en el contorno de la construcción pueden influir en el comportamiento general, ya que al ser más grandes tienden a concentrar fuerzas y generar respuestas poco favorables frente a cargas laterales, en especial durante los sismos.

No presenta, la configuración arquitectónica planteada no presenta irregularidad por esquinas entrantes.
Discontinuidad del diafragma
Un edificio se considera irregular cuando sus diagramas estructurales muestran cortes bruscos o cambios notorios en la rigidez, sobre todo cuando las aberturas superan la mitad del área bruta del diagrama. Esta condición señala debilidades que pueden afectar el comportamiento de la construcción frente a fuerzas laterales. Además, también se califica como irregular cuando, en cualquiera de los pisos y en cualquier dirección de análisis, se encuentra una sección del diagrama con un área efectiva de resistencia menor a una cuarta parte del área total de la sección transversal en esa misma dirección, calculada a partir de las dimensiones completas de la planta. Estos criterios resaltan la importancia de mantener continuidad y suficiente capacidad resistente en el diseño para no generar puntos vulnerables.
No presenta, la estructura planteada no presenta aberturas en la losa, por lo tanto, no presenta irregularidad por discontinuidad de diafragma.

Tabla 24

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO: ESPECTRO DE SISMO SEGÚN LA NORMA E.030-2019				
0 6 Factores de Irregularidad, E.030-2019 (Art.20)				
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA				
A. Irregularidad de Rigidez - Piso Blando				
Se dice que una estructura presenta irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la rigidez lateral de un entrepiso desciende a menos del setenta por ciento de la rigidez del piso situado directamente encima, o cuando resulta menor al ochenta por ciento del promedio de la rigidez de los tres niveles superiores inmediatos. Para comprenderlo mejor, la rigidez lateral se entiende como el cociente que se obtiene al dividir la fuerza cortante que actúa en el entrepiso entre el desplazamiento relativo medido en el centro de masas, considerando ambos valores bajo la misma condición de carga. Esta definición pone en evidencia que una reducción repentina de la rigidez genera puntos débiles en el comportamiento general de la edificación.				
Story	Case/Comb o	K_i (tonf/m)	$0.7K_{i+1}$ (tonf/m)	Check
Story 2	SDX	13,162.94	- - -	
Story 1	SDX	33,347.95	9,214.06	Regular
Story	Case/Comb o	K_i (tonf/m)	$0.7K_{i+1}$ (tonf/m)	Check
Story 2	SDY	104,181.5 6	- - -	
Story 1	SDY	172,431.4 7	72,927.0 9	Regular
No presenta				

B. Irregularidad de Resistencia - Piso Débil

Se considera que una edificación presenta irregularidad de masa cuando la carga de un entrepiso, definida de acuerdo con el artículo 26, supera una vez y media el peso de un piso vecino. Sin embargo, esta condición no se toma en cuenta cuando se trata de azoteas o sótanos, ya que su comportamiento se evalúa de manera distinta en el diseño estructural.

Story	Case/Comb o	V_{ni} (tonf)	$0.8V_{ni+1}$ (tonf)	Check
Story 2	SDX	38.18	- - -	
Story 1	SDX	55.42	30.54	Regular

Story	Case/Comb o	V_{ni} (tonf)	$0.8V_{ni+1}$ (tonf)	Check
Story 2	SDY	100.64	- - -	
Story 1	SDY	156.84	80.51	Regular

No presenta

C. Irregularidad Extrema de Rigidez

Se considera que una configuración estructural es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta del sistema que resiste las cargas laterales supera en más de una coma tres veces la dimensión equivalente del piso que está inmediatamente arriba o abajo. Sin embargo, esta regla no se aplica en el caso de las azoteas o de los sótanos, ya que estos espacios se tratan de forma diferente por la función particular que cumplen en la estructura.

Story	Case/Comb o	K_i (tonf/m)	$0.6K_{i+1}$ (tonf/m)	Check
Story 2	SDX	13,162.94	- - -	
Story 1	SDX	33,347.95	9,214.06	Regular

Story	Case/Comb o	K_i (tonf/m)	$0.6K_{i+1}$ (tonf/m)	Check
Story 2	SDY	104,181.5 6	- - -	
Story 1	SDY	172,431.4 7	72,927.0 9	Regular

No presenta

D. Irregularidad Extrema de Resistencia

Una estructura se considera irregular cuando un componente que soporta más del diez por ciento de la fuerza cortante presenta un desalineamiento vertical. Esto puede ocurrir si el elemento cambia su orientación o si su eje se desplaza más de una cuarta parte de su dimensión, lo que afecta la estabilidad estructural.

Story	Case/Comb o	V_{ni} (tonf)	$0.65V_{ni+1}$ (tonf)	Check
-------	----------------	-----------------	--------------------------	-------

Story 2	SDX	38.18	- - -	
Story 1	SDX	55.42	30.54	Regular

Story	Case/Comb o	V_{ni} (tonf)	$0.65V_{n_{i+1}}$ (tonf)	Check
Story 2	SDY	100.64	- - -	
Story 1	SDY	156.84	80.51	Regular

No presenta

E. Irregularidad de Masa o Peso

Se considera que existe una irregularidad de masa cuando el peso de un piso, definido de acuerdo con el artículo 26, supera en más de una vez y media el peso de un piso vecino. Sin embargo, este requisito no se aplica en techos ni en sótanos.

Story	W_i (tonf)	$1.5 W_{i+1}$	$1.5 W_{i-1}$	Check
Story 2	217.27	- - -	416.94	Regular
Story 1	277.96	325.90	- - -	Regular

No presenta

F. Irregularidad Geométrica Vertical

Una configuración estructural se clasifica como irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta del sistema que resiste fuerzas laterales supera en más de una vez y tres décimas la dimensión del piso vecino. Sin embargo, esta condición no se evalúa en techos ni en niveles subterráneos.

No presenta, la configuración arquitectónica planteada no presenta irregularidad por Geométrica vertical

G. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Una edificación se considera irregular cuando algún elemento que soporta más del diez por ciento de la fuerza cortante presenta un desajuste vertical. Este desalineamiento puede manifestarse como una rotación o cambio de dirección del miembro, o bien como un desplazamiento de su eje cuya magnitud supere una cuarta parte de la dimensión vinculada a dicho elemento.

No presenta

H. Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes

Se reconoce una forma extrema de discontinuidad cada vez que los miembros discontinuos, señalados en la sección anterior, llegan a soportar más de una cuarta parte de la fuerza cortante total que actúa sobre la estructura.

No presenta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

Irregularidad torsional

El mayor desplazamiento relativo que se observa en un entrepiso, al considerar la excentricidad accidental, se mantiene por debajo de una coma tres veces el promedio de los desplazamientos en los extremos de ese mismo nivel bajo la misma condición de carga, lo cual indica que no existe irregularidad torsional.

Story	Output Case	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Check
Story2	SDX	X	0.00091	0.00081	1.122	Regular
Story1	SDX	X	0.00051	0.00050	1.006	Regular

Story	Output Case	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Check
Story2	SDY	Y	0.00034	0.00027	1.260	Regular
Story1	SDY	Y	0.00028	0.00028	1.029	Regular

Irregularidad torsional extrema

Al tomar en cuenta la excentricidad accidental, el mayor desplazamiento relativo que se observa en un entrepiso se mantiene por debajo de una coma cinco veces el promedio de los desplazamientos registrados en sus extremos bajo la misma condición de carga, lo que significa que no aparece irregularidad torsional extrema.

Story	Output Case	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Check
Story2	SDX	X	0.00091	0.00081	1.122	Regular
Story1	SDX	X	0.00051	0.00050	1.006	Regular

Story	Output Case	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Check
Story2	SDY	Y	0.00034	0.00027	1.260	Regular
Story1	SDY	Y	0.00028	0.00028	1.029	Regular

No presenta

Esquinas entrantes

Una edificación se considera irregular cuando las esquinas entrantes se prolongan en ambas direcciones con dimensiones que superan una quinta parte de la medida total en planta, ya que esas formas pueden generar debilidades estructurales importantes.

No presenta, la configuración arquitectónica planteada no presenta irregularidad por esquinas entrantes.

Discontinuidad del diafragma
Una edificación se considera irregular si sus diagramas presentan cortes bruscos o cambios notorios en la rigidez, en especial cuando las aberturas superan la mitad del área bruta del diagrama. Además, se identifica irregularidad siempre que, en cualquier piso y para cualquier dirección de análisis elegida, una parte del diagrama muestre un área neta resistente de sección transversal que sea menor a una cuarta parte de la dimensión total de esa sección transversal en la misma dirección, calculada con las medidas completas de la planta.
No presenta, la estructura planteada no presenta aberturas en la losa, por lo tanto, no presenta irregularidad por discontinuidad de diafragma.
Sistemas no paralelos
Se reconoce la existencia de una condición irregular cuando, en una o más direcciones de análisis, los elementos estructurales encargados de resistir fuerzas laterales no se encuentran alineados de manera paralela. Sin embargo, este criterio no se aplica en los casos en que los ejes de los pórticos o de los muros generen ángulos menores a treinta grados, o cuando la participación de dichos elementos no paralelos represente menos del diez por ciento de la fuerza cortante total que actúa en el piso.
No presenta, los ejes de la estructura planteada son paralelos, por ende, no presenta irregularidad de sistemas no paralelos.

Tabla 25

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO : PERIODOS Y FORMAS MODALES (2003)													
1.ANALISIS MODAL													
El programa ETABS V21.0.0 determina los periodos y formas de vibración de la estructura, calculando la masa estructural a partir de las cargas actuantes. La tabla siguiente indica los resultados para periodos y frecuencias naturales, así como las masas efectivas en cada dirección.													
FUENTE DE MASA: E.030-2018													
Mo de	Peri od	% PARTICIPACION DE MASA TRASLACIONAL						% DE PARTICIPACION DE MASA ROTACIONAL					
		UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1	0.318	91.00%	0.00%	0.00%	91.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.04%	0.02%	0.00%	23.04%	0.02%
2	0.129	0.00%	93.01%	0.00%	91.00%	93.01%	0.00%	19.48%	0.00%	0.50%	19.48%	23.04%	0.51%
3	0.128	0.03%	0.51%	0.00%	91.03%	93.52%	0.00%	0.04%	0.61%	89.60%	19.53%	23.66%	90.11%
4	0.125	0.00%	0.00%	0.00%	91.00%	93.50%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	19.53%	23.67%	90.13%
5	0.118	0.79%	0.00%	0.00%	91.79%	93.50%	0.00%	0.00%	2.41%	2.11%	19.53%	26.07%	92.24%
6	0.115	0.89%	0.00%	0.00%	92.70%	93.50%	0.00%	0.00%	3.50%	0.57%	19.53%	29.57%	92.81%
De la tabla se observa :													

a)	El modo de vibracion N°01 - obedece a una concentracion de participacion masa traslacional , en la direccion X-X
b)	El modo de vibracion N°02 - obedece a la participacion de masa traslacional , en la direccion Y-Y
c)	El modo de vibracion N°03 - obedece a la participacion de masa rotacional , en la direccion Z-Z
d)	Se observa ademas que el porcentaje de masa participativa supera el 90% estando dentro de lo que exige la norma E.030 en su apartado 29.1

Tabla 26

Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO : PERIODOS Y FORMAS MODALES (2019)													
1.ANALISIS MODAL													
El programa ETABS V21.0.0 determina los periodos y formas de vibración de la estructura, calculando la masa estructural a partir de las cargas actuantes. La tabla siguiente indica los resultados para periodos y frecuencias naturales, asi como las masas efectivas en cada dirección.													
FUENTE DE MASA: E.030-2018													
Mo de	Peri od	% PARTICIPACION DE MASA TRASLACIONAL						% DE PARTICIPACION DE MASA ROTACIONAL					
		UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1	0.318	91.00%	0.00%	0.00%	91.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.04%	0.02%	0.00%	23.04%	0.02%
2	0.129	0.00%	93.01%	0.00%	91.00%	93.01%	0.00%	19.48%	0.00%	0.50%	19.48%	23.04%	0.51%
3	0.128	0.03%	0.51%	0.00%	91.03%	93.52%	0.00%	0.04%	0.61%	89.60%	19.53%	23.66%	90.11%
4	0.125	0.00%	0.00%	0.00%	91.04%	93.52%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	19.53%	23.67%	90.13%
5	0.118	0.79%	0.00%	0.00%	91.83%	93.53%	0.00%	0.00%	2.41%	2.11%	19.53%	26.07%	92.24%
6	0.115	0.89%	0.00%	0.00%	92.72%	93.53%	0.00%	0.00%	3.50%	0.57%	19.53%	29.57%	92.81%

De la tabla se observa :

a)	El modo de vibracion N°01 - obedece a una concentracion de participacion masa traslacional , en la direccion X-X
b)	El modo de vibracion N°02 - obedece a la participacion de masa traslacional , en la direccion Y-Y
c)	El modo de vibracion N°03 - obedece a la participacion de masa rotacional , en la direccion Z-Z
d)	Se observa ademas que el porcentaje de masa participativa supera el 90% estando dentro de lo que exige la norma E.030 en su apartado 29.1

Tabla 27

Memoria de cálculo

SISTEMA ESTRUCTURAL (2003)							
Sentido X							
SectionC ut	Output Case	Case Type	Step Type	V	PORCENTA JE	SISTEMA ESTRUCTU RAL	R o
				kgf	CORTANTE		
MUROS	SD X	LinRespSp ec	Max	953.20	1.46%	PORTICO	8
COLUMN AS	SD X	LinRespSp ec	Max	64,502.0 0	98.54%		
TOTAL	SD X	LinRespSp ec	Max	65,455.2 0	100.00%		
Sentido Y							
SectionC ut	Output Case	Case Type	Step Type	V	PORCENTA JE	SISTEMA ESTRUCTU RAL	R o
				kgf	CORTANTE		
MUROS	SD Y	LinRespSp ec	Max	158,637. 70	84.83%	ALBAÑILERI A CONFINADA	3
COLUMN AS	SD Y	LinRespSp ec	Max	28,367.2 0	15.17%		
TOTAL	SD Y	LinRespSp ec	Max	187,004. 90	100.00%		

Tabla 28

Memoria de cálculo

SISTEMA ESTRUCTURAL (2019)							
Sentido X							
SectionC ut	Output Case	Case Type	Step Type	V	PORCENTA JE	SISTEMA ESTRUCTU RAL	R o
				kgf	CORTANTE		
MUROS	SD X	LinRespSp ec	Max	797.20	1.44%	PORTICO	8
COLUMN AS	SD X	LinRespSp ec	Max	54,663.1 0	98.56%		
TOTAL	SD X	LinRespSp ec	Max	55,460.3 0	100.00%		
Sentido Y							
SectionC ut	Output Case	Case Type	Step Type	V	PORCENTA JE	SISTEMA ESTRUCTU RAL	R o
				kgf	CORTANTE		
MUROS	SD Y	LinRespSp ec	Max	133,166. 10	84.74%		3

COLUMNAS	SD Y	LinRespSpec	Max	23,985.60	15.26%	ALBAÑILERÍA CONFINADA
TOTAL	SD Y	LinRespSpec	Max	157,151.70	100.00%	

Tabla 29

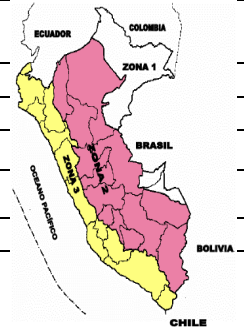
Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO : VERIFICACIÓN DE CORTANTE BASAL ESTÁTICO VS DINÁMICO (2003)

1. DATOS GENERALES					
FACTOR	NOMENC LATURA	JUSTIFICACION		FACTOR	VAL OR
ZONIFICA CION	Z	DPTO:	HUÁNUCO	Z2	0.3
		PROVI NCIA:	HUÁNUCO		
		DISTRI TO:	HUÁNUCO		
CATEGO RIA DE LA EDIFICAC ION	U	CENTROS EDUCATIVOS		A_Edifica ciones Esencial es	1.50
PARAME TROS DE SUELO	S	SUELOS INTERMEDIOS: SE CLASIFICAN COMO DE ESTE TIPO LOS SITIOS CON CARACTERÍSTICAS INTERMEDIAS ENTRE LAS INDICADAS PARA LOS PERFILES S1 Y S3			1.2
	TP			S2	0.60
COEFICIE NTE BASICO DE REDUCCI ON DE FUERZA SISMICA	Ro	PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO		Rox	8.00
		ALBAÑILERÍA ARMADA O CONFINADA		Roy	3.00
FACTORE S DE IRREGUL ARIDAD	Ia	REGULAR		Iax	1.00
		REGULAR		Iay	1.00
	Ip	REGULAR		Ipx	1.00
		REGULAR		Ipy	1.00

Mapa de la Zona 1 sísmica en Perú, mostrando departamentos como Tarma, Huánuco, Ayacucho, Cuzco, Arequipa, Moquegua, Puno, y regiones vecinas como Ecuador, Colombia, Brasil y Chile. El Océano Pacífico está al oeste.

2. ANALISIS ESTATICO O DE FUERZAS ESTATICAS EQUIVALENTES					
--	--	--	--	--	--



El método simula las solicitaciones sísmicas considerando un conjunto de fuerzas laterales equivalentes que se aplican en el centro de masas de cada piso de la edificación. Con este procedimiento es posible evaluar tanto estructuras regulares como irregulares que se encuentren en la zona sísmica 1. Para las demás zonas sísmicas, la aplicación de este método se restringe a edificaciones clasificadas como regulares, de acuerdo con el artículo 19, siempre que su altura no supere los treinta metros. También se admite su uso en sistemas estructurales conformados por muros portantes de concreto armado o de albañilería reforzada, y en el caso de muros de albañilería confinada, el límite permitido es de quince metros de altura, incluso si presentan ciertas irregularidades.

2.1. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

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

2.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X-X

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Story	DIRECCION	PESO	Tp	T	C	C/R	ZUC S/R	VBAS AL ESTÁTICO	0.80 Ve
Story1	X-X	495.23 ton	0.60 seg	0.318 seg	2.50	0.31	0.1688	83.57 ton	66.86 ton

2.1.2. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y-Y

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Story	DIRECCION	PESO	Tp	T	C	C/R	ZUC S/R	VBAS AL ESTÁTICO	0.80 Ve
Story1	Y-Y	495.23 ton	0.60 seg	0.129 seg	2.50	0.83	0.4500	222.85 ton	178.28 ton

3. ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en el artículo 29 de la E.030.

3.1. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

3.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X-X

Story	Output Case	Case Type	Step Type	FX
Story1	SDX	LinRes pSpec	Max	65.45 ton

3.1.2. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y-Y

Story	Output Case	Case Type	Step Type	FY
Story1	SDY	LinRes pSpec	Max	186.72 ton

4. FUERZA CORTANTE MINIMA EN LA BASE

En cada dirección que se toma en cuenta durante el análisis estructural, la fuerza cortante que actúa en el primer piso del edificio no debe ser inferior al ochenta por ciento del valor determinado para las estructuras consideradas regulares, y tampoco debe ser menor al noventa por ciento cuando la edificación se clasifica como irregular. Siempre que el cortante calculado resulte insuficiente, se realizan ajustes escalando de manera proporcional todos los demás resultados obtenidos, con la excepción de los desplazamientos, que se mantienen sin cambios.

4.1. VERIFICACION DE LA FUERZA CORTANTE MINIMA

4.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X-X

	Story	VESTA TICO	0.80 Ve	VDINA MICO	FACTOR DE ESCALA	OBSERVACIONES
	Story1	83.570	66.8 56	65.455	1.021	AFECTAR EL ESPECTRO POR EL FACTOR

4.1.2. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y-Y

	Story	VESTA TICO	0.80 Ve	VDINA MICO	FACTOR DE ESCALA	OBSERVACIONES
	Story1	222.853	178. 282	186.71 9	1.000	CUMPLE NORMA E0.30

Tabla 30

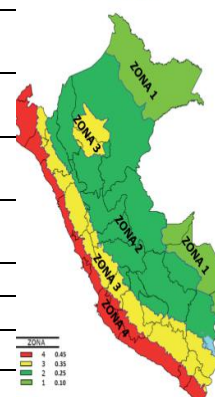
Memoria de cálculo

MEMORIA DE CÁLCULO : VERIFICACIÓN DE CORTANTE BASAL ESTÁTICO VS DINÁMICO (2019)

1. DATOS GENERALES

FACTOR	NOMENCL ATURA	JUSTIFICACION	FACTOR	VAL OR
ZONIFICA CION	Z	DPTO: HUÁNUCO	Z2	0.25
		PROVI NCIA: HUÁNUCO		
		DISTRI TO: HUÁNUCO		
CATEGOR IA DE LA EDIFICACI ON	U	INSTITUCIONES EDUCATIVAS, INSTITUTOS SUPERIORES TECNOLÓGICOS Y UNIVERSIDADES.	A2: EDIFICAC IONES ESENCIA LES .	1.50
PARAMET ROS DE SUELO	S	SUELOS INTERMEDIOS: ARENA Densa, GRUESA A MEDIA O GRAVA ARENOSA, SUELO COHESIVO COMPACTO.	S2	1.2
	TP			0.60
	TL			2.00
COEFICIE NTE BASICO	Ro	PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO	Rox	8.00
			Roy	3.00

ZONAS SÍSMICAS



DE REDUCCI ON DE FUERZA SISMICA		ALBAÑILERÍA ARMADA O CONFINADA		
FACTORE S DE IRREGUL ARIDAD	Ia	REGULAR	Iax	1.00
		REGULAR	Iay	1.00
	Ip	REGULAR	Ipx	1.00
		REGULAR	Ipy	1.00

2. ANALISIS ESTATICO O DE FUERZAS ESTATICAS EQUIVALENTES

Este método de análisis interpreta las solicitaciones sísmicas representándolas como un conjunto de fuerzas equivalentes que se consideran aplicadas en el centro de masa de cada nivel de la edificación. Mediante este enfoque, es posible evaluar cualquier tipo de estructura, ya sea clasificada como regular o irregular, siempre que se encuentre en la zona sísmica 1. En el resto de zonas sísmicas, el procedimiento solo se aplica a las edificaciones que se identifican como regulares de acuerdo con lo establecido en el artículo 19 y cuya altura no supere los treinta metros, aunque también puede emplearse en construcciones compuestas por muros portantes de concreto armado o de albañilería armada, así como en muros confinados cuya altura no exceda los quince metros, incluso cuando dichas edificaciones se consideran irregulares.

2.1. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

El esfuerzo cortante total que actúa en la base de la estructura, para la dirección específica que se analiza, se calcula utilizando la siguiente fórmula:

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

2.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X-X

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Story	DIRECCIO N	PESO	Tp	T	C	C/R	ZUC S/R	VBAS AL ESTA TICO	0.8 0 Ve
Story1	X-X	495.23 ton	0.60 seg	0.318 seg	2.50	0.31	0.14 06	69.64 ton	55. 71 ton

2.1.2. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y-Y

Elementos resistentes en la dirección considerada:

Story	DIRECCIO N	PESO	Tp	T	C	C/R	ZUC S/R	VBAS AL ESTA TICO	0.8 0 Ve
Story1	Y-Y	495.23 ton	0.60 seg	0.129 seg	2.50	0.83	0.37 50	185.71 ton	148 .57 ton

3. ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL

El diseño de cualquier sistema estructural puede realizarse aplicando los resultados obtenidos de los análisis dinámicos mediante el método de combinación modal espectral, de acuerdo con lo establecido en el artículo 29 de la norma E.030.

3.1. FUERZA CORTANTE EN LA BASE

3.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X-X

Story	Output Case	Case Type	Step Type e	FX
Story1	SDX	LinRes pSpec	Max	55.42 ton

3.1.2. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y-Y

Story	Output Case	Case Type	Step Type	FY
Story1	SDY	LinRes pSpec	Max	156.84 ton

4. FUERZA CORTANTE MINIMA EN LA BASE

En cada una de las direcciones que se consideran durante el análisis, la fuerza cortante que actúa en el primer nivel del edificio debe alcanzar como mínimo el ochenta por ciento del valor establecido para estructuras regulares, y no puede ser inferior al noventa por ciento en el caso de estructuras irregulares.

Cuando resulta necesario aumentar la fuerza cortante para cumplir con los requisitos mínimos, todos los demás resultados se ajustan de manera proporcional, siendo la única excepción los desplazamientos.

4.1. VERIFICACION DE LA FUERZA CORTANTE MINIMA

4.1.1. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION X-X

Story	VESTA TICO	0.80 Ve	VDINA MICO	FACTOR DE ESCALA	OBSERVACIONES
Story1	69.642	55.713	55.419	1.005	AFECTAR EL ESPECTRO POR EL FACTOR

4.1.2. SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y-Y

Story	VESTA TICO	0.80 Ve	VDINA MICO	FACTOR DE ESCALA	OBSERVACIONES
Story1	185.711	148.569	156.838	1.000	CUMPLE NORMA E0.30

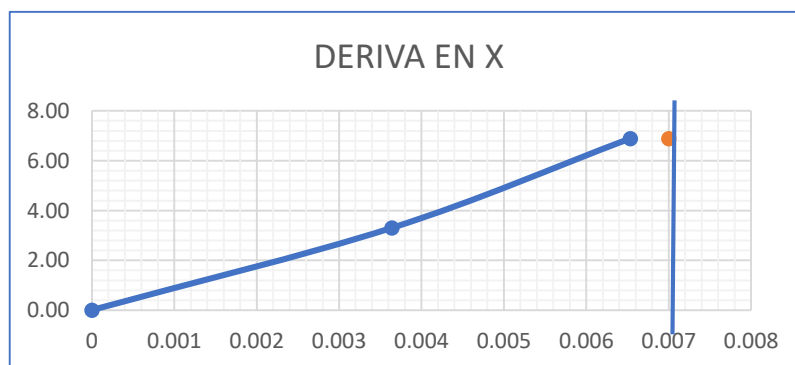
Tabla 31

Memoria de cálculo

CONTROL DE DERIVAS (2003)

DIRECCION X-X

Nivel	Carga Caso/Comb	X (m)	Y (m)	Z (m)	DERIVA ELASTICA A	DERIVA INELASTICA A	COMPROBACION N ≤ 0.007
2do Nivel	SDinx Max	16.99000	3.6200	6.89	0.00109	0.00653	CORRECTO
1er Nivel	SDinx Max	21.19000	7.2400	3.30	0.00061	0.00364	CORRECTO



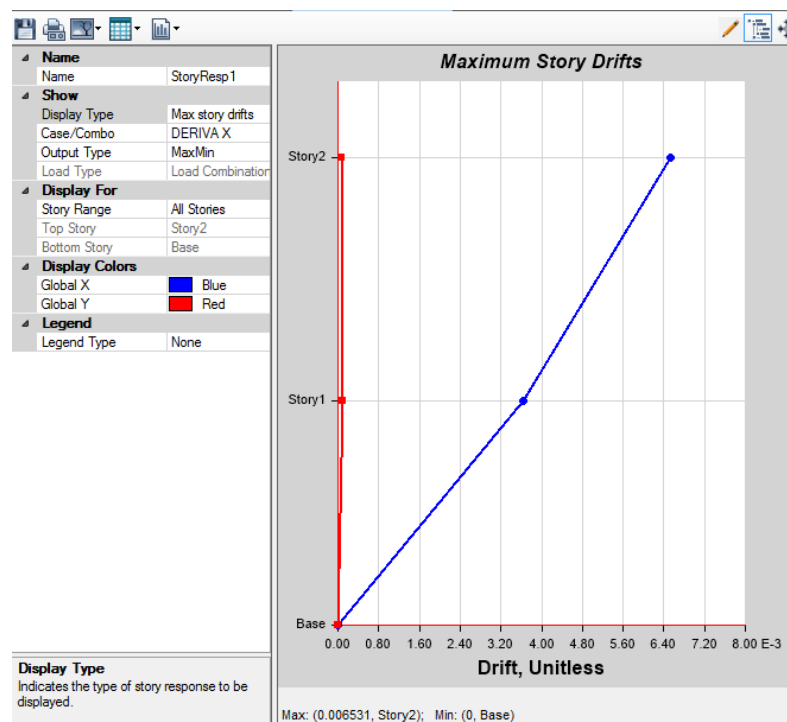
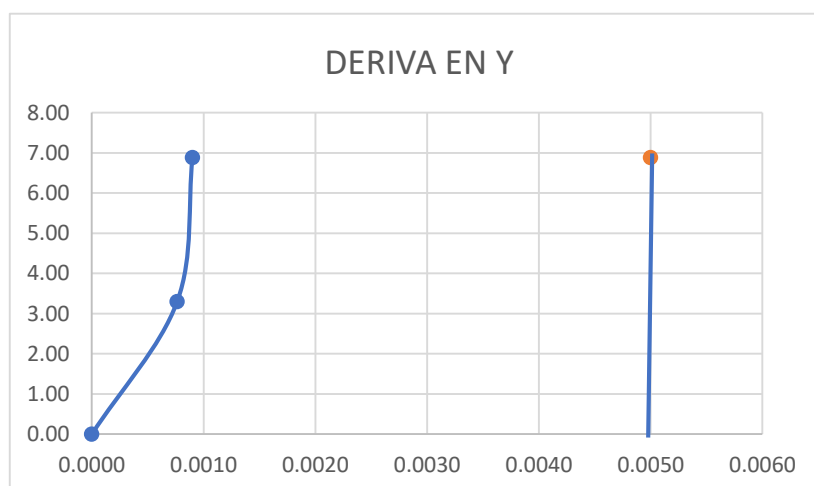


Tabla 32

Memoria de cálculo

CONTROL DE DERIVAS (2003)							
DIRECCION Y-Y							
						Ry=	3
Nivel	Carga Caso/Comb o	X (m)	Y (m)	Z (m)	DERIVA ELASTIC A	DERIVA INELASTIC A	COMPROBACI ON ≤ 0.005
2do Nivel	SDiny Max	12.79	7.2400	6.89	0.00040	0.000902	CORRECTO
1er Nivel	SDiny Max	0	3.6200	3.30	0.00034	0.000765	CORRECTO



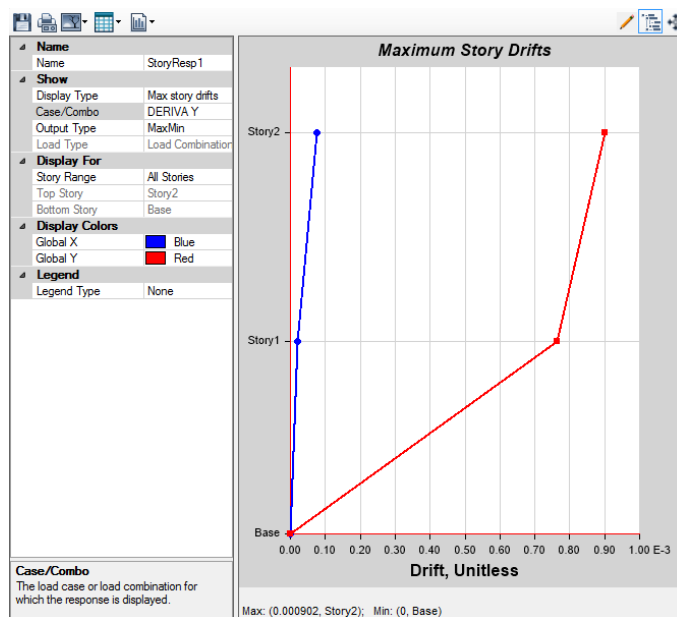


Tabla 33

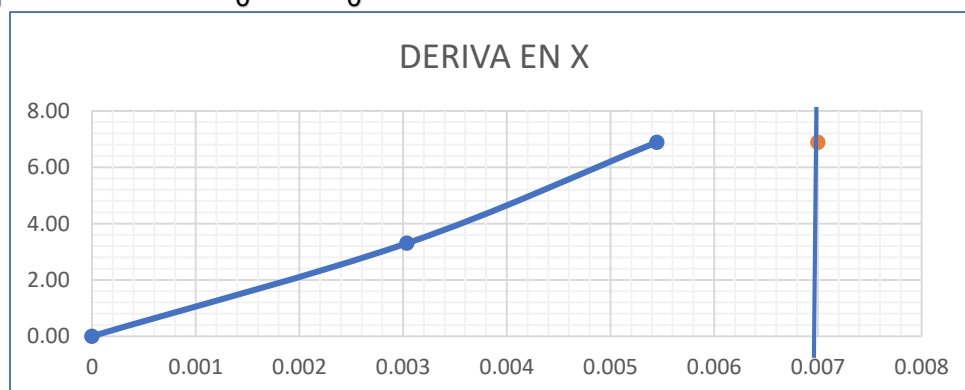
Memoria de cálculo

CONTROL DE DERIVAS (2019)

DIRECCION X-X

Rx= 8

Carga					DERIVA	DERIVA	COMPROBACIO
Nivel	Caso/Comb	X (m)	Y (m)	Z (m)	ELASTIC	INELASTIC	N
	0				A	A	<= 0.007
2do Nivel	SDinx Max	16.9900	3.620	6.89	0.00091	0.00545	CORRECTO
		0	0				
1er Nivel	SDinx Max	21.1900	7.240	3.30	0.00051	0.00304	CORRECTO
		0	0				



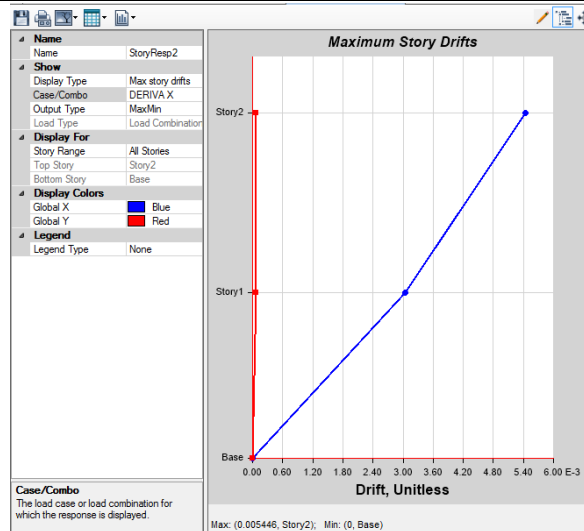


Tabla 34

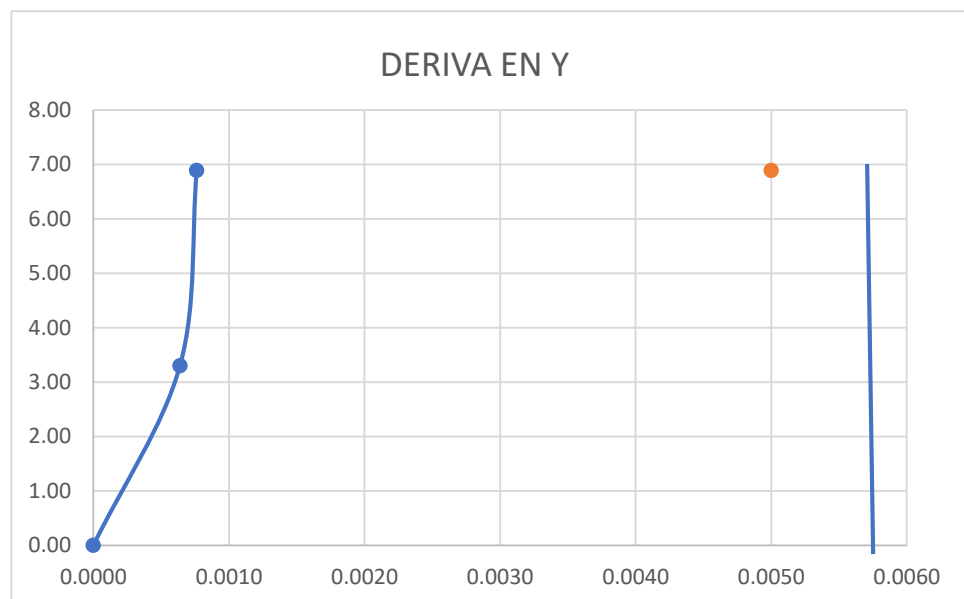
Memoria de cálculo

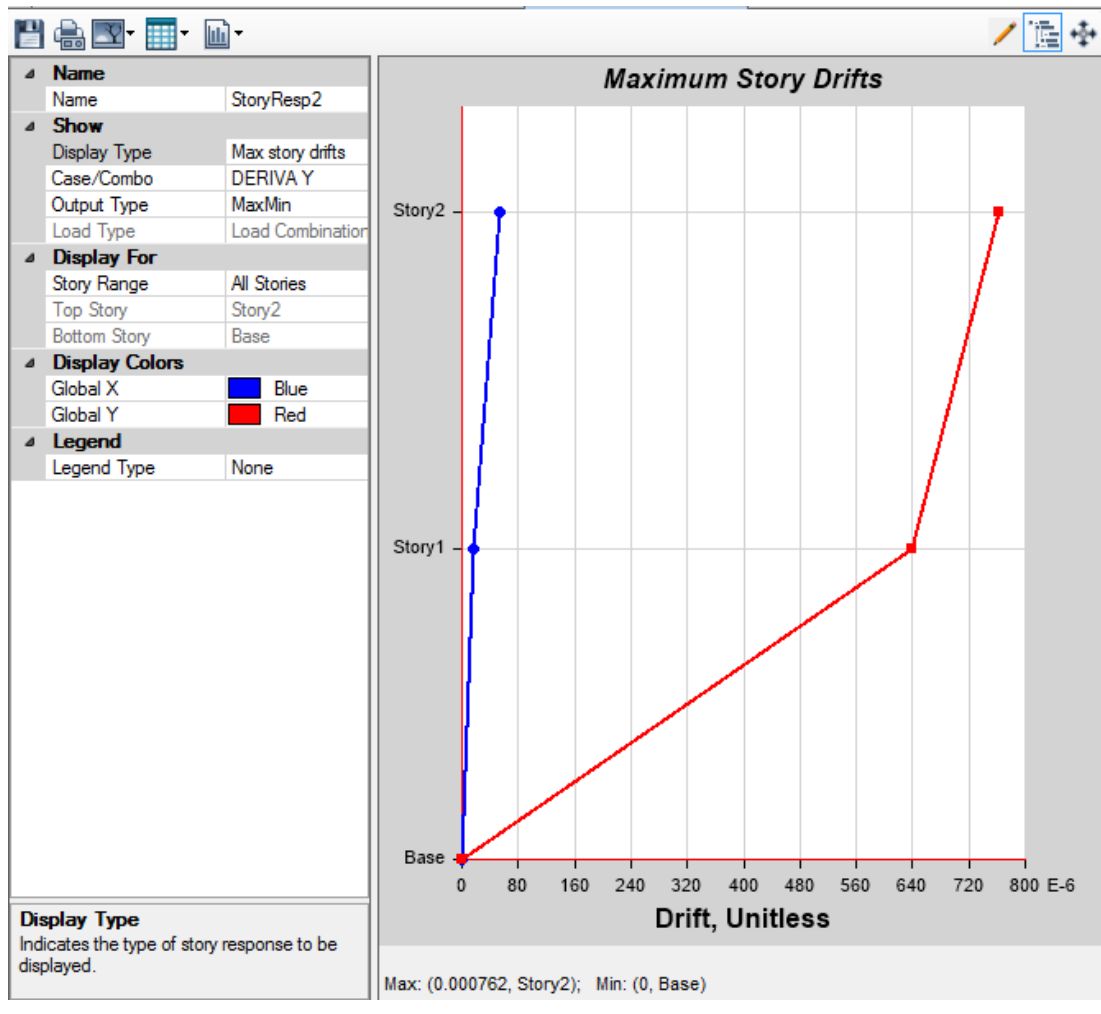
CONTROL DE DERIVAS (2019)

DIRECCION Y-Y

Ry= 3

Nivel	Carga	X (m)	Y (m)	Z (m)	DERIVA ELASTICA	DERIVA INELASTICA	COMPROBACION
I	Caso/Comb				A	A	N
							<= 0.005
2do Nivel	SDiny Max	12.7900	7.240	6.8	0.00034	0.00076	CORRECTO
1er Nivel	SDiny Max	0.00000	3.620	3.3	0.00028	0.00064	CORRECTO
			0	0			





4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

a) Hipótesis general

- H_i : Predomina el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco – 2024.

Con los valores obtenidos se puede observar que la norma E-030 – 2003 es más conservador que la norma E-030 – 2019, Así mismo; no tendrá incidencia en cuanto a la edificación que será vulnerable ante un evento sísmico, ya que los valores hallados en función a la norma E.030 – 2019 presentan valores menores en cortante y derivas al de la norma E.030 – 2003.

En la norma E-030 – 2003, se obtuvo los siguientes resultados del diseño sismorresistente:

- Cortante Basal Estático $V_x=83.57$ ton, $V_y=222.85$ ton.
- Cortante Basal Dinámico $V_x= 65.45$ ton, $V_y= 186.72$ ton.

Control de Derivas:

Dirección X - X:

- 1er Nivel=0.00364 (COMPROBACION ≤ 0.007 ...ok)
- 2do Nivel=0.00653 (COMPROBACION ≤ 0.007 ...ok)

Dirección Y - Y:

- 1er Nivel=0.000765 (COMPROBACION ≤ 0.005 ...OK)
- 2do Nivel=0.000902 (COMPROBACION ≤ 0.005 ...OK)

En la norma E-030 – 2019, se obtuvo los siguientes resultados del diseño sismorresistente:

- Cortante Basal Estático $V_x=69.64$ ton, $V_y=185.71$ ton.
- Cortante Basal Dinámico $V_x= 55.42$ ton, $V_y= 156.84$ ton.

Control de Derivas:

Dirección X - X:

- 1er Nivel=0.00304 (COMPROBACION ≤ 0.007 ...ok)
- 2do Nivel=0.00545 (COMPROBACION ≤ 0.007 ...ok)

Dirección Y - Y:

1er Nivel=0.00064 (COMPROBACION ≤ 0.005 ...OK)

2do Nivel=0.00076 (COMPROBACION ≤ 0.005 ...OK)

La Hipótesis general se cumple.

b) Hipótesis específica

- Existe análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Los resultados hallados de la cortante estática y dinámica, y derivas con la norma E.030 – 2019 son menores que la norma E.030 – 2003, por lo cual, repercuten en el comportamiento estructural, pero no es relevante.

La Hipótesis específica se cumple.

- Existe influencia en el comportamiento estructural - aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Los valores hallados de las derivas con la norma E.030 – 2019 son menores que la norma E.030 – 2003, por lo tanto, inciden en el comportamiento estructural, pero no es relevante.

La Hipótesis específica se cumple.

- Existe análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima, según zona sísmica (Z).

Los valores hallados de la cortante estática con la norma E.030 – 2019 son menores que la norma E.030 – 2003, por lo tanto, inciden en el comportamiento estructural, pero no es relevante.

La Hipótesis específica se cumple.

- Existe el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima, según perfil del suelo.

Los resultados hallados de la cortante dinámica con la norma E.030 – 2019 son menores que la norma E.030 – 2003, por lo cual, repercuten en el comportamiento estructural, pero no es relevante.

La Hipótesis específica se cumple.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Rizabal (2018), en su tesis titulada Análisis Sismorresistente Comparativo entre las Normas E.030 – 2016 y su Predecesora Aplicado en el Proyecto de Hospital Hermilio Valdizan en Huánuco siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Huanuco – Perú, tiene como objetivo, determinar e análisis comparativo sismorresistente de la norma actual y predecesora de la E.0.30, para estudiar el comportamiento estructural del Hospital Hermilio Valdizan. De acuerdo a su enfoque es mixta, el diseño de esta investigación es no experimental, el nivel de esta investigación es descriptivo, la población de esta investigación será la construcion de todos los modulos realizados, como muestra tomaremos los modulos más representativos que comprende el hospital hermilio valdizan, Concluyo, que al comparar las normas E.0.30 vigente y su predecesora en el análisis sismorresistente del sector A se determina que no tendrá incidencia por presentar valores menores en cortante y derivas al de la norma predecesora, por la que se válida la hipótesis nula del proyecto de investigación en mención; mientras que al comparar las normas E. 0.30 vigente y su predecesora en el análisis sismorresistente del Sector B se determina que si tendrá incidencia por presentar valores mayores en cortante y derivas al de la norma predecesora, por lo que se valida la hipótesis del proyecto de investigación en mención.

Inga (2023), en su tesis titulada Análisis comparativo de parámetros existentes en la Norma E.030-2003 y E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco- 2023 siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Huanuco – Perú, tiene como objetivo, 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. De acuerdo a su enfoque cuantitativo, el diseño de esta

investigación es no experimental, el nivel de esta investigación es descriptivo comparativo. La población estudiada estará conformada por diversos edificios multifamiliares ubicados en el distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco. Para la muestra de la investigación se presentará la vivienda multifamiliar que está ubicada en el distrito de Amarilis, Provincia y Departamento de Huánuco. Concluyo, 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. Se determina qué; no tendrá incidencia por presentar valores menores en cortante y derivas al de la norma 2003.

Infante (2024), en su tesis titulada Análisis comparativo sismorresistente de la Norma E030-2018 y la Norma E030-2016 para analizar el compartimiento estructural en el diseño de un auditorio, Amarilis - Huánuco - 2022. siendo una tesis el tipo de investigación, desarrollada en Huánuco – Perú, tiene como objetivo, determinar el análisis comparativo sismorresistente de la Norma E030-2018 y la norma E030-2016, para analizar el compartimiento estructural en el diseño de un auditorio, Amarilis - Huánuco - 2022. En preparación para este trabajo investigativo su enfoque es cuantitativo, Para el desarrollo de este trabajo de investigación el diseño será experimental, el nivel de este trabajo fue de carácter correlación. En esta investigación, la población está representada únicamente por el auditorio en estudio, el cual se encuentra en el distrito de Amarilis, en la provincia y departamento de Huánuco. Del mismo modo, la muestra se limita al mismo auditorio, ubicado específicamente en el C.P. La Esperanza, dentro del distrito de Amarilis. Los hallazgos muestran que aplicar la norma E030 actualizada en el año 2018 conduce a resultados más favorables en comparación con la versión del 2016 al evaluar el desempeño estructural de un auditorio en

Huánuco. Además, la estructura modelada con dimensiones preliminares bajo ambas normativas evidenció una marcada diferencia en las derivas elásticas e inelásticas, así como variaciones notables en los desplazamientos laterales.

En la I.E Milagro de Fátima se realizó el Análisis Comparativo Del Diseño Sismorresistente Entre Las Normas E.030 – 2019 Y La Norma E.030 – 2003, Y Su Influencia en el Comportamiento Estructural, en la que al comparar las normas E.0.30 - 2019 y 2003 en el análisis sismorresistente del Modulo I se determina qué; no tendrá incidencia por presentar valores menores en cortante y derivas al de la norma 2003.

❖ CORTANTE BASAL ESTÁTICO VS DINÁMICO

✓ CORTANTE BASAL ESTÁTICO:

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

BASAL ESTATICO - DIRECCION X-X

- Vx=83.57 ton – según norma E.030 – 2003
- Vx= 69.64 ton – según norma E.030 – 2019

BASAL ESTATICO - DIRECCION Y-Y

- Vy=222.85 ton – según norma E.030 – 2003
- Vy= 185.71 ton – según norma E.030 – 2019

✓ CORTANTE BASAL DINÁMICO:

DINAMICO - DIRECCION X-X

- Vx= 65.45 ton – según norma E.030 – 2003
- Vx= 55.42 ton – según norma E.030 – 2019

DINAMICO - DIRECCION Y-Y

- Vy= 186.72 ton – según norma E.030 – 2003
- Vy= 156.84 ton – según norma E.030 – 2019

❖ CONTROL DE DERIVAS

DIRECCION X-X

- según norma E.030 – 2003:

<i>Nivel</i>	<i>DERIVA INELASTICA</i>	COMPROBACION ≤ 0.007
2do Nivel	0.00653	CORRECTO
1er Nivel	0.00364	CORRECTO

- según norma E.030 – 2019:

<i>Nivel</i>	<i>DERIVA INELASTICA</i>	COMPROBACION ≤ 0.007
2do Nivel	0.00545	CORRECTO
1er Nivel	0.00304	CORRECTO

DIRECCION Y-Y

- según norma E.030 – 2003:

<i>Nivel</i>	<i>DERIVA INELASTICA</i>	COMPROBACION ≤ 0.005
2do Nivel	0.000902	CORRECTO
1er Nivel	0.000765	CORRECTO

- según norma E.030 – 2019:

<i>Nivel</i>	<i>DERIVA INELASTICA</i>	COMPROBACION ≤ 0.005
2do Nivel	0.00076	CORRECTO
1er Nivel	0.00064	CORRECTO

CONCLUSIONES

- Se concluye que las comparaciones del diseño sismo resistente entre ambas normas son las siguientes:
 - Que la norma E-030 – 2003, nos muestra resultados mayores, tanto en las cortantes, como en las derivas, lo que nos quiere decir que la norma E-030 – 2003 es mayor conservador que la norma E-030 – 2019.
 - Que la norma E-030 – 2019, nos muestra resultados menores, tanto en las cortantes, como en las derivas, lo que nos quiere decir que la norma E-030 – 2019 es menos conservador que la norma E-030 – 2003. Así mismo no tendrá incidencia, en cuanto a la edificación que será vulnerable ante un evento sísmico.
- Se concluye que el comportamiento estructural es el adecuado, ya que, al evaluar las distorsiones de entrepiso, entre la norma E-030 2019 y E-030 2003, los valores hallados se encuentran dentro de los parámetros permisibles que nos establece la normativa E-0.30.
- Se concluye que el comportamiento estructural, según la zona sísmica (Z), no tiene mayor incidencia, debido a que los valores hallados de la cortante estática, con la norma E-030 2019 presenta valores menores al de la norma E-030 2003.
- Se concluye que el comportamiento estructural, según el perfil del suelo, no tiene mayor incidencia, debido a que los valores hallados de la cortante dinámica, con la norma E-030 2019 presenta valores menores al de la norma E-030 2003.

RECOMENDACIONES

- Para quienes estudian ingeniería civil y para los profesionales que pronto se integrarán a la especialidad, el análisis sísmico reúne una amplia variedad de factores. Es necesario considerar la definición de parámetros sísmicos y el estudio de los suelos para elaborar espectros de respuesta. Para lograrlo con precisión, las evaluaciones confiables son indispensables, y esto convierte en un requisito esencial la capacitación permanente sobre las actualizaciones de las normas técnicas peruanas.
- Se debe de evaluar cada proyecto que está a puertas de ejecutarse aplicando la nueva norma, para así tener edificaciones seguras, para el adecuado planteamiento de configuraciones estructurales se debe de estudiar a fondo las consideraciones de las normas y tener nociones del comportamiento estructural más allá del uso de programas de cómputo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda Emilio, Á. (2017) titulada Una mirada al comportamiento estructural de columnas, vigas, entrepisos y edificaciones durante el sismo de Ecuador 2016 Portoviejo. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí
- 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.
- 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.
- Barreto Monroy, O. (2021). Análisis sismorresistente de una edificación de seis niveles aplicando las normas E.0.30 - 2014 y E.0.30 - 2018 en pueblo libre. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Zapata Hernández, D. (2019). Influencia de las normas E.030 - 2003 y E.030 - 2018 en el diseño sísmico de edificaciones de concreto armado de diferentes alturas. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Valdivia Chilón, J. (2020). Análisis Comparativo del Diseño Estructural de una Edificación de Tres Niveles de Estructura Irregular Según las Normas de Sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Rizabal Gamarra, L. (2018). Análisis sismorresistente comparativo entre las normas E.030 – 2016 y su predecesora aplicado en el proyecto de hospital hermilio valdizán en Huánuco. Huánuco-Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Inga Avila O. (2023), Análisis comparativo de parámetros existentes en la norma E.030-2003 Y E.030-2019 en una vivienda multifamiliar, Amarilis - Huánuco - Perú: Universidad de Huánuco.

Infante Estacio Y. (2024), Análisis comparativo sismorresistente de la Norma E030-2018 y la Norma E030-2016 para analizar el compartimiento estructural en el diseño de un auditorio, Amarilis - Huánuco - Peru: Universidad de Huánuco.

Charles Francis Richter (1935). Magnitud.

Estrada, L. A. (2012). Apuntes de sismología.

Editorial Vicens Vives, (2006). Mapa de Placas Tectónicas.

Guiral, D. S., Theran, R. R. H., & Arboleda, G. M. T. (2016). Ondas Sísmicas.

IGP. (2022). Instituto Geofísico del Perú. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>.

Martínez, (2005). Diagrama de Flujo del Movimiento Sísmico Según el Tipo de Onda.

Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima-Perú.

Ramírez Villalva, J (2015). Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la norma N.030 del 2006 y el proyecto de Norma 2014 en lima metropolitana.

RNE. (2006). NORMA E.020. Obtenido de NORMA E.020:

<https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6lXUFihwYeUh1aN/view>.

RNE. (2019). NORMA E.030. Obtenido de NORMA E.030:

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/
d2898_56_opt.pdf?v=1553120958](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d2898_56_opt.pdf?v=1553120958)

RNE. (2003). NORMA E.030. Obtenido de NORMA E.030:

[https://www.jorgealvahurtado.com/files/N.T.E%20%20E.030-
2003.pdf](https://www.jorgealvahurtado.com/files/N.T.E%20%20E.030-2003.pdf).

Tabera,2010, Zona de Subducción.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Estrada Chavez, Y. (2026). *Análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE ENTRE LAS NORMAS E.030 – 2019 Y LA NORMA E.030 – 2003, Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL, APLICADO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MILAGRO DE FÁTIMA, HUÁNUCO - 2024

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general: ¿Predomina el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas e.030 – 2019 y la norma e.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco - 2024?	Objetivo General Realizar el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural de la Institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco – 2024. Objetivos específicos: Identificar el análisis comparativo del diseño sismorresistente de las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 – Aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima. Identificar la influencia en el comportamiento estructural – Aplicado en la Institución	Hipótesis General Hi: Predomina el análisis comparativo del diseño sismorresistente entre las normas e.030 – 2019 y la norma e.030 – 2003, y su influencia en el comportamiento estructural, aplicado en la institución Educativa Milagro de Fátima, Huánuco – 2024. Hipótesis específicas: Existe análisis comparativo del diseño sismorresistente de las normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 – Aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima. Existe influencia en el	Variable independiente: Análisis comparativo del diseño sismorresistente.	Enfoque El enfoque del proyecto es Cuantitativo. Diseño El diseño del proyecto es no experimental.	Población La población está conformada por la Institución Educativa Milagro de Fátima.

Educativa Milagro de Fátima.

Determinar el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según la zona sísmica (Z).

Determinar el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según el perfil del suelo.

comportamiento estructural - aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima.

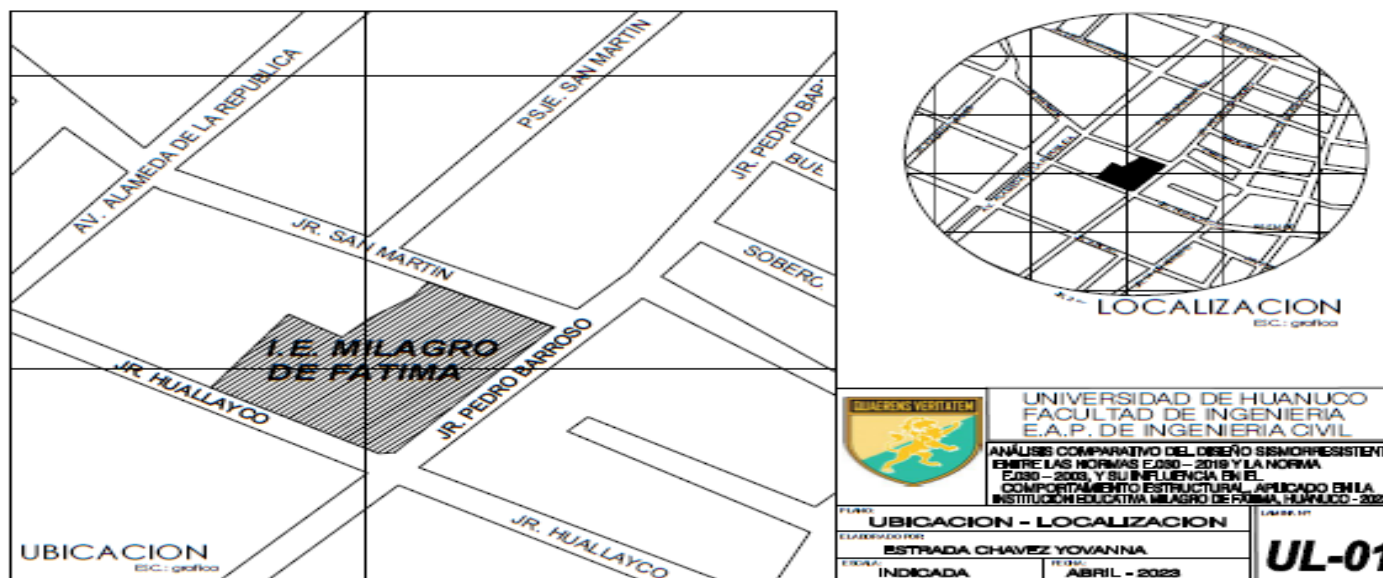
Existe análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según la zona sísmica (Z).

Existe el análisis comparativo del diseño sismoresistente de normas E.030 – 2019 y la norma E.030 – 2003 y su influencia en el comportamiento estructural aplicado en la Institución Educativa Milagro de Fátima según el perfil del suelo.

ANEXO 2

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

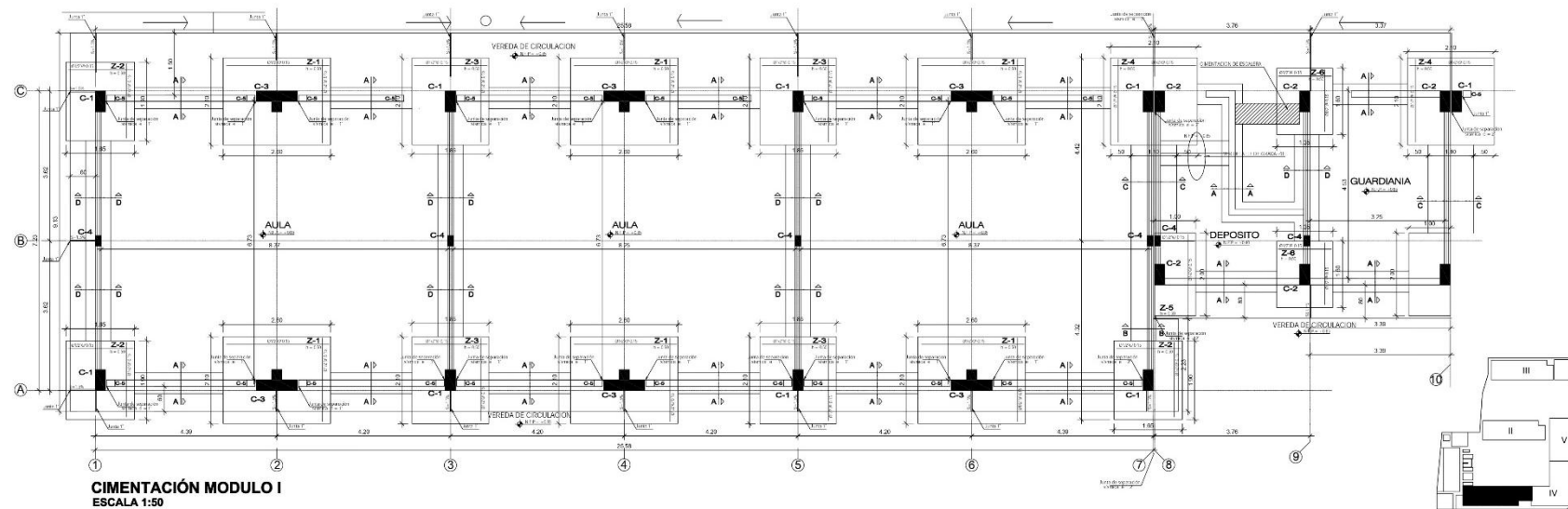
Plano de Ubicación N°01



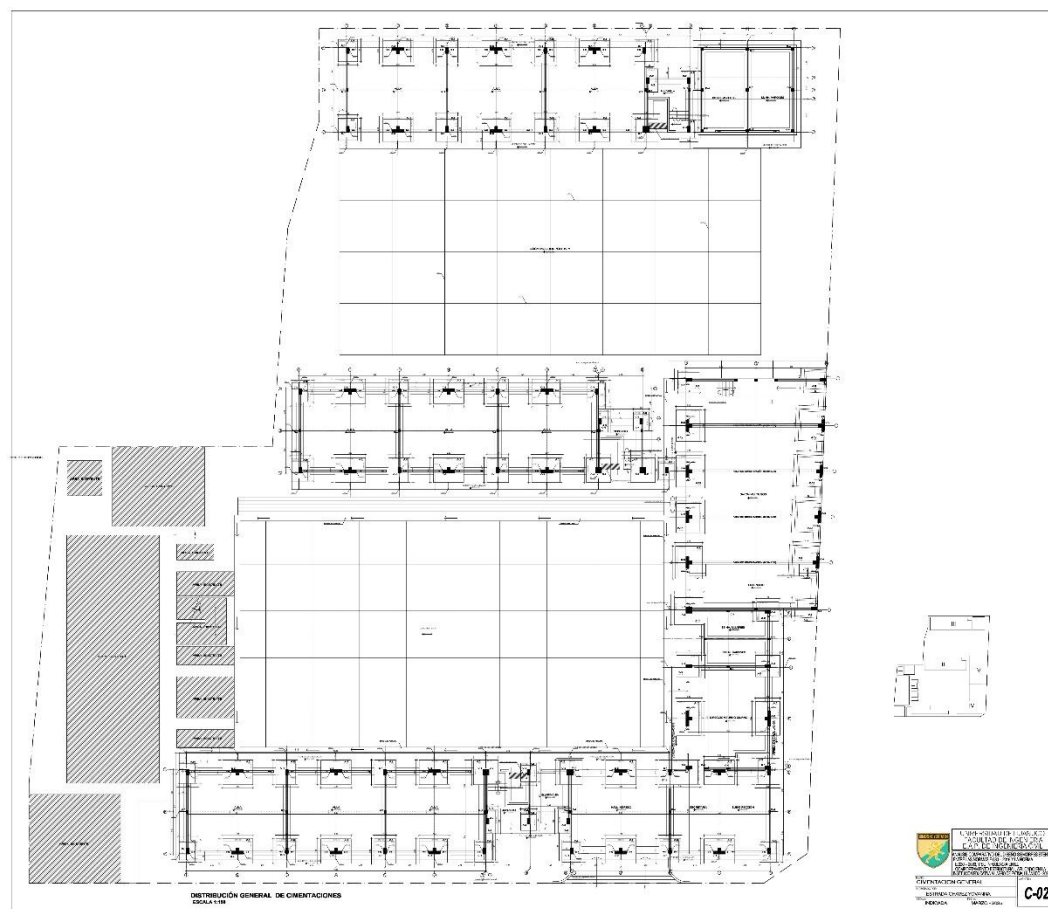
ANEXO 3

PLANO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

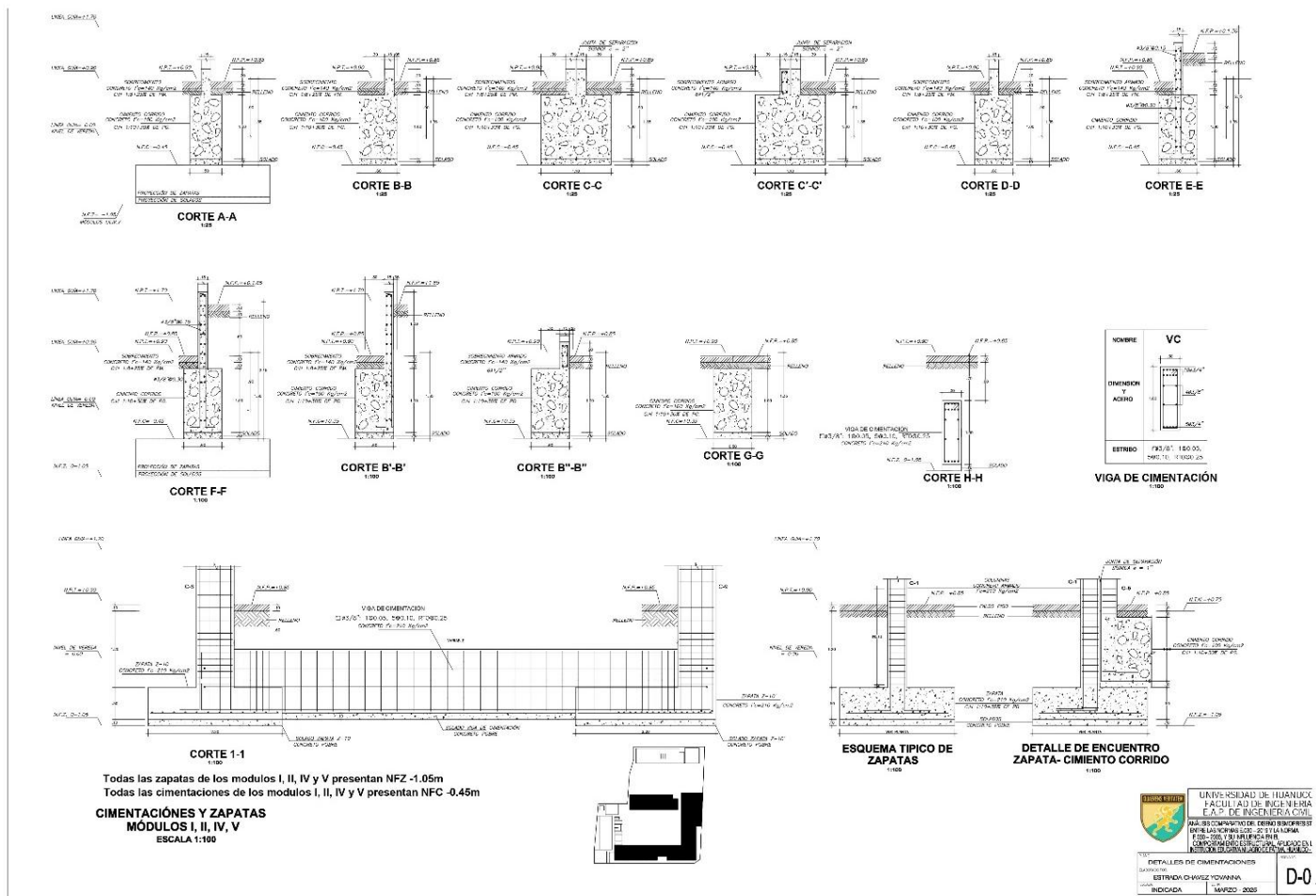
Plano Estructural del Proyecto N°01



Plano estructural N°02

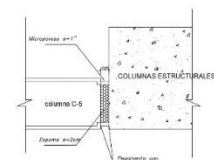


Plano Estructural N°03

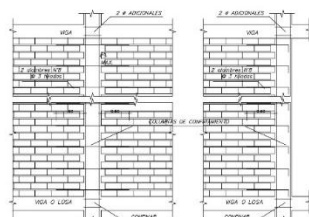


Plano estrutural N°04

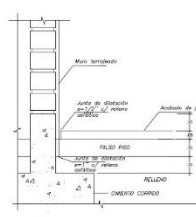
CUADRO DE COLUMNAS
(ESCALA 1/100)

[illegible]

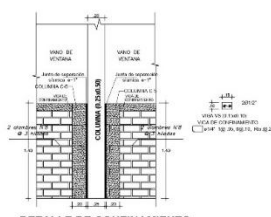
DETALLE JUNTA DE SEPARACION SÍSMICA
ESC: 1/100



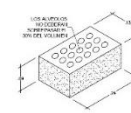
**AMARRE DE MUROS
CON COLUMNAS DE CONFINAMIENTO**
ESC: 1/100



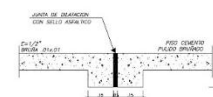
**DETALLE DE ENCUENTRO
MURO- PISO INTERIOR**
ESC: 1/100



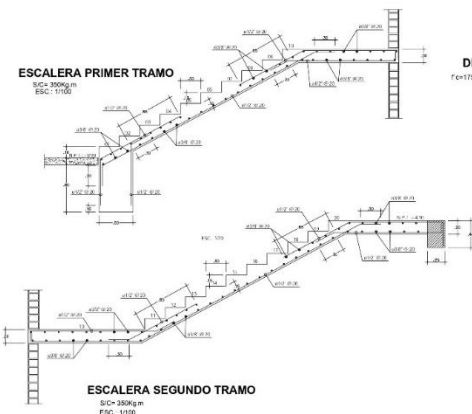
**DETALLE DE CONFINAMIENTO
MUROS DE TABIQUERÍA**
ESC: 1/100



LADRILLO TIPO IV



**DET. JUNTA DE DILATACION
EN VEREDA**



ESCALERA SEGUNDO TRAMO
S/C= 350Kg/m
E/C= 1/100



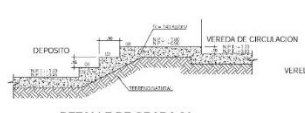
DRENAJE PLUVIAL



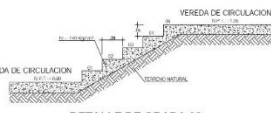
ESPECIFICACIÓN LADRILLO MORTERO



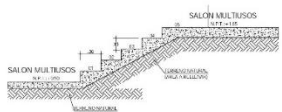
**DET. DE BRUÑA
EN VEREDA**



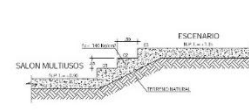
DETALLE DE GRADA 01
f_c=140kg/cm² ESC: 1/100



DETALLE DE GRADA 02
f c=140Kg/cm² ESC: 1/100



DETALLE DE GRADA 03
fcm160Kg/cm2 BSC.: 1/100



DETALLE DE GRADA 04
f c=140kg/cm2
ESC: 1/100



ANEXO 4

PANEL FOTOGRAFICO.

Vista de la Fachada Principal de la I.E Milagro de Fátima



Vista Panorámica del Ingreso Secundario.



Vista del módulo de estudio



Vista del módulo de estudio



Vista Panorámica del Módulo de Estudio



Vista Panorámica del Módulo de Estudio



ANEXO 5

ESTUDIO DE SUELOS

Calculo de Capacidad Portante del Terreno.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
" LA PIRAMIDE " E.I.R.L.

000027

Of. Princ. : Jr. Las Orquídeas N° 281 – Paucarbambilla-Huánuco
 Teléfono: 062 – 515187
 Sucursal : Jr. Chavin N° 104 – Paucarbamba-Huánuco

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E.
PARTIDA : "MILAGRO DE FATIMA" DE LA CIUDAD DE HUÁNUCO
 : CIMENTACIONES

ESTRUCTURA : ZAPATAS

UBICACIÓN : Región : HUÁNUCO
 : Departamento : HUÁNUCO
 : Provincia : HUÁNUCO
 : Distrito : HUÁNUCO
 : Lugar : JR. HUALLAYCO N° 1605

ALTITUD : 1,914.000 m.s.n.m.

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

DATOS DE LA MUESTRA DE SUELO OBTENIDO DE LA CALICATA N° 01 Y LA MUESTRA N° 01

La muestra analizada es un material de color marrón claro, de textura arenosa, de estructura granular, de consistencia desmenuzable, con cohesión, medianamente plástico. Suelo de grano grueso, según la clasificación SUCS es del tipo "SC", mezcla de arenas con arcillas.

Características del suelo analizado en el laboratorio:

- Limite Líquido	=	34	%
- Limite Plástico	=	19.77	%
- Índice de Plasticidad	=	14.23	
- Peso específico	=	1665	Kg/cm ³
- La profundidad de la calicata es de	=	2.50	mts.
- La profundidad de desplante Df es de	=	1.80	mts.
- Según las características del tipo de suelo se ha obtenido los siguientes parámetros			
Angulo de fricción interna del suelo (phi)	=	24	grados
Cohesión (c)	=	0.1	
Modulo de Poisson "u"	=	0.25	

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

Empleando la siguiente relación:

$$q_{ult} = (Sc \cdot c \cdot Nc) + (Sg \cdot 1/2 \cdot g \cdot B \cdot Ng) + (Sq \cdot q \cdot Nq)$$

Donde

q _{ult}	=	capacidad última de carga
L	=	largo de cimentación efectivamente apoyado (bajo condiciones de servicio)
B	=	Ancho de la cimentación
g	=	peso volumetrico del suelo
Df	=	profundidad de cimentación
c	=	cohesión
(phi)	=	ángulo de fricción interna del suelo
Nc, Ng, Nq	=	Parametros en función del ángulo de fricción interna del suelo (phi)
Sc, Sg, Sq	=	factores de forma de cimentación



Ing. Clayer Morales Díaz
 Ingeniero Civil
 Reg. Col. Ing. N° 35444

PAUL SHADEN ABAL NARDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegiado de Ingenieros N° 63722

Calculo de Capacidad Portante del Terreno.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO " LA PIRAMIDE " E.I.R.L.

000026

Of. Princ. : Jr. Las Orquideas N° 281 - Paucarbambilla-Huánuco

Teléfono: 062 - 515187

Sucursal : Jr. Chavin N° 104 - Paucarbamba-Huánuco

Datos topograficos y de laboratorio de suelos

Cota de terreno	=	1914.00 msnm
Prof nivel freático	=	no se encontro
Tipo cimentación	=	zapatas
B	=	1.50 m
L	=	1.50 m
Tang (phi)	=	0.45
Nc	=	19.32
Nq	=	9.60
Ng	=	9.44
g	=	1.50 Kg/cm2

Luego tenemos:

Sc	=	1.49
Sg	=	1.40
Sq	=	1.45
q	=	3.00

Finalmente:

c	=	0.100
Peso volumétrico(g)	=	1.50 gr/cm3
Df	=	1.80 m
Tang (phi)	=	0.45
Nc	=	19.32
Nq	=	9.60
Ng	=	9.44
Factor de seguridad	=	3.00

Resumiendo

qult	=	59.99 t/m2
------	---	------------

Cota (msnm)	Df (m)	g (T/m3)	g "Df" socav.	qu (t/m2)	qadm (t/m2)	qadm (kg/cm2)
1914.00	1.80	1.50	0.00	59.99	20.00	2.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACION

El terreno de fundacion del proyecto "Mejoramiento de la Oferta de servicio educativo de la I.E. "Milagro de Fatima de la ciudad de Huanuco" tienen capacidad portante del terreno (qadm=2.00 kg/cm2), dicho valor se ha determinado en el laboratorio de suelos con las muestras obtenidas de la calicata realizada en el terreno de libre disponibilidad para la ejecucion del proyecto, el terreno se encuentra consolidado. De acuerdo a los ensayos y analisis realizados en el Laboratorio de Suelos, el terreno tiene una regular capacidad portante propio de un suelo de la zona. Se recomienda mejorar las condiciones de frontera del terreno de fundacion empleando solados de concreto en las zapatas y vigas de conexión.

CAPACIDAD PORTANTE TERRENO :

Cota de terreno	:	1914.00 msnm
Cota de cimentación	:	1912.20 msnm

GT = 2.00 kg/cm2

Ing. Claver Morales Díaz
Ingeniero Civil
Reg. Cot. Ing. N° 35444

PAUL SHADER ALAL HASO
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 6027

Ensayo de corte directo ASTM 3080

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO 000025 "LA PIRAMIDE" E.I.R.L.

Of. Principal : Jr. Las Orquídeas N° 281 - Paucarbambilla
Sucursal : Jr. Chavín N° 104 - Paucarbamba
Teléfono 51-5187

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA OFERTA SERVICIO	UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO :	HUANUCO
	EDUCATIVO DE LA I.E. "MILAGRO DE FATIMA"		PROVINCIA :	HUANUCO
PARTIDA :	CIMENTACIONES		DISTRITO :	HUANUCO
ESTRUCTURA :	ZAPATAS		LUGAR :	JR. HUALLAYCO N° 1605
CALICATA :	C-1	COTA TERRENO :		1914,00 MS.N.M.
MUESTRA :	M-1	TEC. LABORATORIO :		HIDALGO PIO DIAZ CESPEDES
PROFUNDIDAD :	2,50 MTS.	ING. RESPONSABLE :		ING. PAUL SHADER ABAL HARO
NIVEL FREATICO :	NO SE ENCONTRO	FECHA :		nov-08

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 3080

ESPECIMEN N°	I	II	III
LADO DE LA CAJA (cm)	6,000	6,000	6,000
DENSIDAD HUMEDA INICIAL (gr/cm ³)	1,700	1,700	1,700
DENSIDAD SECA INICIAL (gr/cm ³)	1,300	1,300	1,300
CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL (%)	32,00	32,00	32,00
DENSIDAD HUMEDA FINAL (gr/cm ³)	1,875	1,918	1,966
DENSIDAD SECA FINAL (gr/cm ³)	1,340	1,389	1,408
CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL (%)	40,90	39,10	38,60
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0,5	1,00	1,50
ESFUERZO DE CORTE MAXIMO (kg/cm ²)	0,59	0,882	1,141

ANGULO DE FRICCION INTERNA :	24,00 °
COHESION (kr/cm ²) :	0,100

CONSORCIO MILAGRO DE FATIMA

GABRIEL A. FRANCO FLORES
Reg. CIP N° 50431
JEFE DE SUPERVISION

TEC. LABORATORISTA

HIDALGO P. DIAZ CESPEDES
Ing. en Mecánica de Suelos
Lic. 2021/03

Ing. Clayer Morales Díaz
Ingeniero Civil
Reg. Col. Ing. N° 35444

ING. RESPONSABLE

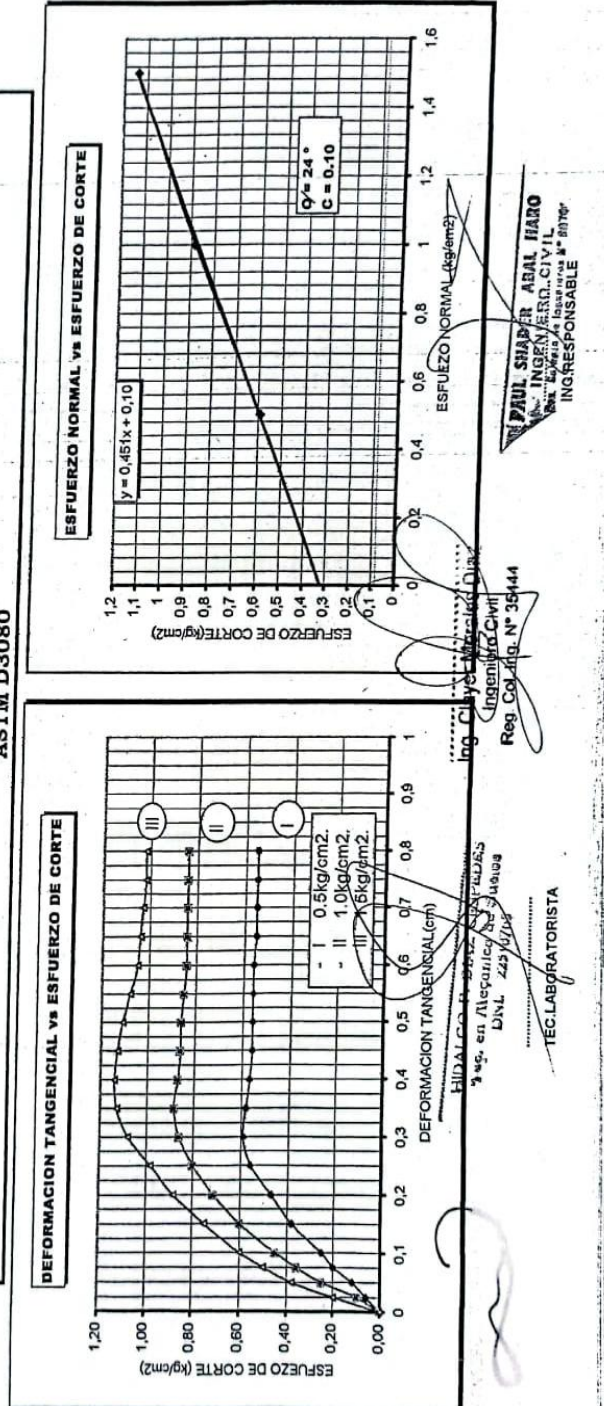
PAUL SHADER ABAL HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegiado de Ingenieros N° 28798

000024

LABORAT RÍO DE SUELOS, CONCRETO Y AS. ALTO
"LA PIRAMIDE" E.I.R.L.
 Of. Principal : Jr. Las Orquídeas N° 281 - Puncarabambilla
 Sucursal : Jr. Chavín N° 104 - Puncarabamba
 Teléfono 51-5187

PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA OFERTA SERVICIO	UBICACIÓN :	DEPARTAMENTO : HUANUCO
PARTIDA :	EDUCATIVO DE LA LE. "MIL AGRO DE FAMILIA"	PROVINCIA :	HUANUCO
ESTRUCTURA :	CIMENTACIONES	DISTRITO :	HUANUCO
CALICATA :	ZAPATAS	LUGAR :	JR HUALLAYCO N° 1605
MUESTRA :	C-1	PROGRESIVA :	1914.00 MS.N.M.
PROFUNDIDAD :	M-1	TEC. LABORATORIO :	HIDALGO PIO DIAZ CESPEDES
NIVEL FREÁTICO :	2.50 MTS.	ING. RESPONSABLE :	ING. PAUL SHADER ABAL HARO
	NO SE ENCONTRÓ	FECHA :	nov-08

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D3080



Análisis Granulométrico por tamizado

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

"LA PIRAMIDE" E.I.R.L.

000023

Of. Principal : Jr. Las Orquídeas N° 281-Paucarbamba-Amarilis-Huánuco

Sucursal : Jr. Chavin N° 104-Paucarbamba-Amarilis-Huánuco

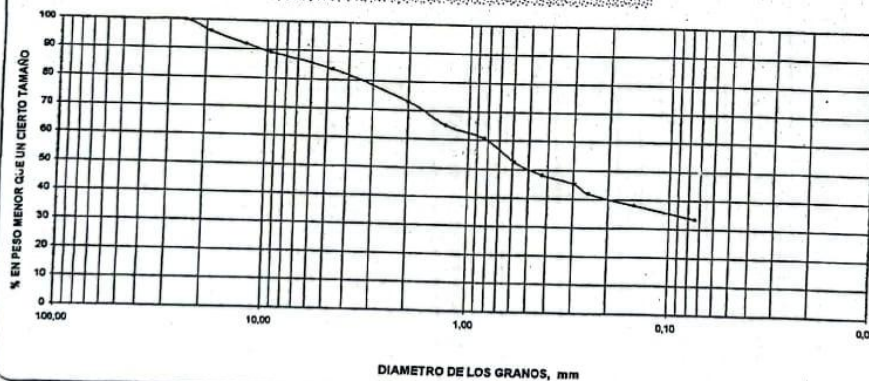
Teléfono 062-515187

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA OFERTA SERVICIO	UBICACIÓN	REGION	HUANUCO
PARTIDA	EDUCATIVO DE LA I.E. "MILAGRO DE FATIMA"		PROVINCIA	HUANUCO
ESTRUCTURA	CIMENTACIONES		DISTRITO	HUANUCO
CALICATA	ZAPATAS		LOCALIDAD	HUANUCO
MUESTRA	M-1	TEC. LABORATORISTA:	LUGAR	JR. HUALLAYACO
PROFUNDIDAD	2.50 MTS.	ING. RESPONSABLE		HIDALGO DIAZ CESPEDES
NIVEL FRATICO	NO SE ENCONTRO	FECHA		PAUL SHADER ABAL HARO
				nov-08

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMIZ No	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MAXIMO = 1"
3"	76.200	0,0	0,00	0,00	100,00	DESCRIPCION DEL SUELO
2"	50.800	0,0	0,00	0,00	100,00	Material de color marron claro, de textura arenosa, de estructura
1 1/2"	38.100	0,0	0,00	0,00	100,00	granular, de consistencia desmenuzable, con cohesión, medianamente
1"	25.400	0,0	0,00	0,00	100,00	plastico.
3/4"	19.050	120,0	4,00	4,00	96,00	CLASIFICACION SUCS :
1/2"	12.700	125,0	4,17	8,17	91,83	Mezcla de arenas con arcillas
3/8"	9.525	84,0	2,80	10,97	89,03	CLASIFICACION AASHTO :
No 4	4.760	158,0	5,27	16,23	83,77	Arenas rellenas
No 10	2.000	320,0	10,67	26,90	73,10	Características de la fracción que pasa
No 16	1.300	245,0	8,17	35,07	64,93	LA MALLA No 40
No 20	0.840	125,0	4,17	39,23	60,77	Límite Líquido
No 30	0.590	245,0	8,17	47,40	52,60	Límite Plástico
No 40	0.426	132,0	4,40	51,80	48,20	Índice de Plasticidad
No 50	0.297	88,0	2,93	54,73	45,27	OBSERVACIONES :
No 60	0.250	100,0	3,33	58,07	41,93	SUELO DE GRANO GRUESO
No 100	0.149	120,0	4,00	62,07	37,93	
No 200	0.074	135,0	4,50	66,57	33,43	
CAZOLETA		1003,0	33,43	100,00	0,00	

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



GRAVAS = 16.23 % ARENAS = 50.33 % FINOS = 33.43 %

OBSERVACIONES: EL MATERIAL ANALIZADO ES UNA MEZCLA DE ARENAS CON ARCILLAS

HIDALGO R. DIAZ CESPEDES
Ing. Civil
Reg. en Ingeniería de Suelos
DNL 2270702

Ing. Cl.

ING. RESPONSABLE

PAUL SHADER ABAL HARO
INGENIERO CIVIL
Doc. Colegiado de Ingenieros N° 88798

CONSORCIO MILAGRO

Ensayo de Limites de Consistencia

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO "LA PIRAMIDE" E.I.R.L.

Of. Principal : Jr. Las Orquideas N° 281-Paucarbambilla-Amarilis-Huánuco
Sucursal : Jr. Chavin N° 104-Paucarbamba-Amarilis-Huánuco
Telefono 062-515187

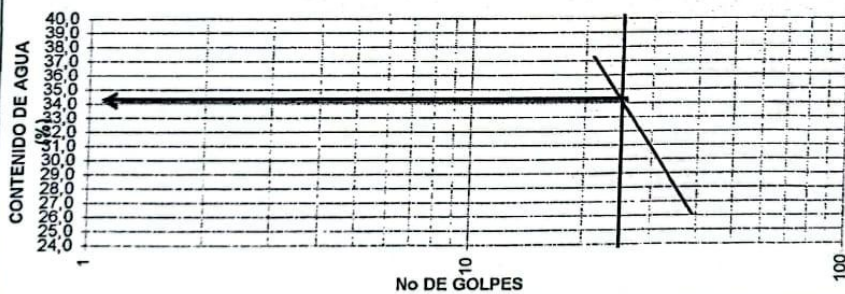
000022

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE SERVICIO	UBICAC REGION	HUANUCO
	EDUCATIVO DE LA I.E. "MILAGRO DE FATIMA"	PROVINCIA	HUANUCO
PARTIDA	CIMENTACIONES	DISTRITO	HUANUCO
ESTRUCTURA	ZAPATAS	LOCALIDAD	HUANUCO
CALICATA	C-1	LUGAR	JR. JUALLAYCO N° 1
MUESTRA	M-1	TEC. LABORATO	HIDALGO DIAZ CESPEDES
PROFUNDIDAD	2.50 MTS.	ING. RESPONSAB	PAUL SHADER ABAL HARO
NIVEL FRATICO	NO SE ENCONTRO	FECHA	nov-08

LIMITES DE CONSISTENCIA

TIPO DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO ASTM - 423				LIMITE PLASTICO ASTM - 424			CONT. DE AGUA ASTM - 2216
	LL	LL	LL	LL	LP	LP	LP	
Tara #	1	2	3	4	5	5	6	7
# de Golpes	22	20	40	38				
Peso suelo hum. + tara (gr.)	20,45	20,35	20,20	20,60	18,57	18,65	19,10	120,00
Peso suelo seco + tara (gr.)	16,34	16,10	17,18	17,25	16,32	16,40	16,78	115,00
Peso de la tara (gr.)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	22,24
Peso de agua (gr.)	4,11	4,25	3,02	3,35	2,25	2,25	2,32	5,00
Peso del suelo seco (gr.)	11,34	11,10	12,18	12,25	11,32	11,40	11,78	92,76
Contenido de Agua (%)	36,24	38,29	24,79	27,35	19,88	19,74	19,69	5,39

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LL =	34,00 %	Fw =	41,64	IL =	-1,01	% EN PESO QUE PASA EL TAMIZ	
LP =	19,77 %	w =	5,39	Tw =	0,34	No. 200	33,43 %
IP =	14,23 %	CR =	2,01				

IP = INDICE DE PLASTICIDAD	IL = LIMITE LIQUIDO	w = CONTENIDO NATURAL DE AGUA	Fw = INDICE DE FLUIDEZ
CR = CONSISTENCIA RELAT	LP = LIMITE PLASTICO	Tw = INDICE DE TENACIDAD	IL = INDICE DE LIQUIDEZ

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

SUCS:	SC	AASHTO:	A-2-6(1)
MEZCLA DE ARENAS CON ARCILLAS DE COLOR MARRON		ARENA ARCILLOSA	
CON MEDIANA PLASTICIDAD			

OBSERVACIONES: PARA EL ENSAYO DE PLASTICIDAD SE HA UTILIZADO SOLAMENTE LA FRACCION DE SUELO QUE PASAN POR EL TAMIZ DEL N° 40, SE HA EMPLEADO EL METODO DEL LAVADO

TEC. LABORATORISTA
HIDALGO DIAZ CESPEDES
Ing. en Mecanica de Suelos
Nov. 2008

PAUL SHADER ABAL HARO
INGENIERO CIVIL
Reg. Col. Ing. N° 88702

Ing. Chay...
Ingeniero Civil
Reg. Col. Ing. N° 31444

Ensayo de Perfil Estratigráfico N°1

000021

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

"LA PIRAMIDE" E.I.R.L.

Of. Principal : Jr. Las Orquideas N° 281-Paucarbambilla-Amarilis-Huánuco

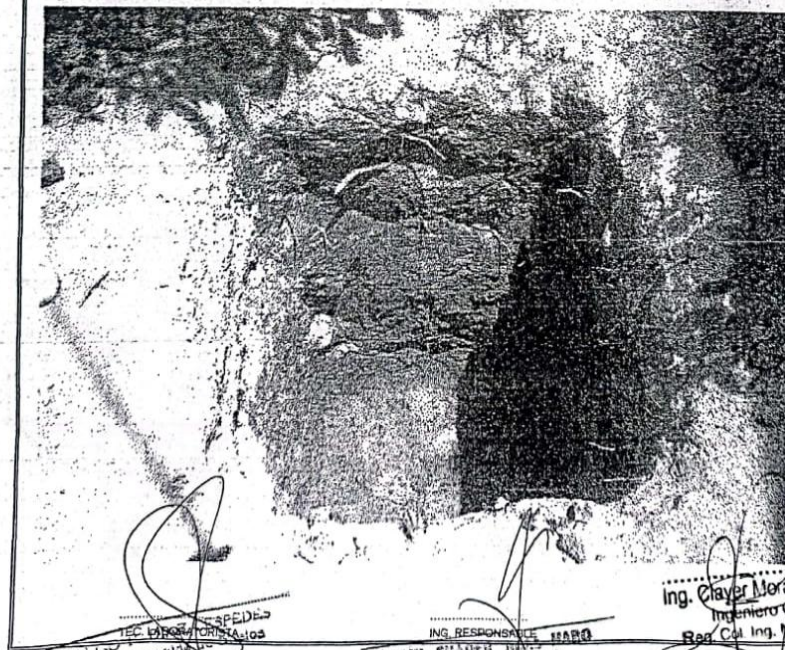
Sucursal : Jr. Chavin N° 104-Paucarbamba-Amarilis-Huánuco

Telefono 062-515187

PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA OFERTA SERVICIO EDUCATIVA	UBICACIÓN REGION :	HUANUCO
	DE LA IE "MILAGRO DE FATIMA"	PROVINCIA :	HUANUCO
PARTIDA	CIMENTACIONES	DISTRITO :	HUANUCO
ESTRUCTURA	ZAPATAS	LOCALIDAD :	HUANUCO
CALICATA	C-1	LUGAR :	JR. HUALLAYCO N° 1605
MUESTRA	M-1	TEC. LABORATORISTA :	HIDALGO DIAZ CESPEDES
PROFUNDIDAD	1.50 MTS.	ING. RESPONSABLE :	PAUL SHADER ABAL HARO
NIVEL FRATIGNO SE ENCONTRÓ		FECHA :	09-08

PERFIL ESTRATIGRAFICO N° 1

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		Gráfico
			AASHTO	SUCS	
0,00					
0,50		MATERIAL DE COLOR MARRON CLARO DE TEXTURA ARENOSA, DE ESTRUCTURA GRANULAR, DE CONSISTENCIA DESMENIZABLE, CON COHESION, MEDIANAMENTE PLASTICO.	A-2-6(1)	SC	
1,00	C-1 M-1	SUELO DE GRANO GRUESO, MEZCLA DE ARENAS CON ARCILLAS			
1,50		PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS: IMPERMEABLE EN ESTADO COMPACTADO BUENA RESISTENCIA AL CORTE EN ESTADO COMPACTADO Y SATURADO BAJA COMPRESIBILIDAD EN ESTADO COMPACTO Y SATURADO BUENA FACILIDAD DE TRATAMIENTO EN OBRA			
2,00					
2,50					

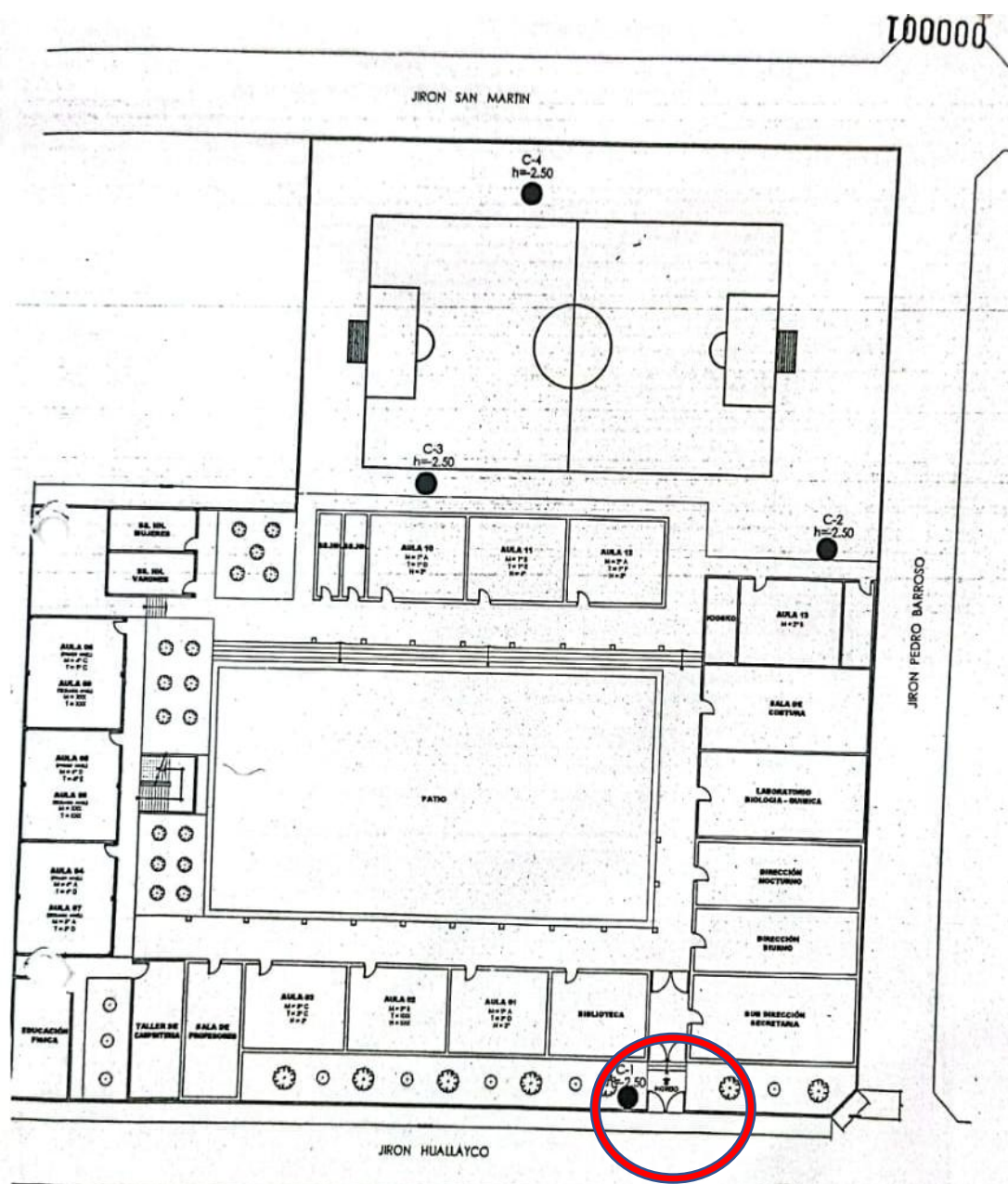


HIDALGO DIAZ CESPEDES
4 cc. en Muestreo
ONL 22/08/03

ING. RESPONSABLE
PAUL SHADER ABAL HARO
INGENIERO CIVIL
Registro de Ingenieros N° 06706

Ing. Claver Morales Lizar
Ingeniero Civil
Reg. Col. Ing. N° 25444

Plano de Ubicación de calicatas



PLANO UBICACION DE CALICATAS

Escala: 1/200

Ing. Claver M. C. C.
Ingeniero Civil
Red. Col. Ing. 11

PAUL SHADER ABAL HAZO
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros N° 65700

MEJORAMIENTO DE LA OFERTA DE SERVICIO
EN LA I. E. "MILAGRO DE FATIMA"

I. E. MILAGRO DE FATIMA

Supervisor: []
Diseño: []
Borbo: []
Aprobado: []

CALICATAS

INDICADA: []
INDICACIONES: []

ARQUITECTURA

01