



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban
Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022

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

AUTORAS:

Quijano Espinoza, Gloria (orcid.org/0000-0001-9985-1013)

Rivera Solorzano, Sthefany Enma (orcid.org/0000-0002-0851-3631)

ASESOR:

Dr. Meza Rivas, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-4258-4097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

HUARAZ – PERÚ

2023

Dedicatoria

Quijano Espinoza, Gloria

Este trabajo lo dedico a Dios padre, por enseñarme lo hermoso que es la vida y ser mi amigo fiel en todo. También por darme una familia y tener la dicha de tenerlos a mi lado, Quiero agradecer infinitamente a mis padres Gloria Espinoza Reyes y Benjamin Quijano Sáenz, y mi hermana Karla Sáenz Quijano Espinoza que me apoyaron en los momentos difíciles, por impulsarme a seguir con mis metas y poder superarme.

Rivera Solorzano, Enma Sthefany

Este trabajo está dedicado a Dios por siempre estar presente en cada uno de mis triunfos y mis derrotas, siendo el quien renueva mis fuerzas cada vez que siento débil y a mis padres Enma Angelica, Solorzano Ponce y Santiago Daniel, Rivera Crisóstomo, por ser las personas que me han impulsado cada día, nunca han dejado que me rinda siempre impulsándome con palabras de aliento y creyendo en mi en cada etapa de mi vida.

También a mi hermana Pierina Rivera Solorzano por ser parte del ejemplo a seguir

Agradecimiento

Quijano Espinoza, Gloria

Agradecida con Dios por tener la dicha de poder culminar esta etapa de la carrera profesional de Ingeniería Civil, a mis familiares que me educaron y me motivación a desarrollarme profesionalmente.

Agradezco a mi abuelo Fortunato Espinoza Laguna por brindarme su amor y comprensión incondicional y a mi abuela Epifania Reyes Cruz por enseñarme el camino de la vida a través de tus consejos, aunque ya no estés presente siempre estarás en mi mente y en mi corazón.

Rivera Solorzano, Enma Sthefany

Agradezco a Dios por permitir obtener un de los logros más en mi carrera profesional, a mi mamá Enma Angelica Solorzano Ponce por ser una madre muy comprensiva y amorosa, a mi papá Santiago Daniel Rivera Crisóstomo quien siempre me brindo consejos y respeto mis decisiones en el ámbito profesional y a familiares quienes estuvieron presentes en todo momento y su darme su apoyo incondicional.

Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE TABLAS.....	V
ÍNDICE FIGURAS.....	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
III. METODOLOGÍA.....	39
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	40
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO, UNIDAD DE ANÁLISIS.....	41
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.5. PROCEDIMIENTOS	44
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	46
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	47
IV. RESULTADOS	48
V. DISCUSIÓN.....	77
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS	88
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1. carga viva	25
Tabla 2. Pesos unitarios.....	26
Tabla 3. Pesos unitarios para losas aligeradas	27
Tabla 4. Factor de Zona "Z"	30
Tabla 5. Factor de suelo "S"	32
Tabla 6. Periodos "Tp" y "Tl".....	32
Tabla 7. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	36
Tabla 8. Irregularidades en altura.....	37
Tabla 9. Irregularidades en planta.....	37
Tabla 10. Matriz de clasificación de variables	40
Tabla 11. Instrumentos de recolección de datos	42
Tabla 12. Zona sísmica	48
Tabla 13. Factor de Zona	49
Tabla 14. Factor de suelo.....	50
Tabla 15. Periodos "Tp" y "TL"	51
Tabla 16. Peso Total de la Edificación	64
Tabla 17. Fuerza sísmica por entrepiso X-X	67
Tabla 18. Fuerza sísmica por entrepiso Y-Y	68
Tabla 19. Deriva estática en X-X.....	69
Tabla 20. Deriva estática en Y-Y.....	69
Tabla 21. Modos de Vibración de la Estructura.....	72
Tabla 22. Valores del (T vs C) y (T vs Sa) para cada periodo del Bloque en estudio.....	73
Tabla 23. Deriva dinámica en X-X.....	74

Tabla 24. Deriva dinámica en Y-Y	75
Tabla 25. Escalamiento de Fuerzas Cortantes.....	75

Índice de Figuras

Figura 1. Zonas sísmicas de Perú.....	16
Figura 2. Diagrama de Grado de Libertad.....	23
Figura 3. . Grados de libertad estáticos y dinámicos de un pórtico.	28
Figura 4. Categoría de las edificaciones y factor “U”	35
Figura 5. Cuadro de columnas	52
Figura 6. Cuadro de Placas.....	53
Figura 7. Cuadro de vigas	54
Figura 8. Detalle de Losa Aligerada	56
Figura 9. Figura modulo Etabs	57
Figura 10. Planta primer piso módulo B	57
Figura 11. Planta segundo piso módulo B.....	58
Figura 12. Techo segundo piso módulo B.....	58
Figura 13. Corte longitudinal módulo B	59
Figura 14. Corte transversal módulo B.....	59
Figura 15. detalle de zapata.....	60
Figura 16. Cimentación módulo B	60
Figura 17. Losa aligerada módulo B-2do nivel	61
Figura 18. Losa aligerada módulo B-1er nivel.....	61
Figura 19. Pórtico típico- ejes D-J	62
Figura 20. Pórtico típico- ejes E-G-I	62
Figura 21. Pórtico típico- ejes F-H.....	62
Figura 22. Curva de diseño del espectro de pseudo aceleración para el del Bloque en estudio.....	74

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia de Huánuco en el distrito de Amarilis, en la cual se analizó la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022. En esta tesis se utilizó el diseño no experimental-Transversal-Descriptivo, el muestreo fue no probabilístico por juicio, en la recolección de datos se realizó con la técnica observación de tipo directa, por lo que se recopiló datos en el campo, para analizar los datos se empleó una guía de observación permitiendo recopilar datos de manera precisa y ordenada, tenemos como el principal problema la exposición de vulnerabilidades sísmicas, si estas no cuentan con un diseño adecuado. Al momento de hacer el análisis de las estructuras usando la norma E.030-2019. No superan al valor máximo permisible de la deriva (0.007), lo que indica que los elementos estructurales poseen una rigidez adecuada. Asimismo se realizó el análisis del comportamiento sísmico aplicando la norma E.030-2019 en el colegio en mención, encontrándose que presentan una vulnerabilidad baja y dentro de los parámetros exigidos; se recomienda que en futuros diseños se ponga mayor atención a los parámetros de carga y pre dimensionamiento estipulados por la Norma Técnica E.020 para saber las dimensiones de los elementos estructurales que se emplearan, así como respetar los parámetros sísmicos de diseño estipulados por la Norma Técnica E.030

Palabras Clave: Análisis sísmico, Vulnerabilidad sísmica, Sismo, Daño, Riesgo.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the province of Huánuco in the district of Amarilis, in which the seismic vulnerability of the Esteban Pavletich Trujillo school, Amarilis-Huánuco 2022, was analyzed. In this thesis the non- experimental-Cross-Descriptive design was used, the Sampling was non- probabilistic by judgment, in the data collection it was carried out with the direct observation technique, for which data was collected in the field, to analyze the data an observation guide was used, allowing data to be collected in a precise and orderly manner. , we have as the main problem the exposure of seismic vulnerabilities, if these do not have an adequate design. When doing the analysis of the structures using the E.030-2019 standard. They do not exceed the maximum allowable drift value (0.007), which indicates that the structural elements have adequate rigidity. Likewise, the analysis of the seismic behavior was carried out applying the E.030-2019 standard in the aforementioned school, finding that they present a low vulnerability and within the required parameters; It is recommended that in future designs, greater attention be paid to the load and pre-dimensioning parameters stipulated by Technical Standard E.020 to know the dimensions of the structural elements that will be used, as well as to respect the seismic design parameters stipulated by the Standard. Technique E.030

Keywords: Seismic analysis, seismic vulnerability, earthquake, damage, risk.

I. INTRODUCCIÓN

La ejecución de un proyecto de edificación implica una serie de pasos y estudios previos para garantizar que no haya problemas durante la ejecución del proyecto. Además del diseño y el cálculo de las estructuras y superestructuras, se deben realizar estudios para analizar la situación actual, lo que incluye la evaluación del suelo y la identificación de cualquier problema potencial. En este contexto, se levó a cabo una investigación para evaluar la capacidad de las infraestructuras para resistir los terremotos y cómo se puede evaluar dicha capacidad. En concreto, la investigación se enfocó en el análisis de la institución educativa del colegio Esteban Pavletich Trujillo, ubicado en Amarilis-Huánuco, en el año 2022. El objetivo fue evaluar la capacidad de las instalaciones del colegio para soportar terremotos y determinar si se requieren mejoras en la infraestructura existente. El análisis se basó en una serie de pasos, que incluyeron la recopilación de información sobre la construcción del colegio, la identificación de las zonas sísmicas, el análisis de las propiedades del suelo y la evaluación de la estructura de la edificación. Además, se utilizaron herramientas de simulación para predecir la respuesta sísmica de la estructura en diferentes situaciones. Los resultados de la investigación permitieron identificar las áreas en las que se requieren mejoras y proponer soluciones para aumentar la capacidad de la infraestructura del colegio para soportar terremotos. En resumen, la ejecución de proyectos de construcción implica una serie de pasos y estudios previos esenciales para garantizar la seguridad y la eficacia del proyecto, y la investigación sobre la capacidad de las infraestructuras para resistir los terremotos es uno de ellos.

Bernal (2021) señala que la posibilidad de que se generen sismos en el futuro con los mismos o mayores efectos sobre las estructuras es alta. Por lo tanto, es fundamental evaluar la vulnerabilidad de las estructuras ante estos eventos y tomar medidas preventivas para minimizar los daños. La evaluación del comportamiento de las estructuras ante los sismos es una tarea importante que debe realizarse para garantizar la seguridad y la protección de las personas y las edificaciones.

Oviedo y otros (2007) destacan que en Colombia, la mayor parte de su territorio se encuentra expuesto a la amenaza sísmica. No obstante, el verdadero problema radica en la vulnerabilidad de las edificaciones ante estos eventos. Los sismos pueden provocar graves daños en las estructuras y elementos no estructurales, además de víctimas y alteraciones sociales. Por lo tanto, resulta esencial diseñar y ejecutar viviendas capaces de soportar estos eventos sin desmoronarse o sufrir daños significativos en sus elementos tanto estructurales como no estructurales. La prevención y minimización de los daños causados por los sismos deben ser medidas fundamentales para garantizar la seguridad y protección de las personas y las edificaciones.

QUINDE MARTINEZ y otros (2016) han realizado un estudio de peligro sísmico en Ecuador. En el estudio se destaca la falta de información sobre este tema, lo que subraya la importancia de realizar un análisis de la vulnerabilidad de las edificaciones y de los espectros de diseño. El estudio se enfoca en la ciudad de Cuenca y busca determinar el nivel de riesgo sísmico y las posibles medidas de prevención que pueden adoptarse para minimizar los efectos de los terremotos en las edificaciones.

Según MALDONADO RONDÓN y otros (2010), en un estudio realizado en Bucaramanga, Colombia, es importante tener en cuenta los diversos escenarios que podrían causar daños en el desarrollo de planes de ordenamiento territorial de las ciudades, incluyendo los eventos naturales, como los sismos. En este sentido, se debe estudiar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y relacionarla con un índice de daño, para tener una mejor comprensión del impacto que estos eventos podrían tener en las estructuras de la ciudad. De esta manera, se pueden tomar medidas preventivas adecuadas para minimizar los daños causados por los sismos y garantizar la seguridad de las personas y las edificaciones.

De acuerdo con ALVAREZ SÁNCHEZ y otros (2019), el Perú se encuentra en una región altamente sísmica y ha experimentado eventos sísmicos de gran magnitud con consecuencias catastróficas. Dado que las escuelas son lugares de refugio después de un sismo, es crucial evaluar si están preparadas para resistir un terremoto de gran magnitud. Por lo tanto, proponen evaluar estas estructuras mediante la norma peruana sismorresistente E.030 y otros métodos cualitativos, a fin de determinar su capacidad para resistir estos eventos y tomar medidas preventivas adecuadas para garantizar la seguridad de los estudiantes y el personal escolar.

Según SIMON DIAZ (2016), a pesar de que los sismos ocurren en diferentes partes del mundo, incluyendo Perú, las autoridades encargadas de la prevención no hacen lo suficiente para abordar este tema crítico. En este sentido, el autor llevó a cabo un estudio sobre la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de nivel secundario en el distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco, con el objetivo de obtener conclusiones que permitan tomar medidas preventivas y de seguridad.

El proceso de evaluación de la vulnerabilidad sísmica emplea métodos cuantitativos, siendo uno de ellos la Norma Técnica Peruana sismoresistente E 0.30, que se utilizará en el estudio. Este método permite comparar los desplazamientos y las derivas de la estructura construida con los parámetros considerados aceptables, brindando información sobre la vulnerabilidad de la institución educativa ante un evento sísmico.

La falta de atención debida al diseño y construcción antisísmica en las instituciones educativas de Huánuco ha sido un problema por muchos años. Esto ha generado una mayor exposición a peligros sísmicos, sumado a otros factores geológicos y climáticos propios de la región, como lluvias, deslizamientos e inundaciones, lo que agrava la situación y pone en riesgo la vida y la salud de los estudiantes. Por lo tanto, es necesario prestar atención a estos factores y considerarlos al momento de diseñar y construir edificaciones sismorresistentes en las instituciones educativas para minimizar los riesgos y asegurar la protección de los estudiantes, lo que nos llevó a plantearnos como problema de la investigación ¿Cuál es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, que cumpla con la norma E.030 2019?

Debido a esto hemos decidido de hacer una evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, ubicado en Amarilis-Huánuco ,ya que está situada en una región propensa a terremotos y es clasificada como una estructura esencial de categoría A2 según las normas NTP E.030, es imperativo que su función no sea afectada en caso de un sismo.El análisis de vulnerabilidad sísmica es una técnica utilizada para evaluar la respuesta estructural de una edificación ante un evento sísmico y determinar su nivel de vulnerabilidad. Este estudio permite conocer la vulnerabilidad sísmica

de la estructura, lo que a su vez permite prevenir posibles colapsos estructurales y evitar la suspensión de actividades en el colegio. Además, los resultados obtenidos pueden ser utilizados para futuras investigaciones en otras estructuras. En este contexto, se ha planteado investigar al colegio Esteban Pavletich Trujillo, ubicado en Amarilis-Huánuco. Para llevar a cabo este análisis, se utilizará la Norma Técnica E.030, la cual permitirá determinar el comportamiento estructural de la edificación y el grado de vulnerabilidad sísmica que presenta. De esta manera, se podrá reducir el riesgo de colapso estructural y prevenir la pérdida de vidas, materiales e infraestructura necesaria para el estado. En resumen, el análisis de vulnerabilidad sísmica es una técnica útil para garantizar la seguridad de las edificaciones frente a eventos sísmicos. El proyecto de investigación planteado permitirá aplicar esta técnica en el colegio Esteban Pavletich Trujillo y obtener información valiosa para mejorar la infraestructura del país.

El estudio en cuestión se enfoca en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, ubicado en Amarilis-Huánuco. Esta investigación es importante ya que permitirá identificar y prevenir posibles fallas estructurales durante un evento sísmico, lo que a su vez, podría salvar vidas. Por lo tanto, se propone utilizar el software Etabs 2016 y la Norma Técnica Peruana E.030 para analizar la capacidad de resistencia sísmica de la estructura.

Además, la investigación también buscará proponer estrategias de reforzamiento estructural para mejorar la resistencia del edificio ante eventos sísmicos futuros. Esto es fundamental ya que muchas estructuras en Perú han sido construidas sin tomar en cuenta las condiciones sísmicas del país, lo que las hace especialmente vulnerables a este tipo de eventos. Por lo tanto, el estudio también

contribuirá al desarrollo de soluciones que puedan mejorar la seguridad y la capacidad de resistencia de edificios importantes y esenciales en el futuro. En resumen, el estudio propuesto tiene una doble finalidad: por un lado, busca evaluar la vulnerabilidad sísmica de un edificio específico y, por otro, pretende desarrollar estrategias de reforzamiento estructural que puedan ser utilizadas en edificios similares en todo el país. De esta manera, se espera que los resultados de la investigación puedan ser utilizados para mejorar la seguridad de las personas y proteger el patrimonio arquitectónico de Perú. La hipótesis que nos planteamos es que: la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, indicará que cumple con la norma E.030

Nuestro objetivo general es: Evaluar la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, indicando que cumple con la norma E.030

Nuestros objetivos específicos son: Efectuar el levantamiento de datos de las variables sísmicas basándonos en los planos de Ubicación y Localización del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022. Detallar las características geométricas de los elementos estructurales en base a los planos arquitectónicos y estructurales del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022. Realizar el análisis sísmico del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, de acuerdo a la Norma E.030-2019, mediante la utilización del Software ETABS. Evaluar la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, utilizando el software Etabs, bajo el criterio NTP E.030 2019.

La presente investigación se justifica socialmente debido a que la Institución Educativa Esteban Pavletich Trujillo, ubicada en Amarilis-Huánuco en el año 2022, pertenece a la categoría de edificación esencial, la cual se caracteriza por ser más resistente ante eventos

sísmicos. Por esta razón, se llevará a cabo una evaluación de la estructura para determinar si tiene una respuesta adecuada ante movimientos sísmicos de gran magnitud y si existen vulnerabilidades en los elementos estructurales del entorno, con el fin de tomar medidas para garantizar la seguridad y el bienestar de los estudiantes. Desde el punto de vista cognitivo, este estudio proporcionará información valiosa a la sociedad de ingeniería civil, la cual podrá utilizarla como herramienta para determinar el estado de la estructura y tomar medidas preventivas. Además, se realizará un modelamiento sísmico a través del software ETABS para obtener datos precisos sobre el comportamiento estructural ante eventos sísmicos. En conclusión, la presente investigación se justifica socialmente por la importancia de la edificación estudiada y su categoría de edificación esencial, así como desde un punto de vista cognitivo por la información que se generará para la sociedad de ingeniería civil y por el modelamiento sísmico que se llevará a cabo para obtener datos precisos sobre el comportamiento estructural de la edificación ante eventos sísmicos.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de nuestra investigación investigamos los siguientes antecedentes internacionales :

(CANELOS, 2015) en su trabajo sobre diseño estructural de una institución educativa con uso del Etabs, para determinar si cumple dicho diseño (p.20). Se desarrolló una metodología de enfoque fue cuantitativa, ya que utilizó la recolección y análisis de datos para verificar la hipótesis basándose en una medición numérica, por su diseño correspondía a una investigación no experimental – Descriptiva, El estudio de su nivel es descriptivo, es decir, observando el comportamiento de la estructura, y luego Descripción y análisis (p.22). Los instrumentos utilizados fueron la elaboración de guías de observación para los ensayos de mecánica de suelos, también en la clasificación de factor importancia de la estructura, categoría y reducción de resistencia sísmica (p.23). En los elementos estructurales el uso del AutoCAD fue vital para determinar el número de acero, en lo cual en el plano estructural detallado el armado de varillas. Se llegó a un total 7827.178 Kg de acero a utilizar en elementos estructurales: vigas, nervios y losas (p.37).

La presente investigación destaca y aporta teóricamente cómo deben recomendar los especialistas de EMS para tener en cuenta la cimentación a ejecutar que puede ser zapatas combinadas, losa de cimentación, vigas de cimentación. Asimismo, menciona que se debe tener en cuenta las normativas a trabajar como es ACI 352, para una buena fluencia de refuerzo que pasa por los nudos, se debe tener en cuenta el diámetro de varillas ya sea para columnas y vigas.

(Hernández Avila, 2016) en su investigación sobre vulnerabilidad de edificios de la Universidad de Mocambo en Veracruz Realizó la evaluación estructural para precisar cuan sensible es ante un evento

sísmico y poder así plantear posibles soluciones a las fallas que se podrían presentar, se basó en el método del índice estructural de Hirosawa, modelándolo en el programa SAP2000, llegó a la conclusión que los elementos estructurales responderían en forma adecuada frente a un sismo, sin embargo recomienda que los muros no estructurales deben estar desligados de la estructura principal para evitar problemas de columna corta

Esta investigación nos aporta la idea de como modelar la edificación en un programa de cálculo estructural, asimismo tener en cuenta los elementos no estructurales, en este caso muros y parapetos

(Ortiz Rios, 2017) *evaluando la vulnerabilidad sísmica de un colegio* tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica de una estructura ubicada en Illapel, Chile, se aplicaron métodos de análisis estático no lineal y espectro de capacidad, asimismo el método de Nakamura para realizar análisis modal operacional del edificio y caracterización dinámica del suelo. Se concluyó que la mayoría de módulos cumplen con los indicadores de vulnerabilidad de la Norma Chilena, sin embargo uno de ellos no, debido a la forma geométrica en L de la vista en planta, lo que supone podría haber incidido en el mal comportamiento estructural frente al sismo de 8.4 Mw sufrido antes del análisis

Esta investigación nos aporta de la importancia que tiene el evitar irregularidades en planta cuando se diseña un edificio

Como antecedentes nacionales se tomaron :

(Llajaruna Bendezú, 2019) La investigación se realizó para evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica y proponer el reforzamiento estructural de un pabellón, en la institución educativa intervenida, se usaron la metodología FEMA 154 y la norma E0.30, con la ayuda del programa Etabs. El resultado final indicó que no cumplían las especificaciones requeridas en la NTP. E030 por lo que es vulnerable sísmicamente, por lo que se propuso reforzar la estructura mediante la adición y ensanche

de columnas

Esta investigación nos es de mucha utilidad , dado que se comprueba que existen infraestructuras educativas que no cumplen las normas antisísmicas peruanas, lo que podría ocasionar daños a la vida y propiedad pública

(Medina Mansilla, y otros, 2016)Se realizó el estudio del análisis estructural y diseño de colegio en Bolognesi, Arequipa,Perú, siguiendo la metodología especificada en las normas E-020, E-030, E.050, IS-010 Y A-120 y el apoyo del programa ETABS VERSION 9-7-4 . concluyeron que la edificación debe ser capaz de resistir empujes sísmicos en ambos ejes así como cumplir con los requerimientos de evitar irregularidades que afecten su vulnerabilidad y así pueda desempeñar con la exigencia de ser edificio esencial

La investigación nos proporciona conocimiento para diseñar y calcular estructuras de este tipo, asimismo sobre el uso de programas de análisis estructural y distribución arquitectónica siguiendo la normas del ministerio de educación del Perú

.(Rodrigo Villalobos, 2019) investigó como mejorar el servicio educativo, luego de hacer un diagnóstico, analizándola según las Normas técnicas para el “Criterios de diseño para locales de primaria y secundaria” (RVM N° 084-2019-MINEDU, 2019), así como realizar sus estudios básicos, se propuso mejorar servicio educativo mediante el diseño de la infraestructura. Desarrollando una metodología de tipo no experimental y descriptiva, usando para ello las normas peruanas E.020, E.030, E.060.Se concluyó con el diseño de la distribución arquitectónica,los elementos estructurales y demás ambientes que requiere según lo estipula la RVM N° 084-2019-MINEDU

Esta investigación beneficia porque muestra el procedimiento a seguir para el diseño y cálculo de elementos estructurales de una institución educativa según la normatividad peruana

Como antecedentes Locales se tomaron :

(Yallico Baldeon, 2017), La investigación tiene como objetivo determinar el análisis sísmico comparativo en la superestructura del Pabellón A, partiendo de la hipótesis de que se producirían derivas no aceptables e irregularidades sísmicas. Se trata de una investigación aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. Además, se llevó a cabo un muestreo no probabilístico por conveniencia, eligiendo el Pabellón A del nivel secundario como muestra y considerando la totalidad de los pabellones del colegio Santa Isabel como población. La principal conclusión obtenida es que la estructura estudiada cumple con los parámetros de derivas máximas establecidos en la norma sismo resistente peruana E030. Sin embargo, aunque la estructura fue diseñada con los parámetros de la norma anterior, no cumple con los parámetros de irregularidad torsional, lo que lleva a descartar su aceptación. Desde el punto de vista social, esta investigación resulta relevante ya que tiene como objetivo mejorar la seguridad de las personas, especialmente de los estudiantes, en caso de un evento sísmico. Además, esta investigación puede resultar de gran utilidad para la comunidad de ingeniería civil, ya que se puede utilizar como base informativa para el diseño y construcción de estructuras más resistentes a sismos y terremotos.

Esta investigación nos brinda información sobre el procedimiento a seguir para analizar con la norma E 0.30

Se tienen en cuenta las siguientes bases teóricas:

Terremoto

es un fenómeno transitorio caracterizado por una vibración o movimiento repentino que se produce cuando la energía acumulada por la deformación de la Litosfera se libera de forma brusca y súbita en forma de ondas sísmicas. Este evento puede provocar distintos efectos,

como temblores en la tierra, fallas en la superficie, vibraciones, licuefacción, deslizamientos de tierra y tsunamis. En resumen, un terremoto puede ser descrito como un movimiento sísmico que ocurre de manera temporal debido a la liberación de energía acumulada. (VIDAL SANCHEZ, 1980)

Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica se refiere al nivel de susceptibilidad que tienen uno o varios edificios a sufrir daños parciales o totales durante los movimientos sísmicos de una determinada magnitud e intensidad en un lugar y tiempo específicos. Estos daños pueden generar pérdidas tanto materiales como humanas, lo que resulta en la pérdida de funcionalidad de las construcciones. La vulnerabilidad sísmica puede manifestarse en componentes físicos y funcionales de las edificaciones. En resumen, la vulnerabilidad sísmica se define como la propensión de los edificios a sufrir daños parciales o totales durante los movimientos sísmicos, lo que puede resultar en la pérdida de funcionalidad y en pérdidas materiales y humanas. (GARCES, 2017), pag 17

Análisis sísmico

Cuando se analiza sísmicamente una estructura, es fundamental examinar las fuerzas de inercia que se generan cuando la cimentación de la construcción experimenta una aceleración. Este proceso se divide en dos partes: primero, se determina la aceleración máxima a la que se verá expuesta la estructura, y segundo, se estudia el comportamiento de la misma. Las normativas contienen mapas sísmicos que especifican el tipo de zona y proporcionan información relevante para el análisis sísmico, como la aceleración sísmica de diseño y la respuesta espectral. En resumen, el análisis sísmico de una estructura implica la evaluación de las fuerzas de inercia generadas durante una aceleración en la cimentación, y se divide en dos partes que consideran la aceleración máxima y el comportamiento de la estructura. Los mapas

sísmicos de las normativas proporcionan información importante para este proceso.(Rochel Awad,Roberto , 2012)

placas:

El concepto de las placas tectónicas es fundamental en la definición de la litosfera, que está compuesta por un mosaico de aproximadamente doce placas que se mueven en intervalos de tiempo específicos. Es durante estos movimientos que se generan los eventos sísmicos. En otras palabras, la teoría de las placas tectónicas establece que la litosfera está fragmentada en placas que se desplazan constantemente y que los terremotos son el resultado de los movimientos de estas placas. (CHOQUEZA, y otros, 2018)Software de análisis estructural

En la actualidad, hay una amplia variedad de programas de análisis estructural disponibles que pueden realizar cálculos precisos, como CYPECAD, TEKLA, AUTODESK ROBOT, SAP2000 y MIDAS. En nuestro caso, hemos elegido utilizar el software ETABS.

Sismicidad en el Perú

Perú es considerado uno de los países con mayor potencial sísmico a nivel mundial debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se libera más del 85% de la energía acumulada en el interior de la Tierra. La actividad sísmica en esta zona es causada por la convergencia de placas, la cual ocurre a una velocidad de hasta 8 cm por año. En la costa oeste de América del Sur, la placa de Nazca se introduce debajo de la placa continental de Sudamérica, generando un proceso de subducción que provoca una importante actividad sísmica, volcánica y otros efectos asociados en el país. Durante más de 60 años, el Instituto Geofísico del Perú ha registrado sismos y los ha clasificado según su profundidad en sismos de foco superficial (profundidad menor a 60 km), de foco intermedio (profundidad entre 61 y 300 km) y de foco profundo (profundidad mayor a 351 km). (Tavera, 2019)

Análisis sísmico en colegios

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú establece los requisitos para el diseño sismorresistente de edificaciones. La parte correspondiente a colegios establece que los diseños deben contemplar los efectos sísmicos, teniendo en cuenta las características del suelo y la zona de ubicación de la edificación. En primer lugar, se debe realizar un estudio geotécnico del suelo para determinar su capacidad de soporte y su respuesta sísmica. A partir de este estudio, se debe establecer el nivel de amenaza sísmica de la zona y las características del suelo, que se utilizarán para definir los parámetros de diseño.

La norma establece que los edificios escolares deben ser clasificados en una de las categorías sísmicas establecidas, en función del nivel de amenaza sísmica y las características del suelo. Estas categorías van desde la A0, que indica que el edificio no está expuesto a un peligro sísmico significativo, hasta la D, que indica que el edificio está ubicado en una zona de alta amenaza sísmica y suelo muy pobre. Una vez definida la categoría sísmica, se establecen los parámetros de diseño, tales como el coeficiente sísmico, la aceleración máxima del suelo y las fuerzas sísmicas a considerar en el diseño. Estos parámetros se utilizan para calcular los esfuerzos y deformaciones en los elementos estructurales y para diseñar la resistencia de los elementos no estructurales, como las paredes, los vidrios y los acabados. En resumen, el análisis sísmico en colegios según la norma E.030 es un proceso riguroso que busca garantizar la seguridad de los estudiantes y el personal en caso de un evento sísmico. Se deben considerar la amenaza sísmica de la zona, las características del suelo y los parámetros de diseño establecidos por la norma para asegurar que la edificación sea capaz de resistir las fuerzas sísmicas generadas por un terremoto.

Riesgo sísmico

El riesgo sísmico es un fenómeno que tiene dos perspectivas diferentes: la científica y la económica. La perspectiva científica se enfoca en la probabilidad de ocurrencia de un terremoto, y es estudiada por sismólogos y expertos en geología. Por otro lado, la perspectiva económica se enfoca en la resistencia de la estructura ante un evento sísmico y es estudiada por ingenieros y arquitectos. Ambas perspectivas están estrechamente relacionadas, pero son abordadas de manera diferente debido a su naturaleza y objetivos. Los sismólogos se enfocan en la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de un terremoto y sus características, mientras que los ingenieros se enfocan en la evaluación de la capacidad de resistencia de una estructura ante un terremoto de una determinada magnitud. La relación entre la perspectiva científica y la económica del riesgo sísmico es fundamental para entender su impacto en la sociedad y en la economía. Por esta razón, se ha establecido una fórmula que permite calcular el riesgo sísmico y evaluar tanto la probabilidad de ocurrencia de un terremoto como la resistencia de la estructura ante este tipo de evento (Ocola, Leonidas, 2007)

Riesgo Aceptable

El nivel de riesgo aceptable se refiere al grado de riesgo que se considera tolerable, teniendo en cuenta las consecuencias y los beneficios esperados. Se pueden asignar diferentes niveles de riesgo aceptable a diferentes peligros, según la naturaleza de los fenómenos y el tipo de elementos expuestos al peligro. (Ocola, Leonidas, 2007)

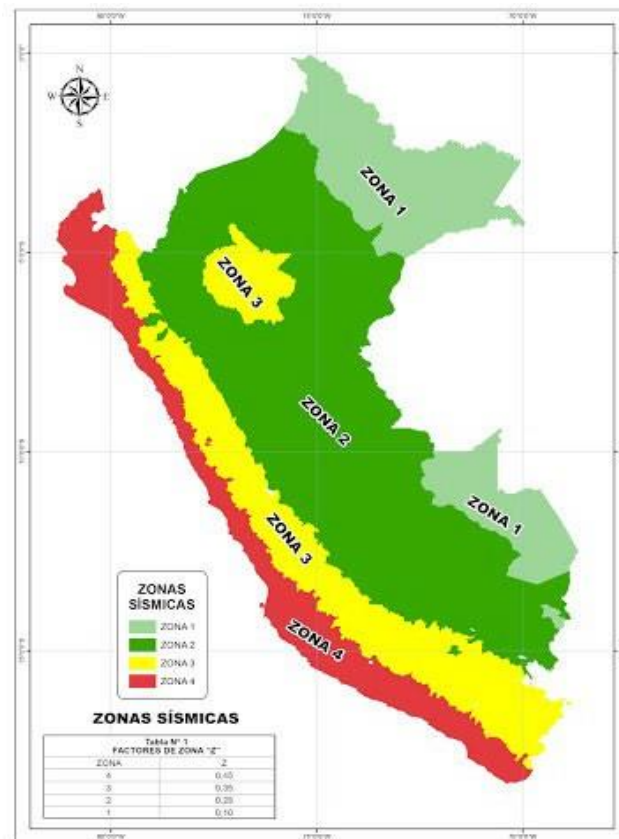
Análisis estructural

El análisis estructural es un proceso mediante el cual se calculan y determinan los efectos que las cargas y las fuerzas internas producen en una estructura. Este análisis es de gran importancia para los estructuralistas, ya que les permite calcular y distribuir un diseño óptimo

para soportar las cargas adecuadas. Además, el análisis estructural es esencial para que los ingenieros puedan validar el diseño de edificios y obras estructurales de gran envergadura. (Carigliano, Sam , 2015)

El Perú está dividida en cuatro zonas sísmicas según la norma E.030. (Norma Técnica E.030 “Diseño Sismo resistente”

Figura 1. Zonas sísmicas de Perú



Métodos de análisis

Según (LÓPEZ, 2014), De acuerdo con la información proporcionada, existen cuatro métodos principales para analizar la respuesta de una estructura ante un movimiento sísmico: análisis estático lineal, análisis dinámico lineal, análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal. El objetivo principal de estos métodos es determinar cómo se comportará la estructura ante un terremoto, teniendo en cuenta tanto

su elasticidad como su posible comportamiento inelástico. Los dos primeros métodos, análisis estático lineal y análisis dinámico lineal, se enfocan en el análisis de la estructura elástica y sus posibles efectos inelásticos. Estos análisis tienen en cuenta la demanda de deformaciones y resistencia de la estructura, y son muy importantes para evaluar la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas sísmicas. Los dos últimos métodos, análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal, incorporan elementos estructurales y de deformación que son definidos por el investigador. En estos análisis, se tiene en cuenta la resistencia de la estructura y la forma en que se deforma bajo cargas sísmicas. Es importante destacar que los resultados obtenidos a través de estos métodos deben cumplir con ciertos parámetros de aceptación y rechazo. Esto significa que, para ser considerados válidos, los resultados deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas que aseguren su precisión y confiabilidad.

Método Empírico:

Se trata de la opinión de un experto en análisis sísmico, patología estructural y diseño, que relaciona la intensidad del movimiento sísmico con el daño esperado en una estructura. A través de esta relación, se puede estimar la vulnerabilidad de una estructura ante un terremoto, lo que resulta muy beneficioso para la evaluación de múltiples edificaciones. No obstante, es importante destacar que este proceso requiere la participación de varios profesionales, lo que puede llevar a resultados subjetivos debido a diferentes puntos de vista y enfoques en el análisis. (LÓPEZ, 2014)

Método Analítico:

Se trata del examen de las estructuras y la evaluación de los materiales para determinar su respuesta ante cargas laterales. El análisis de estas características puede ser complicado debido al tiempo y al nivel de detalle que se requiere para examinar adecuadamente la estructura.

No obstante, es importante destacar que este análisis puede resultar muy efectivo para determinar el cálculo de la vulnerabilidad de la estructura. Por otro lado, para llevar a cabo este tipo de análisis, es necesario tener conocimientos especializados en software y capacidad para interpretar los datos obtenidos. (LÓPEZ, 2014)

Métodos Experimentales:

Se utilizan curvas de vulnerabilidad para mostrar la respuesta de una estructura a escala ante desplazamientos en su base. Para ello, se aplican cargas adicionales que permiten una mejor simulación sísmica. Estos ensayos pueden ser llevados a cabo utilizando cargas uniformes y actuadores de desplazamiento, así como una mesa vibradora. La principal ventaja de este tipo de ensayos es que proporcionan una representación realista de los efectos de un evento sísmico en la estructura. No obstante, es importante tener en cuenta que estos ensayos pueden resultar costosos debido a factores como la magnitud del proyecto y el tiempo necesario para llevarlo a cabo, lo que puede generar algunos inconvenientes. (LÓPEZ, 2014)

Métodos Estadísticos:

La evaluación de los daños en las estructuras después de un evento sísmico es fundamental y para ello, es necesario determinar el tipo de estructura y realizar un análisis de vulnerabilidad adecuado. En este análisis se pueden tomar en cuenta los daños causados en otras estructuras en eventos sísmicos anteriores para poder tener una guía en el trabajo. Sin embargo, una desventaja importante es que no se puede prever con exactitud los posibles eventos sísmicos que puedan ocurrir en el futuro, lo que puede dificultar la planificación y la evaluación de la vulnerabilidad de las estructuras. (LÓPEZ, 2014) Etabs 2019

(MARREROS, et al., 2020), Se afirma que el programa informático Etabs 2019 se emplea para el análisis y diseño de estructuras. Con el transcurso del tiempo, el software ha sido mejorado en un lapso de 40

años a través de investigaciones y su proceso de desarrollo en su modelado estructural. Es ampliamente utilizado en el campo de la ingeniería civil para facilitar el trabajo de diseño de estructuras mediante modelaciones simplificadas en imágenes. A través de este programa, se pueden obtener valores para hacer comparaciones y se facilita el manejo del modelo, permitiendo su visualización en distintas perspectivas y ángulos. Además, se puede importar dibujos desde el software Auto Cad hacia los modelos del software Etabs, lo que simplifica el proceso. El programa también incluye plantillas para verificar la estructura en cuanto a su desplazamiento lateral máximo y sus relativos admisibles, según lo estipulado por la norma E.030.

Respuesta Sísmica

(MARREROS, et al., 2020) La comprensión de la respuesta sísmica en diferentes estructuras es fundamental para la construcción de edificaciones más seguras y resistentes a los movimientos telúricos. Los autores sostienen que esta comprensión está intrínsecamente relacionada con las características estructurales y físicas de cada edificación en particular. Además, enfatizan en la importancia de conocer y comprender el manejo de las fuerzas sísmicas para poder resistir sus efectos. Uno de los factores fundamentales que se deben considerar en el diseño de estructuras sismorresistentes es la esbeltez, ya que esta nos informa sobre la relación entre la altura de un muro y su espesor. De esta manera, se sabe que un muro con mayor espesor es más resistente a soportar desplazamientos sísmicos. Es importante mencionar que en el análisis de una estructura sismorresistente se deben medir los efectos de volteo, flexión y corte. Los efectos de volteo y flexión pertenecen a la respuesta que experimenta la estructura al someterse a las fuerzas fuera de su plano, mientras que el efecto de corte pertenece a la respuesta que experimenta el muro al someterse a las fuerzas en su plano. En resumen, el conocimiento de la respuesta sísmica en diferentes estructuras es vital para diseñar edificaciones

resistentes a los movimientos telúricos. La comprensión de las características estructurales y físicas de cada edificación, junto con el manejo de las fuerzas sísmicas, permitirá a los ingenieros diseñar estructuras más seguras y resistentes. Además, la consideración de factores como la esbeltez y la medición de los efectos de volteo, flexión y corte en el análisis de la estructura, son cruciales para lograr una construcción sismorresistente y garantizar la seguridad de las personas en caso de un sismo.

Factores de la vulnerabilidad Sísmica

(NTP E.030, 2019) argumenta que los edificios clasificados como A2 son de vital importancia, especialmente los colegios, ya que su función durante y después de un evento sísmico es crítica y no puede ser interrumpida. Por lo tanto, es fundamental que su estructura sea capaz de soportar los movimientos laterales sísmicos y que se construyan de acuerdo con las regulaciones de la Norma E.030

Además, destaca que la construcción de estos edificios debe ser evaluada cuidadosamente por un ingeniero civil calificado para garantizar su resistencia sísmica adecuada. Por otro lado, el autor indica que el impacto en la educación de los niños y jóvenes no se limita solo a la pérdida de edificios escolares, sino que también se extiende a la interrupción del aprendizaje y la necesidad de trasladarse a otras escuelas. En consecuencia, la construcción de edificaciones esenciales debe considerarse una prioridad para la seguridad y el bienestar de la comunidad en general.

La peligrosidad sísmica y el factor de riesgo

La vulnerabilidad sísmica se refiere a la propensión de una estructura a sufrir daños debido a un terremoto, mientras que el riesgo sísmico es la probabilidad de que una estructura experimente daños en función de su ubicación y la intensidad del terremoto. Para determinar el riesgo sísmico, es necesario considerar la peligrosidad sísmica, la

vulnerabilidad y otros factores. La evaluación del riesgo sísmico es esencial para la planificación y el diseño de edificios, estructuras y sistemas de infraestructura en zonas sísmicas. Además, el riesgo sísmico también se considera en la planificación de la respuesta a desastres y la gestión de emergencias en caso de un terremoto. La comprensión de la peligrosidad y el riesgo sísmico es crucial para la seguridad pública y la prevención de daños y pérdidas humanas y económicas causadas por terremotos. (PEREPÉREZ, 2014)

Irregularidades Estructurales

(NTP E.030, 2019) afirma que ciertas irregularidades que pueden afectar negativamente la capacidad de respuesta de una estructura, señalando las siguientes:

Piso Blando:

Se produce cuando la magnitud del aumento en la deriva excede 1.4 veces la del piso superior inmediato

Columna Corta:

Este fenómeno se produce cuando la estructura no tiene suficiente flexibilidad para permitir el movimiento necesario en respuesta a un terremoto, lo que provoca fisuras en el elemento estructural. Es importante garantizar la libertad de movimiento de los elementos estructurales para minimizar los daños y garantizar la seguridad de las personas en edificios y estructuras durante eventos sísmicos. La limitación en el desplazamiento puede ser causada por diversos factores, como la rigidez excesiva o la falta de consideración de las fuerzas sísmicas en el diseño estructural..

Irregularidad en Planta:

La presencia de esta irregularidad puede poner en riesgo la seguridad estructural durante un sismo. Por esta razón, es importante seguir las recomendaciones de la Norma E.030, que proporciona soluciones para

terrenos irregulares y sugiere trabajar con terrenos más regulares para evitar esta situación. Además, la implementación adecuada de juntas sísmicas también es esencial para prevenir esta irregularidad

Juntas Sísmicas:

Según la Norma Técnica Peruana E.030, las juntas sísmicas tienen una función importante para permitir el movimiento libre de las estructuras durante un sismo. La norma establece que la distancia mínima entre las juntas debe ser de $\frac{2}{3}$ de la suma de los desplazamientos estructurales máximos para asegurar su eficacia en la prevención de daños estructurales.

Procedimientos metódicos para determinar la vulnerabilidad sísmica

La evaluación de la vulnerabilidad de las construcciones en caso de eventos sísmicos es un aspecto importante en la ingeniería estructural. El análisis de la vulnerabilidad mediante procedimientos analíticos se basa en parámetros similares a los utilizados en el diseño de las estructuras. Este análisis revela que las edificaciones con menor ductilidad, como las construidas con mampostería o muros de fábrica, son más vulnerables a los sismos. Además, las estructuras de concreto sin un adecuado refuerzo, o que presentan ciertos elementos estructurales que exhiben alteraciones considerables durante un evento sísmico, son evaluadas bajo cargas estáticas y en categorías elásticas. Esto se debe a que estas estructuras no tienen la capacidad de soportar deformaciones plásticas sin sufrir un daño intolerable.

Para obtener una evaluación de vulnerabilidad más confiable, es esencial realizar un análisis dinámico. Este tipo de análisis permite evaluar el comportamiento de la estructura ante fuerzas laterales elevadas y las posibles alteraciones que pueden surgir en los elementos estructurales en una categoría plástica. En resumen, el análisis de vulnerabilidad es crucial para identificar las debilidades de

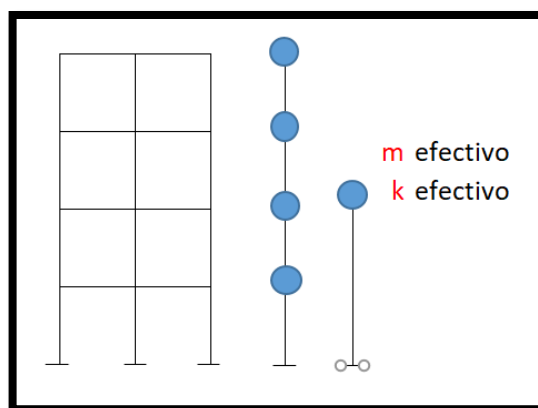
las construcciones y determinar las medidas necesarias para mejorar la resistencia sísmica de las mismas. (Caicedo Caicedo, y otros, 1994)

.Análisis estático

El método de análisis estático se utiliza para distribuir las fuerzas laterales en altura y calcular el desplazamiento angular de un edificio. Este método permite evaluar la capacidad elástica y de la primera cedencia de los elementos estructurales y su relación con la demanda, aunque no proporciona información sobre los mecanismos de falla o la redistribución de fuerzas durante el proceso de cedencia. En el modelo elástico de la estructura, es importante considerar la intensidad de la fuerza lateral para que los desplazamientos de diseño se correspondan con los desplazamientos máximos durante un evento sísmico. La estructura se modela con un grado de libertad y una rigidez elástica lineal.

Durante un sismo, las fuerzas laterales se distribuyen en la estructura de manera similar, y esta distribución se obtiene a través de la cortante base, que se distribuye en altura. Luego, se realiza un análisis estático lineal para determinar las cargas y las deformaciones angulares en el centro de la estructura.

Figura 2. Diagrama de Grado de Libertad



Elaboración Propia

a) Análisis por cargas gravitacionales.

Los análisis de cargas gravitatorias involucran cargas estáticas que se dividen en cargas muertas, también conocidas como permanentes, y cargas vivas, que son las sobrecargas.”. cargas

b) Carga viva o sobrecarga.

Las cargas gravitatorias son un factor importante a considerar en el diseño estructural de edificios, y se clasifican en cargas muertas o "permanentes" y cargas vivas o "sobrecarga". Las cargas vivas son aquellas que están constantemente en movimiento y pueden afectar ocasionalmente los ambientes de la edificación, como la masa de los habitantes, los muebles, los equipos, la nieve, el agua, etc. La disposición de estas cargas depende del uso que se les dé a los espacios. Las personas ocupantes, muebles, equipos, materiales y otros componentes portátiles son considerados como peso fortuito y son tolerados por la estructura del edificio. Además, también se denomina como sobrecarga a la carga distribuida de un peso unitario que se da por m^2 , y su valor se obtiene a través de la N.T.E E020.

Es importante que los ingenieros y diseñadores tengan en cuenta estas cargas al planificar y diseñar la estructura de un edificio, ya que pueden tener un impacto significativo en la capacidad de carga y la estabilidad del mismo. Una carga mal calculada podría provocar fallas en la estructura, lo que podría poner en riesgo la vida de las personas que lo ocupan. Por esta razón, se utilizan normas técnicas y métodos de análisis para determinar las cargas adecuadas y asegurar que la estructura pueda soportarlas de manera segura. Con una planificación y diseño cuidadosos, se puede garantizar que un edificio sea seguro y estable para sus ocupantes durante su vida útil.

Tabla 1. carga viva

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS	
	Kpa	Kgf/m2
CENTROS DE EDUCACIÓN		
Aulas	2.5	250
Talleres	3.5	350
Laboratorios	3.0	300
Corredores y escaleras	4.0	400

Fuente: RNE 2006

c) Carga Muerta o permanente.

Encontramos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) los pesos de los materiales que se consideran carga muerta, ya que estas cargas gravitatorias siempre ejercerán fuerza sobre la estructura. Esto incluye el peso de la propia estructura, así como de los tabiques, acabados y maquinarias para ascensores u otros aparatos de servicio que estén fijos a la estructura. De esta manera, se busca garantizar la seguridad y estabilidad de la edificación ante estas cargas estáticas que no varían con el tiempo. Es importante tener en cuenta estas cargas en el diseño y construcción de la estructura, para asegurar que esté dimensionada adecuadamente para soportarlas sin sufrir daños ni comprometer su integridad.

Tabla 2. Pesos unitarios

MATERIALES	PESO	
	kN/m3	Kgf/m3
Albañilería de:		
Adobe	16.0	1600
Und. De albañilería cocida sólidas	18.0	1800
Und. De albañilería cocida huecas	13.5	1350
Concreto Simple de:		
Cascote de ladrillo	18.0	1800
Grava	23.0	2300
Pómez	16.0	1600
Concreto Armado		
Enlucido o Revoque de:		
Mortero de cemento	20.0	2000
Mortero de cal y cemento	18.5	1850
Mortero de cal	17.0	1700
Yeso	10.0	1000

Fuente: RNE 2006

Tabla 3. Pesos unitarios para losas aligeradas

Espesor del aligerado (m)	Espesor losa superior (m)	Peso propio kPa	Peso propio kgf/m ²
0.17	0.05	2.8	280
0.2	0.05	3.0	300
0.25	0.05	3.5	350
0.3	0.05	4.2	420

Fuente: RNE 2006

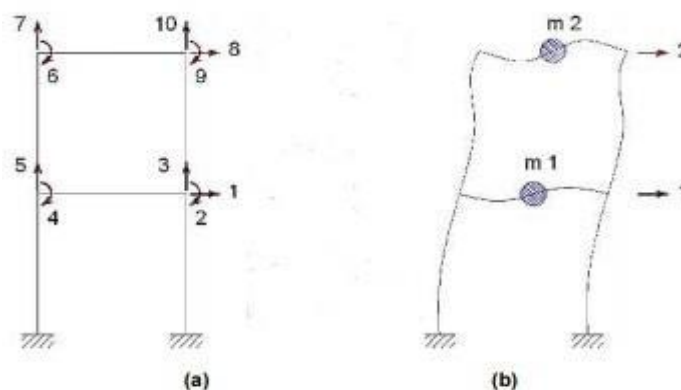
Análisis dinámico

(Reboredo, 1996) El análisis sísmico dinámico es una técnica utilizada en ingeniería estructural para evaluar la capacidad de una edificación para resistir los efectos de un terremoto. Este tipo de análisis se basa en la modelación matemática de la estructura y la simulación de las vibraciones generadas por un terremoto. En el análisis sísmico dinámico se consideran las fuerzas y momentos sísmicos que actúan en la estructura durante un evento sísmico. Estas fuerzas son calculadas en función de la aceleración del suelo y las características dinámicas de la estructura. La aceleración del suelo se puede obtener a partir de registros sísmicos históricos, modelos numéricos de propagación de ondas sísmicas o mediciones directas en el sitio. Una vez que se han determinado las fuerzas y momentos sísmicos, se procede a modelar matemáticamente la estructura utilizando técnicas como el método de elementos finitos o el método de la matriz de rigidez. Este modelo

permite determinar la respuesta de la estructura ante las fuerzas y momentos sísmicos calculados previamente. El análisis sísmico dinámico puede proporcionar información detallada sobre la capacidad de una estructura para resistir un terremoto, incluyendo la distribución de esfuerzos y deformaciones en la estructura. Esta información se puede utilizar para optimizar el diseño de la estructura y mejorar su capacidad sísmica. En resumen, el análisis sísmico dinámico es una técnica importante en ingeniería estructural que permite evaluar la capacidad de una estructura para resistir los efectos de un terremoto. Se basa en la modelación matemática de la estructura y la simulación de las vibraciones generadas por un terremoto, y puede proporcionar información detallada sobre la distribución de esfuerzos y deformaciones en la estructura

a). Grado de Libertad, Se entiende por grado de libertad al movimiento independiente que puede presentar cualquier punto en una edificación, ya sea en forma de desplazamiento o giro. Durante el análisis dinámico, se observa cómo estos desplazamientos cambian a lo largo del tiempo, generando variaciones en la velocidad y aceleración, que a su vez dan lugar a fuerzas de amortiguamiento, restitutivas e inerciales que también varían con el tiempo.

Figura 3. . Grados de libertad estáticos y dinámicos de un pórtico.



(a). Grados de libertad estáticos. (b). Grados de libertad dinámicos.

En este tipo de análisis, se verifica y controla la influencia de la masa en los modos de vibración más importantes de la estructura. Se consideran los primeros tres modos, de los cuales dos son modos de vibración traslacionales y uno es un modo de vibración torsional.

En el tipo de análisis dinámico se utilizan modelos matemáticos que consideran las propiedades dinámicas de la estructura y su respuesta ante movimientos sísmicos, los cuales son representados mediante un espectro de aceleraciones de suelo. Este espectro permite estimar las aceleraciones que experimentará la estructura en función de su periodo de vibración, lo que permite evaluar su comportamiento ante posibles sismos.

Componente de la Estructura

Es fundamental seguir la norma técnica E.030 para realizar el análisis modal espectral, ya que esta norma proporciona información detallada sobre ciertos parámetros técnicos, como la zonificación, las condiciones geotécnicas y la irregularidad (NTP E.030, 2019)

Zonificación:

La Norma Técnica E.030 establece los parámetros de vulnerabilidad sísmica asignados a todas las regiones del Perú, dependiendo de la zona de estudio. En este sentido, el factor Z representa la máxima aceleración horizontal que se origina en el suelo rígido, con una probabilidad del 10% de ser superada en un período de 50 años.

Figura Nro. 1: Zona Sísmica



Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Tabla 4. Factor de Zona "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Microzonificación Sísmica:

Los estudios que investigan los efectos sísmicos y los fenómenos naturales asociados, como la licuefacción de los suelos, los tsunamis y los deslizamientos, son de gran importancia para la prevención y mitigación de riesgos. A través de estos estudios se puede comprender cómo estos fenómenos pueden afectar a la población y a la

infraestructura de las ciudades, y así tomar medidas preventivas y de respuesta adecuadas. Los resultados del análisis de microzonificación, que permiten identificar las áreas más vulnerables y las zonas urbanas que necesitan ser modificadas, son de gran utilidad para el diseño de planes de ordenamiento territorial y la planificación urbana. En resumen, estos estudios son esenciales para garantizar la seguridad y bienestar de la población frente a los riesgos naturales y las amenazas sísmicas.

Condiciones Geotécnicas:

La Norma Técnica E.030 establece la organización de los perfiles del suelo en diferentes categorías, las cuales se determinan según las velocidades promedio de las ondas de corte. Así, se han establecido los perfiles Tipo S0 para roca dura, Tipo S1 para roca o suelos muy rígidos, Tipo S2 para suelos intermedios, Tipo S3 para suelos blandos y Tipo S4 para condiciones excepcionales. De esta manera, esta clasificación permite conocer las características del suelo en la zona de estudio y su respuesta ante un evento sísmico, lo cual es fundamental para la planificación y diseño de infraestructuras sismorresistentes y la reducción del riesgo sísmico en la zona.

Parámetros de Sitio (S, T_p y T_I)

Los parámetros de sitio se refieren a la elección del perfil adecuado para las condiciones del terreno en cuestión, y se basan en los valores de amplificación del suelo (S) y los valores de los periodos (T_p y T_I). En otras palabras, se trata de seleccionar el perfil de suelo que mejor se adapte a las condiciones locales para calcular la respuesta sísmica de una estructura. Esta selección es fundamental para garantizar la seguridad de las edificaciones en zonas sísmicas.

Tabla 5. Factor de suelo “S”

FACTOR DE SUELO “S”				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Tabla 6 Periodos “T_p” y “T_L”

PERÍODOS “T _P ” Y “T _L ”				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Factor de Amplificación Sísmica:

El Factor de Amplificación Sísmica se refiere a la extensión del tiempo en que ocurre una aceleración estructural en comparación con la aceleración del suelo. En otras palabras, es un parámetro que indica la magnitud del aumento en la amplitud de la vibración de una estructura en relación a la del suelo durante un evento sísmico. Este factor es importante para evaluar la respuesta sísmica de las edificaciones y diseñar medidas de seguridad que permitan reducir el riesgo de daños en caso de terremotos

Ecuación 1. Fórmulas para el Factor de amplificación

Tabla Nro. 10 Formulas para el factor de amplificación sísmica

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

Fuente: Extraída de la NTE.030 2019

Periodo Fundamental de Vibración

El Periodo Fundamental de Vibración se define como el tiempo que tarda una estructura en vibrar en cada dirección, y se puede calcular utilizando una fórmula específica. En otras palabras, este parámetro indica el tiempo que tarda una edificación en oscilar una vez en su dirección principal de vibración. El cálculo del periodo fundamental es importante para entender la respuesta sísmica de una estructura y diseñar medidas de seguridad adecuadas para prevenir daños durante un evento sísmico

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

Dónde:

$C_t = 35$ Para las edificaciones cuyos elementos estructurales en la dirección adecuada sea solamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento

$C_t = 45$ Para las edificaciones cuyos elementos estructurales en la dirección adecuada sea solamente:

- c) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras
- d) Pórticos de acero arriostrados.

$C_t = 60$ Para las edificaciones de albañilería y concreto armado duales, de muros ductilidad limitada estructurales y muros estructurales.

Fuente: Extraída de la NTE.030 2019 Categorías de las Edificaciones y Factor de Uso:

La Norma Técnica E.030 clasifica cada estructura en categorías específicas según su uso y la importancia que tenga en la construcción. La clasificación se determina utilizando una tabla que establece las diferentes categorías, y se utiliza para establecer las especificaciones de diseño y construcción adecuadas para cada tipo de estructura. Esta clasificación es esencial para garantizar la seguridad de las edificaciones en caso de eventos sísmicos y garantizar que cada estructura esté construida de acuerdo a las normas y regulaciones adecuadas.

Figura 4. Categoría de las edificaciones y factor “U”

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1.5
B Edificaciones Importantes	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.0
	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Sistemas estructurales y Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

Las categorías de las estructuras se basan en los materiales utilizados para su construcción en función de su capacidad para resistir los movimientos sísmicos en cada dirección de análisis. Sin embargo, si una estructura cuenta con más de un sistema estructural, se deberá utilizar el coeficiente R_o más bajo. Cabe mencionar que estos coeficientes no se aplican en estructuras del tipo péndulo invertido. Esta clasificación es crucial para garantizar la seguridad de las edificaciones durante eventos sísmicos y asegurar que se construyan de acuerdo con las normas y regulaciones apropiadas

Tabla 7. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Factores de Irregularidades (I_a , I_p)

Los factores de irregularidad (I_a , I_p) se utilizan para identificar las posibles irregularidades en la planta o altura de una estructura durante la etapa de diseño. Estos factores ayudan a evaluar la vulnerabilidad de la edificación ante movimientos sísmicos y permiten tomar medidas preventivas para reducir los riesgos. Es esencial tener en cuenta estas irregularidades durante el diseño de la edificación para garantizar que se cumplan con las normas y regulaciones de construcción apropiadas y asegurar la seguridad de las personas que la habitarán.

Tabla 8. Irregularidades en altura

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0.75
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia	
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Tabla 9. Irregularidades en planta

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

El Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas es un parámetro utilizado en el diseño estructural para reducir la magnitud de las fuerzas sísmicas que actúan sobre una edificación durante un evento sísmico. Este coeficiente se aplica a las fuerzas sísmicas calculadas mediante el análisis estructural y su valor se basa en la capacidad de resistencia de la estructura y su ductilidad. En términos generales, se utiliza para reducir la magnitud de las fuerzas sísmicas aplicadas a la estructura para evitar daños excesivos o colapsos durante un terremoto. Este coeficiente se establece en función de las normas y regulaciones locales

de construcción y puede variar según la categoría de la estructura y la zona sísmica en la que se encuentre

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

Aceleración Espectral

La aceleración espectral en sismología es una herramienta importante para el diseño sísmico de estructuras, ya que permite evaluar la capacidad de resistencia de una estructura ante diferentes frecuencias de vibración y la magnitud de las fuerzas sísmicas que pueden actuar sobre ella en caso de un terremoto. Para calcular las aceleraciones para cada dirección horizontal se empleará un espectro inelástico de pseudo aceleraciones.

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

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de investigación:

El enfoque cuantitativo es ampliamente utilizado en la investigación científica, ya que permite obtener resultados precisos y objetivos mediante la recolección de datos empíricos medibles. Este enfoque implica el uso de métodos estadísticos y matemáticos para analizar los datos y establecer relaciones entre variables. En contraposición al enfoque cualitativo, el enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos, con el fin de obtener conclusiones más precisas y generalizables. En resumen, la investigación cuantitativa es esencial para obtener mediciones y resultados precisos que puedan ser utilizados para validar hipótesis y teorías en diversas disciplinas científicas, (MONJE ALVAREZ, Carlos. , 2011)

3.1.2. Tipo de investigación:

3.1.2.1. Por el propósito:

Utilizaremos una investigación aplicada , ya que aplicaremos conocimientos sobre diseño sísmico a la estructura de la escuela en investigación directamente

(Lozada, 2014) Afirma que la investigación aplicada es aquella que genera conocimiento aplicándola directamente a solucionar problemas en la sociedad o en el sector productivo

3.1.2.2. Por el Diseño:

Se empleará el diseño no experimental-descriptivo.

(Hernandez, et al., 2014), En el diseño no experimental no existe la manipulación de variables, este tipo de investigación consiste en observar fenómenos en un contexto natural. Tal cual se desarrollo la presente investigación, en la cual solo aplicamos la norma E.030 a la estructura existente.



G1: Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica

O1: Colegio Esteban Pavletich

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable

Variable: Vulnerabilidad Sísmica

Viene a ser la propensión propia de la estructura a fallar o sufrir daños frente a un evento sísmico, y está muy ligada a las características de diseño , con que fue concebida y ejecutada, (Barbat Barbat, 1998)

En nuestra investigación se tendrá en cuenta una sola variable.

(Martinez, 2005)La variable está en función de cada investigación y se adapta a cualquier contexto

3.2.2. Matriz de clasificación de variables

Elaboración de la matriz de clasificación de las variables

Tabla 10. Matriz de clasificación de variables

CLASIFICACIÓN					
Variable	Relación	Naturaleza	Escala de Medición	Dimensión	Forma de Medición
Vulnerabilidad Sísmica	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3. Matriz de operacionalización de variables

La matriz de operacionalización de variables se encuentra ubicado en el Anexo 3.1

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población:

Esta dada por el área ocupada por el colegio Esteban Pavletich Trujillo, del distrito de Amarilis, departamento de Huánuco en el año 2022

3.3.2. Muestra:

El colegio Esteban Pavletich Trujillo, del distrito de Amarilis, departamento de Huánuco en el año 2022, el cual cuenta con un área techada de 269.59 m² en el primer piso, 308.24m² en el segundo piso, haciendo un total de 577.83 m². (Tabla No 14)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica:

Este apartado se enfoca en seleccionar las estrategias apropiadas para recopilar datos y validar las hipótesis empíricas propuestas. Las técnicas más adecuadas para recolectar información y probar las hipótesis son la observación directa no participante, el experimento y el análisis documental.. (ñaupas Paitan, y otros, 2018) pag 204

En nuestro caso utilizamos la técnica observación de tipo directa, por lo que se recopilaron los datos directamente de la estructura del colegio investigado.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

En esta investigación se utilizaron Guías de observación, aplicándola a la estructura de la I.E. Esteban Pavletich Trujillo, del distrito de Amarilis, departamento de Huánuco en el año 2022, (Anexo 4.1) .(ñaupas

Paitan, y otros, 2018), pag 215

Tabla 11. Instrumentos de recolección de datos

Etapas de Investigación	Instrumento	Validación
Levantamiento de datos de las Variables Sísmicas	Software Mirosoft Excel	Juicio de expertos especialistas en el tema de Investigación Norma técnica Peruana E030
Levantamiento de datos de las Característias Físicas y Geométricas	Software Mirosoft Excel	Juicio de expertos especialistas en el tema de Investigación
Grado de Vulnerabilidad Sísmica	Guia de Observación	Juicio de expertos especialistas en el tema de Investigación
Comportamiento Sísmico	Software Etabs	Juicio de expertos especialistas en el tema de Investigación Norma técnica Peruana E030

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos:

Los instrumentos de recolección de datos serán evaluados en cuanto a su validez utilizando los criterios normativos de certificación establecidos en la Norma Técnica Peruana EO30. Además, se empleará el juicio de expertos del Mag Jorge Luis Meza Rivas, quien tiene el código CIP 32326, según lo detallado en el Anexo 6.1.

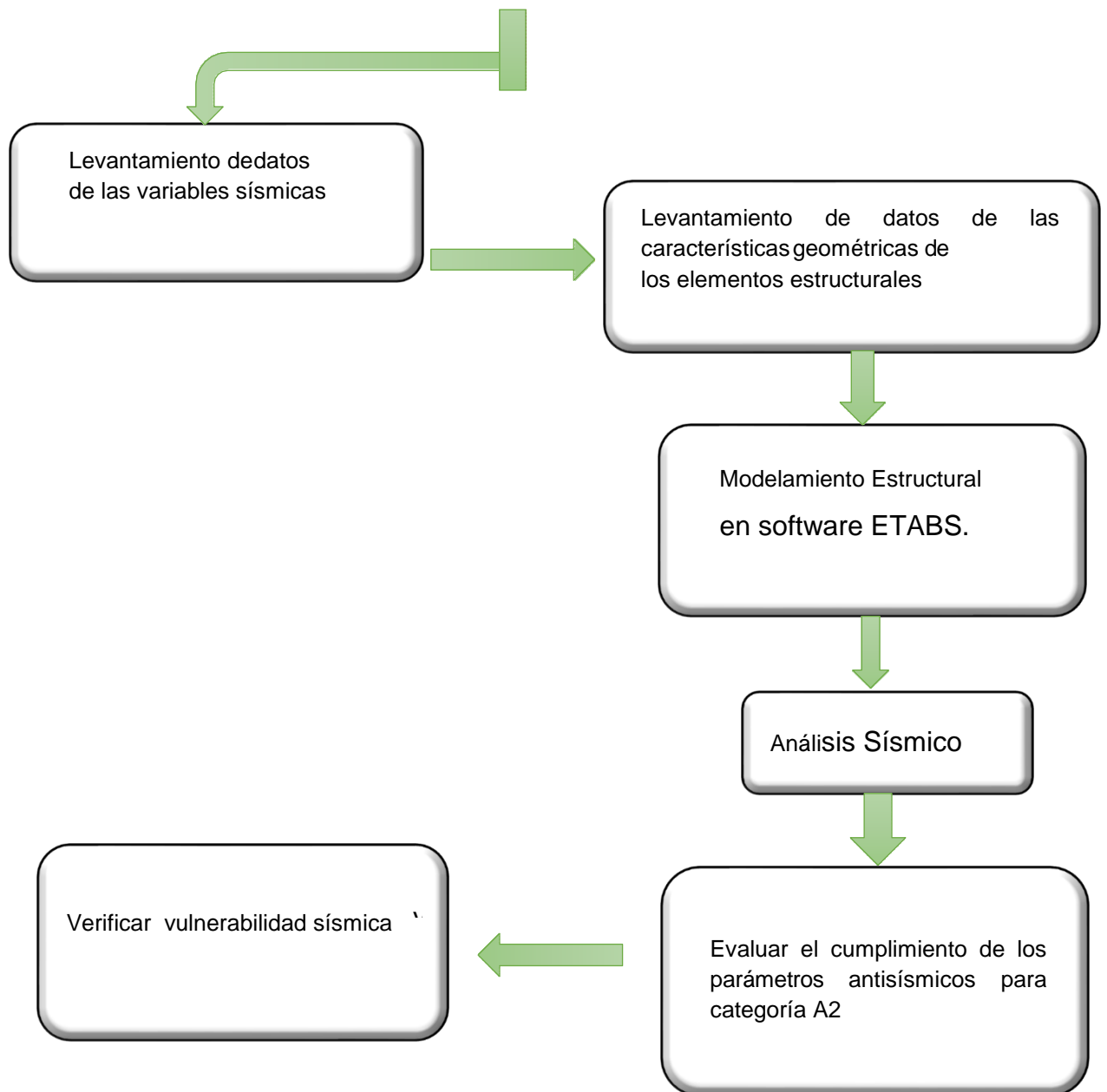
3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

La confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se refiere

a la capacidad de estos instrumentos para producir resultados consistentes y precisos en diferentes momentos y bajo diferentes condiciones. Es decir, si se usa el mismo instrumento para medir el mismo fenómeno en diferentes momentos y lugares, se espera que los resultados sean similares o iguales. La confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos es esencial para garantizar la validez y precisión de los resultados de la investigación. Si los instrumentos no son confiables, los datos recopilados pueden ser inexactos, lo que puede llevar a conclusiones erróneas y a la toma de decisiones equivocadas. Para evaluar la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos, se utilizan diferentes métodos, como la prueba-retest, la consistencia interna, la equivalencia de formas paralelas y la fiabilidad intercalificadores. La prueba-retest implica administrar el mismo instrumento dos veces a la misma muestra en diferentes momentos y comparar los resultados para evaluar la estabilidad temporal. La consistencia interna implica evaluar la relación entre las diferentes preguntas o ítems dentro del mismo instrumento. La equivalencia de formas paralelas implica administrar dos versiones diferentes del mismo instrumento a la misma muestra y comparar los resultados para evaluar la equivalencia entre los instrumentos. La fiabilidad intercalificadores implica evaluar la consistencia entre diferentes evaluadores que administran el mismo instrumento. En general, es importante tener en cuenta la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos al diseñar y realizar una investigación. Se deben utilizar métodos adecuados para evaluar la confiabilidad de los instrumentos, y los resultados deben ser interpretados con precaución y considerando los posibles errores o variaciones.

3.5. Procedimientos

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio
Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022



3.5.1. Levantamiento de datos de las variables sísmicas.

Para desarrollar nuestra investigación , como primer punto se tendrá que ejecutar un levantamiento de datos de las variables sísmicas, como el factor de zonificación, las condiciones geotécnicas, los parámetros de sitio y el factor de amplificación sísmica.

Para lo cual se obtendrán los planos del colegio Esteban Pavletich Trujillo de Amarilis-Huánuco, así como su ubicación en base a los datos del Google earth y datos de campo

3.5.2. Levantamiento de datos de las características geométricas de los elementos estructurales

En una segunda etapa se procederá a hacer un levantamiento de las características geométricas de los elementos estructurales, tales como columnas, vigas, losas de techo, así como de los elementos no estructurales y su distribución y ubicación dentro de los planos arquitectónicos

3.5.3. Modelamiento Estructural en software ETABS

A continuación se hará el Modelamiento Estructural en software ETABS 2020, de tal manera que los planos de arquitectura y estructuras se ingresen al software, con la finalidad de ejecutar el análisis sísmico estático y dinámico, que permita analizar el grado de vulnerabilidad según la NTP E 0.30

3.5.4. Análisis Sísmico

Una vez ingresados los datos y modelada la estructura del colegio Esteban Pavletich Trujillo de Amarilis-Huánuco, se procederá a desarrollar el análisis sísmico estático y dinámico, en base a la NTP E 0.30

3.5.5. Evaluar el cumplimiento de los parámetros antisísmicos para categoría A2

Se evaluará si la estructura investigada cumple con los parámetros antisísmicos para categoría A2

3.5.6. Verificar vulnerabilidad sísmica

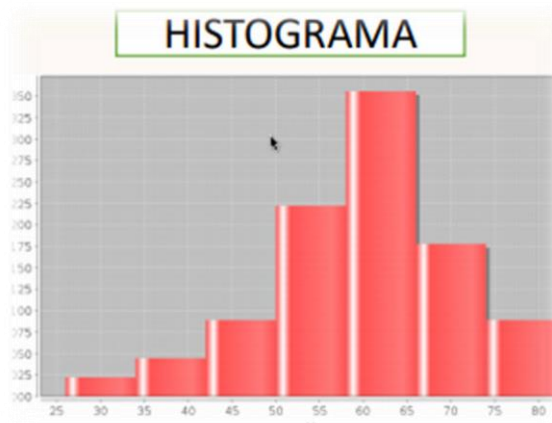
Se verificará la vulnerabilidad sísmica de la estructura del colegio Esteban Pavletich Trujillo de Amarilis-Huánuco

3.6. Método de análisis de datos

En nuestra investigación el método de análisis de datos usado es el correspondiente al Análisis Cuantitativo, ya que los datos se presentan en escalas de medición, ayudándonos del software Excel de Microsoft, así como del programa Etabs de análisis estructural, como herramientas

Dentro de las técnicas usadas se usaron las basadas en gráficos e histogramas, para analizar los diferentes indicadores de vulnerabilidad

Figura 5 Representación de histograma



Fuente: Universidad Cesar Vallejo

Un histograma es una representación gráfica de una distribución de

frecuencia de un conjunto de datos numéricos. El histograma consiste en un conjunto de rectángulos adyacentes, donde la base de cada rectángulo representa un intervalo de valores y la altura del rectángulo representa la frecuencia (o la densidad de frecuencia) de los datos que caen dentro de ese intervalo. Los histogramas son comúnmente utilizados en estadística para visualizar la forma de una distribución de datos, como su sesgo, simetría o curtosis.

3.7. Aspectos éticos

La ética es una cuestión fundamental para todo profesional, y en esta investigación realizada por los tesisistas, se ha dado especial atención a este aspecto para garantizar la originalidad y fiabilidad del trabajo. Para ello, se han consultado diversas fuentes de información de fuentes confiables, como tesis, revistas científicas, artículos, normas técnicas y expedientes técnicos, así como se ha solicitado la opinión de expertos en el tema. En todo momento se ha considerado la moral y la ética como aspectos fundamentales, lo que se refleja en la correcta citación según el Manual ISO 690 y 690-2, y en la realización de una verificación de originalidad mediante el programa Turnitin (véase Anexo 8 y 9).

IV. RESULTADOS

4.1. Levantamiento de datos de las Variables Sísmicas

4.1.1. Factor de Zonificación

El Factor de zonificación se obtuvo basándonos en los planos de ubicación y localización que se obtuvieron de la municipalidad de Amarilis, Huánuco, así como el Anexo 8 “zonificación sísmica” de la NTP E0.30, pag 49; según estas el colegio en estudio posee un factor $Z_4 = 0.25$

Figura Nro. 1: Mapa de Zonificación



Tabla 12. Zona sísmica

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
HUÁNUCO	HUÁNUCO	HUÁNUCO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		AMARILIS		
		CHINCHAO		
		CHURUMBAMBA		
		MARGOS		
		PILCO MARCA		
		QUISQUI		
		SAN FRANCISCO DE CAYRÁN		
		SAN PEDRO DE CHAULÁN		
		SANTA MARÍA DEL VALLE		
		YARUMAYO		
		YACUS		
SAN PABLO DE PILLAO				

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019 pag. 49

Tabla 13. Factor de Zona

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

4.1.2. Condiciones Geotécnicas

Para obtener las condiciones geotécnicas nos basamos en los estudios que la municipalidad de Amarilis ha ejecutado para el mejoramiento de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida Brancacho adyacente al local de estudio, donde obtienen una grava limosa con bloques GM según la terminología SUCS, con esto y basándonos en la caracterización dada en la NTP E 0.30 como se muestra a continuación:

Perfil Tipo S0: Roca Dura

Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Perfil Tipo S4: Condiciones excepcionales

Se definió que es un suelo intermedio, **Perfil Tipo S2** .

Con estos 2 factores vamos a la tabla N° 3 de la NTP E 0.30 y hallamos que el factor de suelo es 1.20

Tabla 14. Factor de suelo

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

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

4.1.3. Parámetros de Sitio

Según lo estipulado en el Capítulo 13 de la Norma de Diseño Sismo Resistente

E.030 (2019), los valores de los períodos corto y largo del suelo se relacionan con la zona sísmica y el perfil del suelo. Esto significa que los valores de TP y TL son diferentes en función de estos factores. En concreto, se ha establecido que para los valores de TP y TL sean iguales a 0.60seg y 2.00seg, respectivamente. Estos valores son importantes para llevar a cabo un diseño sísmico adecuado en las estructuras.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad \dots\dots (E.030, \text{art } 28.4.1)$$

$$h_n = 7.85$$

$$C_T = 35 \text{ (Pórticos concreto)}$$

$$\dots \rightarrow T = 7.85/35 \dots T = 0.22$$

Tabla 15. Periodos “Tp” y “TL”

Tabla N° 4 PERÍODOS “ T_P ” Y “ T_L ”				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Extraída de la NTP E.030 2019

4.1.4. Factor de Amplificación Sísmica

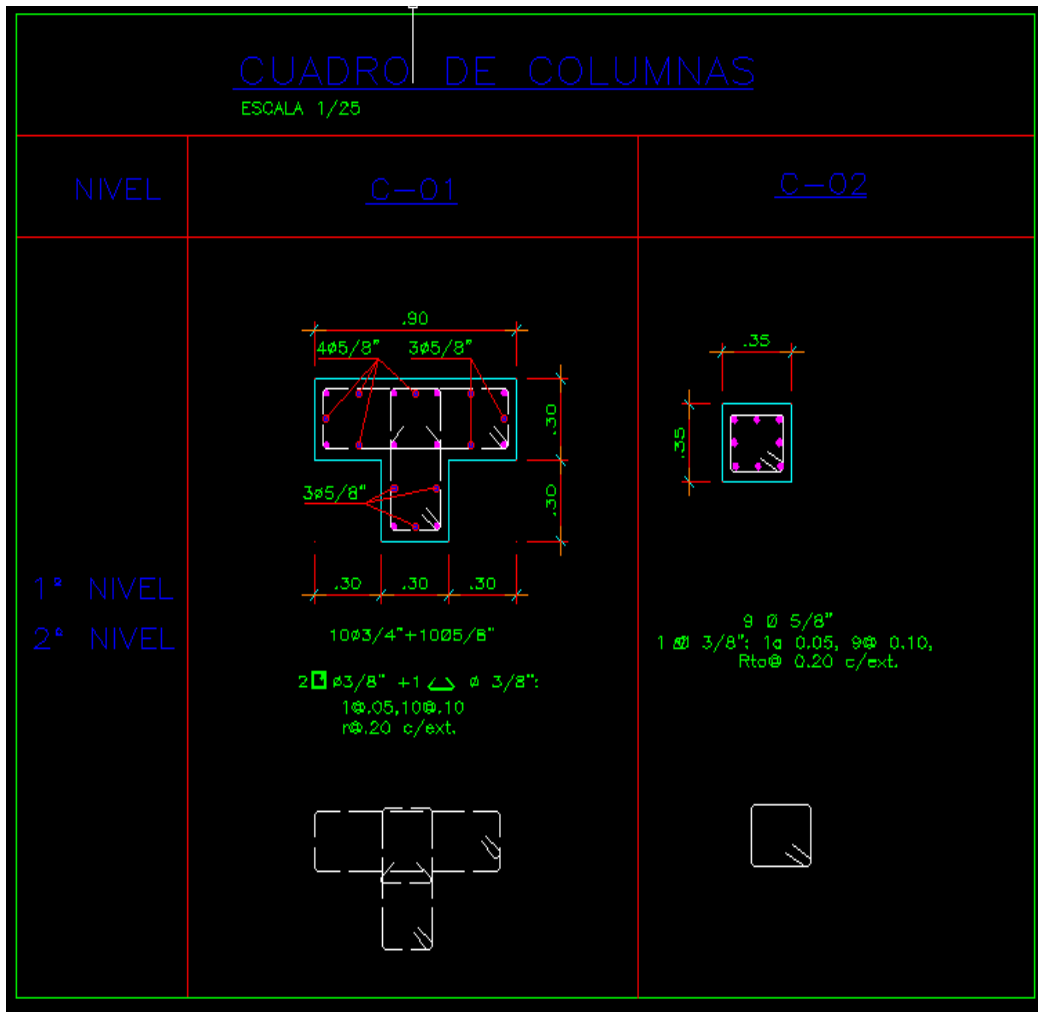
La Norma de Diseño Sismo resistente E.030 (2019) establece que el factor C es una fórmula que se utiliza para amplificar la respuesta del edificio a la aceleración del terreno. De acuerdo al inciso 14 de esta norma, el valor de C se determina a partir de la relación entre el periodo de vibración del edificio y el periodo de la superficie del suelo. Si el periodo de vibración del edificio es menor al periodo corto del suelo, entonces se debe tomar un valor de $C=2.5$. Esta información es relevante para el cálculo de la respuesta sísmica de una edificación y para garantizar su adecuada resistencia ante un evento sísmico.

4.2. Levantamiento de datos de las Características Geométricas

4.2.1. Columnas

Los datos de las columnas de la estructura del colegio a evaluar se tomaron de los planos de estructuras de la institución educativa, los cuales se verificaron con el levantamiento en campo, con la ayuda de una wincha métrica

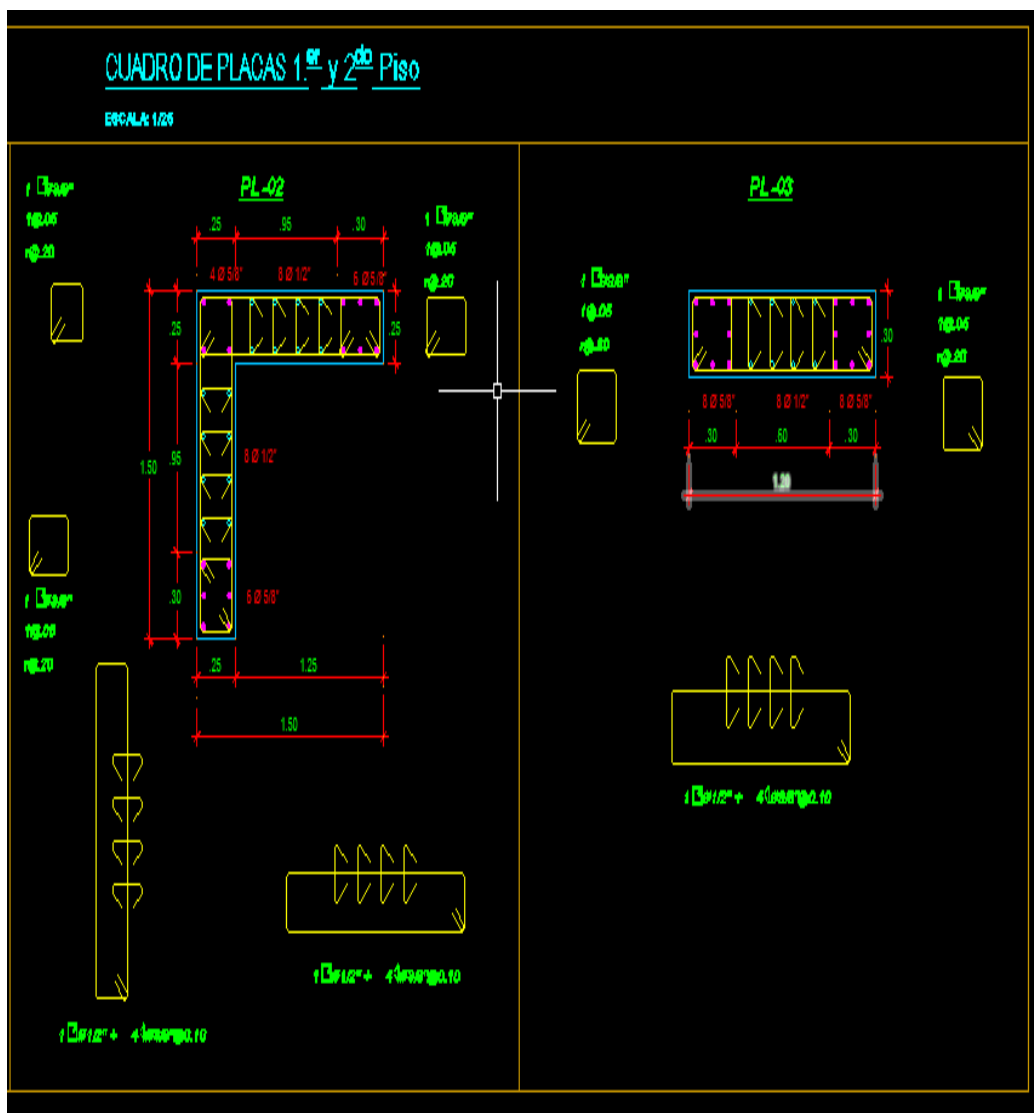
Figura 5. Cuadro de columnas



4.2.2. Placas

Los datos de las placas de la estructura del colegio a evaluar se tomaron de los planos de estructuras de la institución educativa, los cuales se verificaron con el levantamiento en campo, con la ayuda de una wincha métrica

Figura 6. Cuadro de Placas



4.2.3. Vigas

Los datos de las vigas de la estructura del colegio a evaluar se tomaron de los planos de estructuras del colegio a evaluar, los cuales se verificaron con el levantamiento en campo, con la ayuda de una wincha métrica

Figura 7. Cuadro de vigas

DETALLE DE VIGAS ESCALA: 1/25		
TIPO	ELEMENTO	REFUERZO
VS-01		6Ø5/8" 1Ø3/8" : 1 a. 0.5, 10@.10, rto@.20 cto x L
VS-02		10Ø3/4" + 2Ø1/2" 1Ø3/8" : 1 a. 0.5, 10@.10, rto@.20 cto x L

VS-03		<p>6 Ø1/2" 1 3/8":1a.05, 3@.10, 3@.15, rto@.20 c/ext.</p> <p>Ø3/8":100.05, 300.10, 30.15, 200.25 Ambos Lados</p>
V V-01		<p>6 Ø3/4" 1 3/8":1a.05, 10@.10, rto@.20 c/ext.</p>

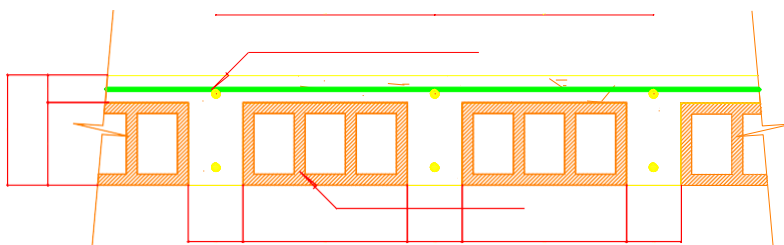
V V-02		<p>4 Ø3/8" 1 1/4": @.20</p>
V V-03		<p>6 Ø5/8" 1 3/8": 1a.05, 3@.10</p>
VP-01		<p>10 Ø5/8"+2 Ø1/2" 1 3/8": 1a.05, 10@.10, rto@.20 c/ext.</p>

4.2.4. Losas de techo

Los datos de las losas de techo de la estructura del colegio a evaluar se tomaron de los planos de estructuras del colegio a evaluar, los cuales se verificaron con el levantamiento en campo, con la ayuda de una wincha métrica

Se evidenciaron dos tipos de losa: en el primer piso una losa aligerada horizontal de $e=0.20\text{m}$ y en el segundo piso una losa aligerada a dos aguas de $e=0.20\text{m}$

Figura 8. Detalle de Losa Aligerada



DETALLE TIPICO DE ALIGERADO

ESC : 1/10

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

4.3. Modelamiento estructural en software ETABS

Con los datos de zonificación, condiciones geotécnicas, parámetros de sitio y factor de amplificación sísmica , así como el levantamiento de las características geométricas y otros de los elementos estructurales se procedió a realizar el modelamiento estructural del colegio Esteban Pavletich Trujillo, del distrito de Amarilis, departamento de Huánuco en el año 2022, el cual consistió en pasar los diferentes planos y características al software ETABS, para su posterior análisis.

Los planos se refieren al módulo B (de tres ambientes por piso) , por

ser el más representativo, ya que tiene un lado mas largo que el módulo A (de dos ambientes por piso)

Figura 9. Figura modulo Etabs



Fuente. Internet, uso libre

4.3.1. Planos de arquitectura.

Se dibujaron los planos de Arquitectura en Autocad y luego se modelaron en ETABS, se presentan vistas de los planos del módulo B

Figura 10. Planta primer piso módulo B

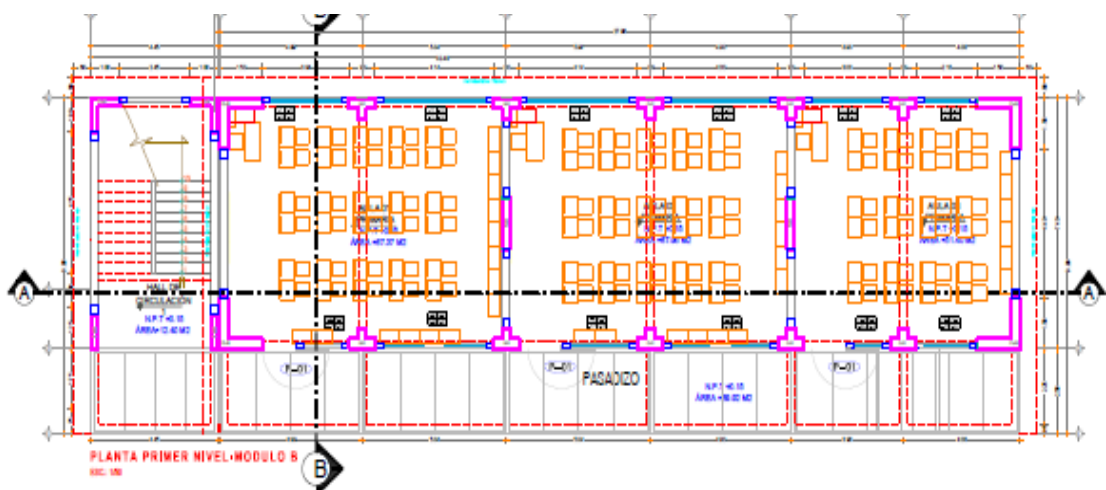


Figura 11. Planta segundo piso módulo B

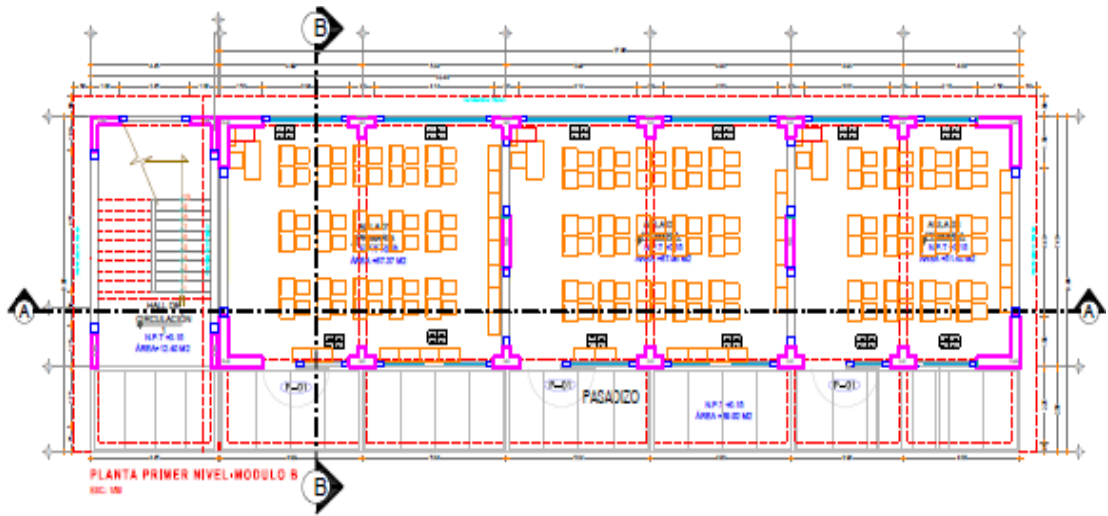


Figura 12. Techo segundo piso módulo B

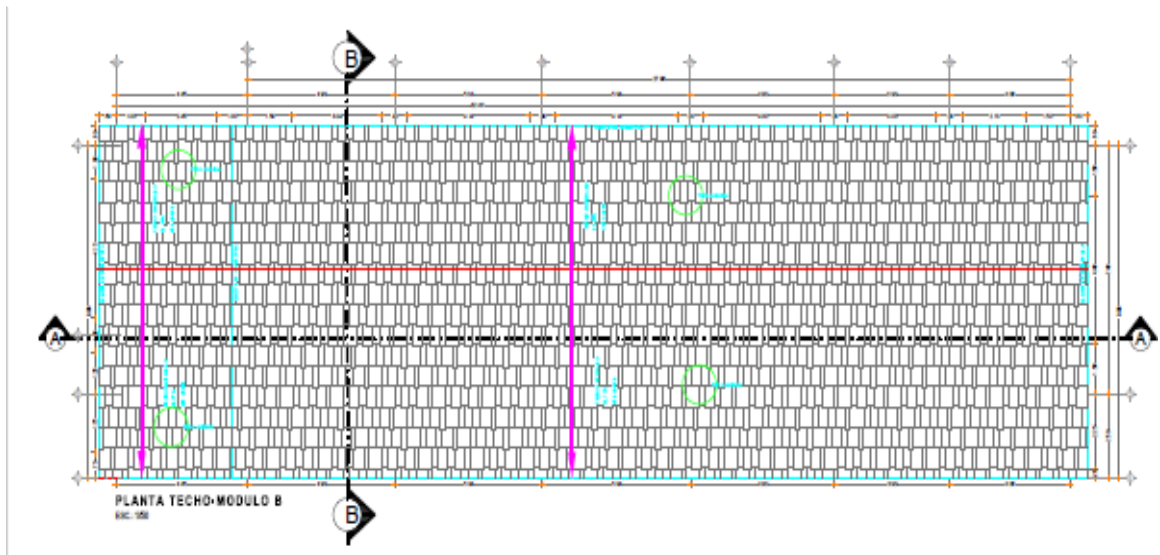
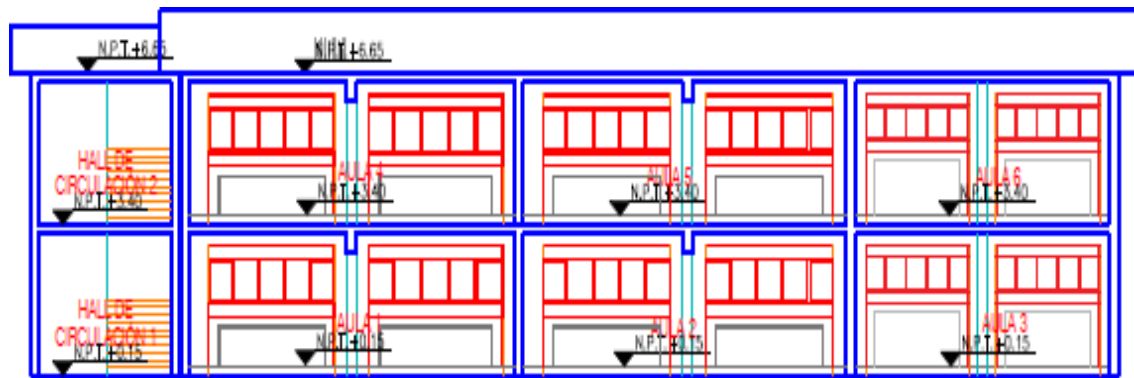
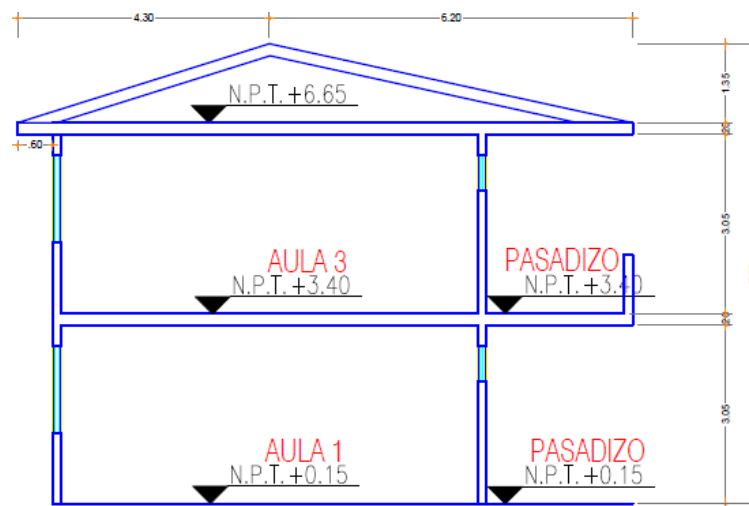


Figura 13. Corte longitudinal módulo B



CORTE A-A
ESCALA:1/50

Figura 14. Corte transversal módulo B



CORTE B-B
ESCALA:1/50

4.3.2. Planos de Cimentación

Se dibujaron los planos de Arquitectura en Autocad, se presentan vistas de los planos del módulo B

Figura 16. Cimentación módulo B

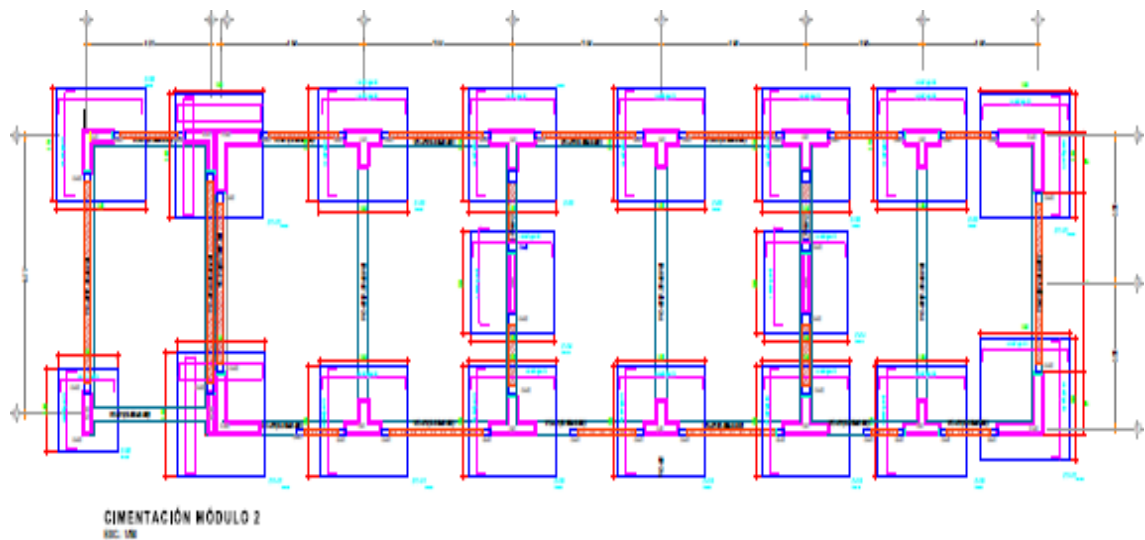
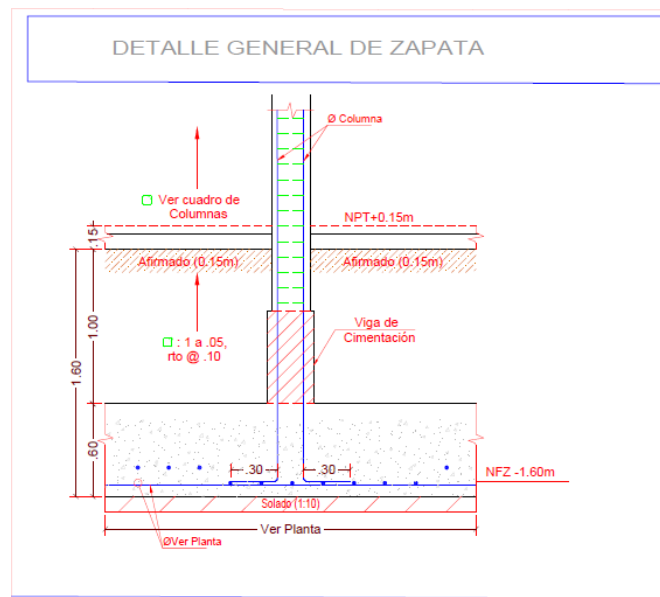


Figura 15. detalle de zapata



4.3.3. Planos de vigas y losa aligerada

Se dibujaron los planos de vigas en Autocad y luego se modelaron en ETABS, se presentan vistas de los planos del módulo B

Figura 18. Losa aligerada módulo B-1er nivel

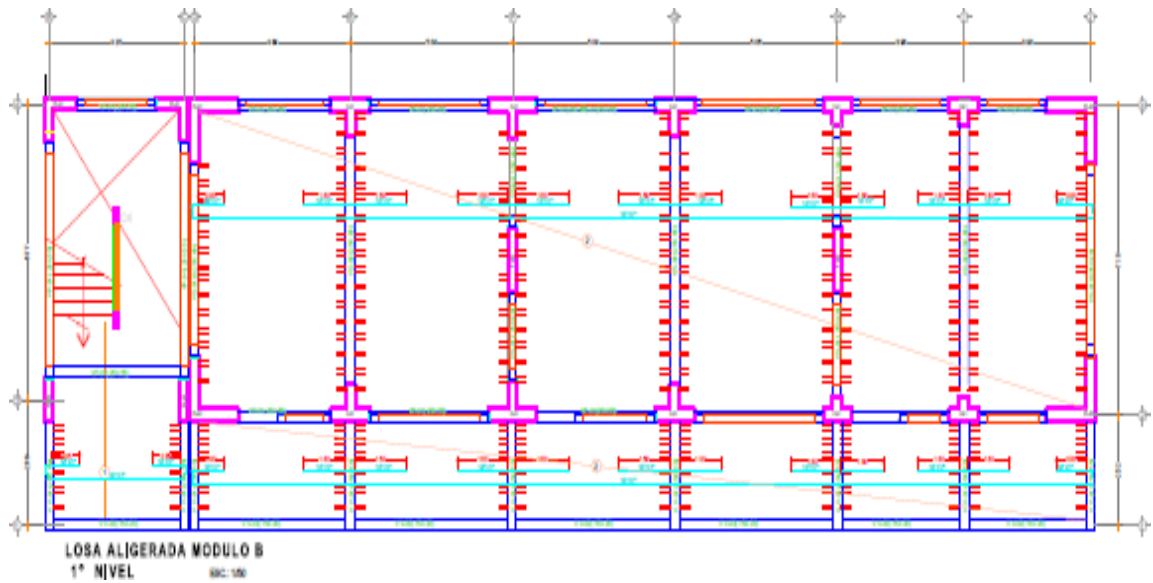


Figura 17. Losa aligerada módulo B-2do nivel

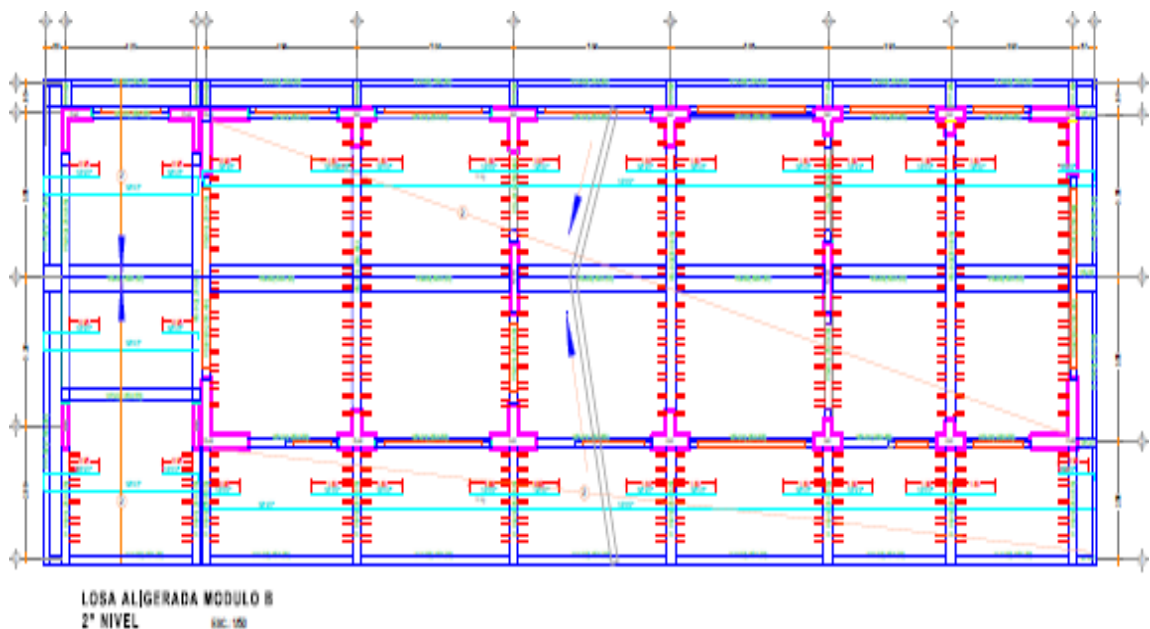


Figura 20. Pórtico típico- ejes E-G-I

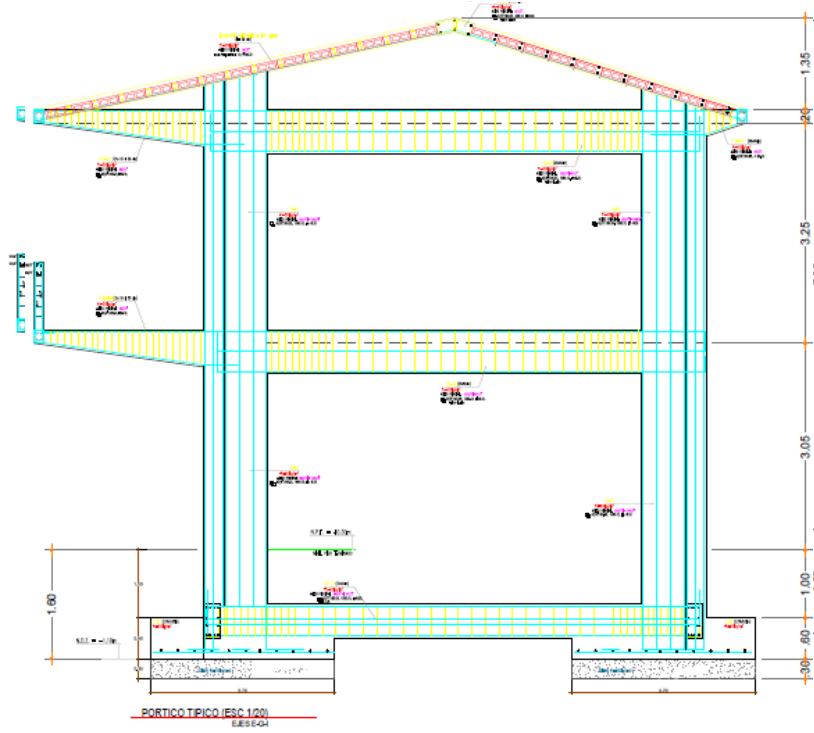
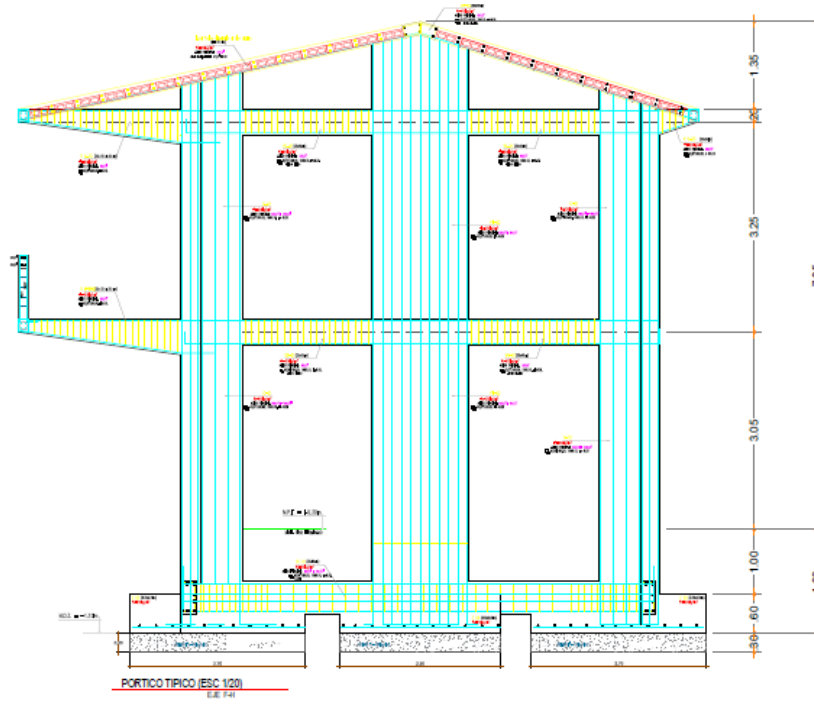


Figura 21. Pórtico típico- ejes F-H



4.4. Análisis sísmico

4.4.1. Factor de Importancia

El colegio Esteban Pavletich Trujillo, del distrito de Amarilis, departamento de Huánuco , se considera como una edificación esencial categoría A2 y su uso corresponde a un factor de **U=1.5** . (Norma de Diseño Sismoresistente E.030 ,2020, en su artículo 15)

4.4.2. Sistema Estructural y coeficiente básico de reducción (R)

La estructura bajo investigación, luego de analizar los planos respectivos y comparar con la visita de campo, se considera como un sistema aporricado regular, por lo que no sería necesario reducir el coeficiente básico de reducción, y se toma el 100% del asignado al concreto armado, correspondiéndole **R=8** ,(Norma de Diseño Sismoresistente E.030 ,2020, en su artículo 18, pag. 21)

4.4.3. Factores de irregularidad

En el análisis sísmico se presentan factores de irregularidad en altura y en planta, los cuales se analizan de acuerdo al artículo 20 de la NTP E.030

4.4.3.1. Factores de irregularidad en Altura

Se procedió a chequear la irregularidad en altura, aplicando la norma E 0.30 y la tabla N° 8 , a la estructura en estudio, tanto en la dirección x como en la dirección y . debido a que la estructura es regular en altura, y los elementos estructurales tienen una continuidad desde los

cimientos hasta el último piso, se concluyó que no tiene irregularidades de rigidez, piso blando, piso débil, extrema rigidez, extrema resistencia, geométrica vertical, discontinuidad en los sistemas resistentes y discontinuidad extrema de los sistemas resistentes, se presenta la irregularidad de masa o peso confirmándose que la estructura es regular en altura

Tabla 16. Peso Total de la Edificación

Nivel	Área (m ²)	Peso (Ton)	Ton/m ²	Masa
2	308.24	348.15	1.13	35.49
1	269.59	299.17	1.11	30.50
		647.32		65.99

$$I_a = 348.15 \text{ tonf} / 299.17 \text{ tonf}$$

$$I_a = 1.16 < 1.5 \text{ (regular por masa o peso)}$$

4.4.3.2. Factores de irregularidad en Planta

Se procedió a chequear la irregularidad en planta, aplicando la norma E 0.30 y la tabla N° 9 , a la estructura en estudio, tanto en la dirección x como en la dirección y . debido a que la estructura es regular en planta, y los elementos estructurales tienen una continuidad desde los

cimientos hasta el último piso, así como no tiene aberturas: se concluyó que no tiene irregularidad torsional, torsional extrema, esquinas entrantes discontinuidad del diafragma, sistemas no paralelos. Por lo tanto la estructura no presenta irregularidades en planta

4.5. Análisis sísmico estático

4.5.1. Análisis sísmico estático en dirección X-X

Resumiendo los datos calculados en ítems anteriores, se procede a aplicar la fórmula de la NTP E 0.30 para aplicarla al análisis sísmico estático, calculando primero el coeficiente de la cortante basal en la dirección X , el cual multiplicado por el peso de la estructura, nos dio la cortante basal estática en la dirección X

Z2=0.25	TX=0.425	Ia= 1.00
U= 1.50	TP=0.60	IP= 1.00
C= 2.50	TL=2.00	RO=8.00
S2= 1.05		R= 8.00

PTOTAL .=====>P= 647.32 ton

coeficiente de la cortante basal en la dirección X

$C = ZUCS/R .==> 0.1230469$ $V = (ZUCS/R)*P .==> 12.30\% (P)$

cortante basal estática en la dirección X

$$V_{estE_{xx}} \text{ .=====} > 79.65 \text{ ton}$$

$$C/R > 0.11 \text{ .==} > 0.3125 \text{ K= .=====} > 1.00 \checkmark$$

4.5.2. Análisis sísmico estático en dirección Y-Y

Resumiendo los datos calculados en ítems anteriores, se procede a aplicar la fórmula de la NTP E 0.30 para calcular primero el coeficiente de la cortante basal en la dirección Y , el cual multiplicado por el peso de la estructura, nos dio la cortante basal estática en la dirección Y

Z2=0.25	TY=0.701	Ia= 1.00
U= 1.50	TP=0.60	IP= 1.00
C= 2.14	TL=2.00	RO=8.00
S2= 1.05		R= 8.00

$$P_{TOTAL} \text{ .=====} > P = 647.32 \text{ ton}$$

coeficiente de la cortante basal en la dirección X $C = ZUCS/R \text{ .==} > 0.1053183$

$$V = (ZUCS/R) * P \text{ .==} > 10.53\% (P)$$

cortante basal estática en la dirección X

$$V_{estE_{YY}} \text{ .=====} > 68.17 \text{ ton}$$

$$C/R > 0.11 \text{ .==>} 0.27$$

$$K = \text{ .=====} > 1.10 \checkmark$$

4.5.3. Fuerza sísmica en altura X-X

La Cortante basal estática X-X, se distribuye según las alturas de los entrepisos, para hallar la fuerza sísmica aplicada en cada piso, en la dirección X-X

Tabla 17. Fuerza sísmica por entrepiso X-X

$$V.E_{XX} = 79.65 \text{ TON}$$

K=	1
----	---

NIVEL	Pi	hi	Pi*hi^K	(Pi*hi^K)/ (ΣPi*hi^K)	Fi
2	348.15	7.00	2,437.05	0.70	55.71
1	299.17	3.50	1,047.10	0.30	23.94
SumaPi*hi^k			3,484.15		79.65

ok

4.5.4. Fuerza sísmica en altura Y-Y

La Cortante basal estática Y-Y, se distribuye según las alturas de los entresijos, para hallar la fuerza sísmica aplicada en cada piso, en la dirección Y-Y

Tabla 18. Fuerza sísmica por entresijo Y-Y

V.E_{Y-Y}= 68.17 TON

K=	1.1
----	-----

NIVEL	Pi	hi	Pi*hi^K	(Pi*hi^K)/ (ΣPi*hi^K)	Fi
2	348.15	7.00	2,960.56	0.71	48.67
1	299.17	3.50	1,186.84	0.29	19.51
SumaPi*hi^k			4,147.40		68.17

ok

4.5.5. Desplazamiento lateral estático y distorsión del entresijo (deriva)

Las fuerzas sísmicas producen un desplazamiento cuando son aplicadas en los entresijos, tanto en el eje X, como en el eje Y

Las derivas son la diferencia de desplazamiento entre pisos consecutivos

4.5.5.1. Desplazamiento lateral estático y deriva en la dirección X

Tabla 19. Deriva estática en X-X

Story	Load case/combo	Dir.	Drift	Norma	Condición
Segundo nivel	SISMO X-X	X	0.000182	0.007	CUMPLE
Primer nivel	SISMO X-X	X	0.000154	0.007	CUMPLE

Fuente: Propia

En la tabla se puede ver que cumple la NTP E.030 en la dirección X, ya que las derivas son menores que 0.007

4.5.5.2. Desplazamiento lateral estático y deriva en la dirección Y

Tabla 20. Deriva estática en Y-Y

Story	Load case/combo	Dir.	Drift	Norma	Condición
Segundo nivel	SISMO Y-Y	Y	0.00029 3	0.00 7	CUMPL E
Primer nivel	SISMO Y-Y	Y	0.00023 1	0.00 7	CUMPL E

Fuente: Propia

En la tabla se puede ver que cumple la NTP E.030 en la dirección Y, ya que las derivas son menores que 0.007

4.6. Análisis sísmico dinámico

4.6.1. Análisis sísmico dinámico en dirección X-X

Resumiendo los datos calculados en ítems anteriores, se procede a aplicar la fórmula de la NTP E 0.30 para aplicarla al análisis sísmico dinámico,

Z2=0.25	TX=0.425	Ia= 1.00
U= 1.50	TP=0.60	IP= 1.00
C= 2.50	TL=2.00	RO=8.00
S2= 1.05		R= 8.00

PTOTAL .=====>P= 647.32 ton

Factor de escala en la dirección X

factor escala = ZUCS/R .==>0.12304688 cortante basal dinámica en la dirección X

Vdin. xx .=====>79.76 ton

4.6.2. Análisis sísmico dinámico en dirección Y-Y

Resumiendo los datos calculados en ítems anteriores, se procede a aplicar la fórmula de la NTP E 0.30 para aplicarla al análisis sísmico dinámico,

Z2=0.25	Ty=0.701	la= 1.00
U= 1.50	TP=0.60	IP= 1.00
C= 2.14	TL=2.00	RO=8.00
S2= 1.05		R= 8.00

PTOTAL .=====>P= 647.32 ton

Factor de escala en la dirección Y

factor escala= ZUCS/R.==>0.10531830

cortante basal dinámica en la dirección Y

Vdin. YY .=====>70.44 ton

4.6.3. Modos de Vibración bloque estructural en estudio

Periodos y masas participativas de los modos de vibración en el Bloque estudiado

Tabla 21. Modos de Vibración de la Estructura

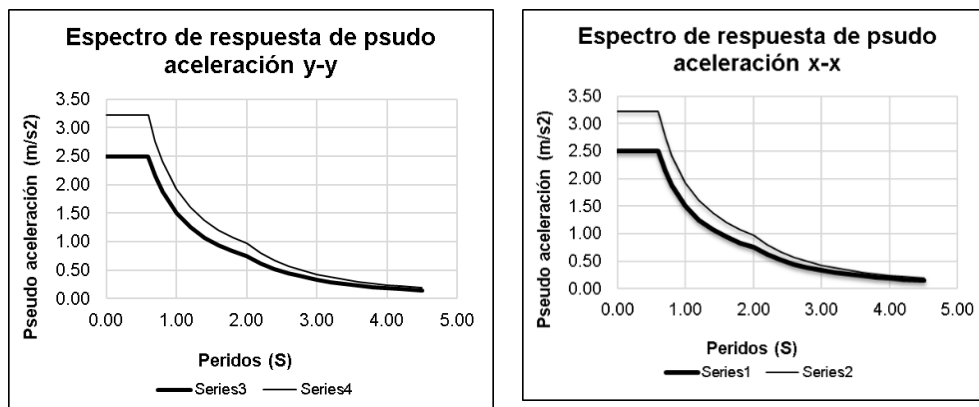
Modo	Periodo (T)	% Masa X	% Masa Y	%RZ	Acumulado X	Acumulado Y	Acumulado RZ
1	0.70	0.00	94.50	0.09	0%	95%	0%
2	0.46	6.07	0.09	87.27	6%	95%	87%
3	0.43	87.36	0.01	6.17	93%	95%	94%
4	0.22	0.00	4.82	0.00	93%	99%	94%
5	0.14	0.19	0.57	0.01	94%	100%	99%
6	0.13	5.22	0.02	0.40	100%	100%	99%

4.6.4. Espectro de Pseudo aceleraciones del Pabellón en estudio

Tabla 22. Valores del (T vs C) y (T vs Sa) para cada periodo del Bloque en estudio

ESPECTRO DE ACELERACIONES Y-Y			ESPECTRO DE ACELERACIONES X-X		
T(s)	C	Sa(m/s ²)	T(s)	C	Sa(m/s ²)
0.00	2.50	3.219	0.00	2.50	3.219
0.20	2.50	3.219	0.20	2.50	3.219
0.40	2.50	3.219	0.40	2.50	3.219
0.60	2.50	3.219	0.60	2.50	3.219
0.70	2.14	2.759	0.70	2.14	2.759
0.80	1.88	2.414	0.80	1.88	2.414
1.00	1.50	1.931	1.00	1.50	1.931
1.20	1.25	1.609	1.20	1.25	1.609
1.40	1.07	1.380	1.40	1.07	1.380
1.60	0.94	1.207	1.60	0.94	1.207
1.80	0.83	1.073	1.80	0.83	1.073
2.00	0.75	0.966	2.00	0.75	0.966
2.20	0.62	0.798	2.20	0.62	0.798
2.40	0.52	0.671	2.40	0.52	0.671
2.60	0.44	0.571	2.60	0.44	0.571
2.80	0.38	0.493	2.80	0.38	0.493
3.00	0.33	0.429	3.00	0.33	0.429
3.20	0.29	0.377	3.20	0.29	0.377
3.40	0.26	0.334	3.40	0.26	0.334
3.60	0.23	0.298	3.60	0.23	0.298
3.80	0.21	0.267	3.80	0.21	0.267
4.00	0.19	0.241	4.00	0.19	0.241
4.20	0.17	0.219	4.20	0.17	0.219
4.50	0.15	0.191	4.50	0.15	0.191

Figura 22. Curva de diseño del espectro de pseudo aceleración para el del Bloque en estudio



4.6.5. Desplazamiento lateral dinámico y distorsión del entrespiso

4.6.5.1. Desplazamiento lateral dinámico y deriva en la dirección X-X

Tabla 23. Deriva dinámica en X-X

Story	Load case/combo	Direction	Drift	NORMA	CONDICIÓN
Segundo nivel	SISMO DINÁMICO X-X Max	X	0.000152	0.007	CUMPLE
Primer nivel	SISMO DINÁMICO X-X Max	X	0.00013	0.007	CUMPLE

Fuente: Propia

En la tabla se puede ver que cumple la NTP E.030 en la dirección X, ya que las derivas son menores que 0.007

4.6.5.2. Desplazamiento lateral dinámico y deriva en la dirección Y

Tabla 24. Deriva dinámica en Y-Y

Story	Load case/combo	Direction	Drift	NORMA	CONDICIÓN
Segundo nivel	SISMO DINÁMICO Y-Y Max	Y	0.000261	0.007	CUMPLE
Primer nivel	SISMO DINÁMICO Y-Y Max	Y	0.000213	0.007	CUMPLE

Fuente: Propia

En la tabla se puede ver que cumple la NTP E.030 en la dirección Y, ya que las derivas son menores que 0.007

4.6.6. Fuerza cortante del Pabellón en estudio

Fuerza cortante estático vs dinámico para el Pabellón en estudio

Tabla 25. Escalamiento de Fuerzas Cortantes

Escalamiento de Fuerzas Cortantes

Sismo	V estatica (ton)	90% V estatica (Ton)	V dinamica	Factor de escala
X	79.65	71.685	79.76	-
Y	68.17	61.353	70.44	-

Como el cortante dinámico es superior al 90% del cortante estático no es necesario escalar

4.7. Junta de separación Sísmica

$$S = 0.006 h \geq 0.03 \text{ m}$$

$$S = 0.006 * 7.85 \text{ m} \quad S = 0.05 \geq 0.03 \text{ m}$$

El análisis se realizó en la dirección X-X, el desplazamiento máximo de la azotea es 0.0293 m; entonces se procedió a calcular la separación a límite de terreno.

$$S = 2/3 * D.\text{máx} \quad S = 0.02 \text{ m}$$

$$S = 1/2 * S \quad S = 0.02 \text{ m}$$

En caso se construya una ampliación colindante, esta deberá tener una junta de separación sísmica de 3cm

V. DISCUSIÓN

5.1. Respuesta a la pregunta de investigación, validación de la hipótesis y características producto solución.

El colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco en el 2022, cumple con la NTP E.030, estando dentro de las edificaciones de categoría A2 según la misma norma, por lo que la respuesta a la hipótesis planteada es positiva, la investigación se realizó usando una guía de observación y el software ETABS 2000, encontrando que sus desplazamientos y derivas son menores al 0.007.

5.2. Interpretación de la figura No 4 : Cuadro de Columnas

Al analizar las secciones geométricas de la columnas se encuentran secciones en "T" de 0.90mx0.60m y cuadradas de 0.35mx0.35m, las que cumplen con el requisito de la NTP E.030 de ser mayores a 1000cm², además están distribuidas a luces máximas de 5.04m en XX y 5.70m en YY, lo que le aporta rigidez a la estructura en ambos sentidos, además de longitud de anclaje a las vigas, eso explicaría los desplazamientos y derivas mínimas

5.3. Interpretación de la figura No 5 : Cuadro de Placas

En este cuadro se detallan las placas que aportan rigidez a la estructura en ambos sentidos, se encontraron placas en "L" de 1.50mx 1.50mx 0.25m en las esquinas , y placas lineales de 1.20mx0.30m en los tramos centrales, lo que junto a las columnas aporta rigidez a la estructura en ambos sentidos, y ayuda a bajar los los desplazamientos y derivas

5.4. Interpretación de la figura No 6 : Cuadro de Vigas

En este cuadro se evidencian las vigas de la estructura materia de investigación las cuales son vigas peraltadas VP de 0.25mx0.55m, VV-03 y VS01 0.25mx0.40m, VV01 y VV02 0.25x0.55, las de

secciones iguales varían en la cantidad de acero de 5/8" y 3/4", asimismo una viga VS-03 cumbrera 0.60mx0.20m que corona el techo a dos aguas del segundo nivel, aparte una viga de borde VV-02 0.15mx0.20m. todas las vigas permiten una longitud de anclaje adecuada y suficiente en las uniones de viga-columna y viga-placa, lo que evitaría la formación de rótulas plásticas en caso de sismo

5.5. Interpretación de Figura Nro. 7: Tipo de Losa Aligerada

Se evidenció una losa aligerada en un sentido plana en el primer piso y el mismo tipo de losa pero a dos aguas en el segundo piso, ambas de $e=0.20m$

5.6. Interpretación de Figuras Nro. 8-9-10-11: Planos de arquitectura

Se muestran los planos de arquitectura de los dos piso y el techo en planta que conforman la estructura analizada, se verifica distribución regular, sin la presencia de esquinas entrantes, con tres ambientes por piso y un pasadizo exterior. Asimismo los planos de corte longitudinal y transversal que evidencian una elevación regular y que los elementos estructurales no se interrumpen ó varían en su desarrollo, lo que justifica la no existencia de irregularidades tanto en planta como en elevación

5.7. Interpretación de Figuras Nro. 12-13: Planos de cimentación

En estos planos se observa la existencia de Zapatas de 3.00mx3.00mx0.60m y 3.00mx2.70mx0.60m , conectadas en sentido XX y YY por una viga de cimentación de 0.35mx0.90m ; la profundidad de desplante fondo de cimentación es -1.60m, todo esto le da solidez y estabilidad a la estructura

5.8. Interpretación de Figuras Nro. 14-15-16-17-18: Planos de losa aligerada y Pórticos

Se muestran los planos de losa aligerada plana en el primer nivel y a

dos aguas en el segundo nivel, su espesor es de $e=0.20\text{m}$, de un sentido que en este caso es el longitudinal en los dos pisos.

Asimismo muestra los detalles de los pórticos típicos en elevación que refuerzan la estructura de acuerdo a sus ejes transversales: D-J 2 con placas verticales de 1.50m en los extremos así como las vigas de cimentación y por niveles, además de la losa de techo inclinado que lo conforman; pórtico ejes E-G-I con columnas "T" en los extremos así como las vigas de cimentación y por niveles, además de la losa de techo inclinado que lo conforman; pórtico ejes F-H con columnas "T" en los extremos y placa 1.20m ancho en el centro del tramo, así como las vigas de cimentación y por niveles, además de la losa de techo inclinado que lo conforman

5.9. Interpretación Tabla Nro. 14: Peso total de la edificación

Se muestran los pesos por piso y total de la edificación, así como las áreas respectivas en el eje X-X, correspondiendo un área de 269.59m², 299.17 ton de peso y una masa de 30.50 al piso 1, un área de 308.24m², 348.15 ton de peso y una masa de 35.49 al piso 2, siendo la relación de pesos de 1.16 lo cual es menor que 1.5 , lo que implica que no existe irregularidad por masa y peso

5.10. Interpretación Tabla Nro. 15: Fuerza sísmica por entrepiso X-X

En la tabla se observan las fuerza sísmicas horizontales aplicadas en cada entrepiso F_i y la fuerza cortante total de acuerdo al análisis sísmico estático en el eje X-X, siendo como sigue: 23.94ton en el primer nivel, 55.71 ton en el segundo nivel, sumando obtenemos que la fuerza cortante basal en el eje XX es

75.65 ton

5.11. Interpretación Tabla Nro. 16: Fuerza sísmica por entrepiso Y-Y

En la tabla se observan las fuerza sísmicas horizontales aplicadas en cada entrepiso F_i y la fuerza cortante total de acuerdo al análisis sísmico estático en el eje Y-Y, siendo como sigue: 19.5ton en el primer nivel, 48.67 ton en el segundo nivel, sumando obtenemos que la fuerza cortante basal en el eje YY es 68.17 ton

5.12. Interpretación Tabla Nro. 17: Deriva estática en X-X

Se visualizan las derivas en el eje XX, calculadas por el Etabs en el análisis sísmico estático, siendo en el primer piso 0.000154 y en el segundo piso 0.000182, ambas menores que 0.007 por lo que cumplen lo especificado en la NTP E.030

5.13. Interpretación Tabla Nro. 18: Deriva estática en Y-Y

Se visualizan las derivas en el eje YY, calculadas por el Etabs en el análisis sísmico estático, siendo en el primer piso 0.000231 y en el segundo piso 0.000293, ambas menores que 0.007 por lo que cumplen lo especificado en la NTP E.030

5.14. Interpretación Tabla Nro. 18: Modos de vibración de la estructura

En la tabla se evidencia que el eje YY presenta un periodo de 0.70segundos en el primer modo de vibración, aportando el 94.50% de la masa efectiva, asimismo en la dirección XX el 87.36% de la masa tiene un periodo de 0.43seg en el modo3. Sin embargo ambos sentidos superan el 90% de masa efectiva participando ya que en el eje XX suman el modo 2, 3 y 6 de vibración participando el 98.65% de masa , mientras que en el eje YY suman los modos 1,4 y 5 participando el 99.89% de masa

5.15. Interpretación Tabla Nro 19: Espectro pseudo aceleraciones X-X y Y-Y

Se visualizan los valores del espectro de pseudo-aceleración tanto en el eje XX como en el eje YY, mostrándose la variación del coeficiente de amplificación "C" y aceleración S_a versus los valores del periodo T; indicándose en negrita los valores en puntos de inflexión T_p y T_I en la curva de diseño que se graficará

5.16. Interpretación Figura Nro. 20: Curva de diseño del espectro de pseudo aceleración

Se presenta la Curva de diseño del espectro de pseudo aceleración calculada con los valores del espectro de pseudo-aceleración tanto en el eje XX como en el eje YY vistos en la tabla N° 20

5.17. Interpretación Tabla Nro21: Desplazamiento lateral dinámico y deriva en la dirección X

Se visualizan las derivas en el eje XX, calculadas por el Etabs en el análisis sísmico dinámico, siendo en el primer piso 0.00013 y en el segundo piso 0.000152, ambas menores que 0.007 por lo que cumplen lo especificado en la NTP E.030.

5.18. lateral dinámico y deriva en la dirección Y Interpretación Tabla Nro22: Desplazamiento

Se visualizan las derivas en el eje YY, calculadas por el Etabs en el análisis sísmico dinámico, siendo en el primer piso 0.000213 y en el segundo piso 0.000261, ambas menores que 0.007 por lo que cumplen lo especificado en la NTP E.030

5.19. Interpretación Tabla Nro23: Fuerza cortante estático vs dinámico

Se observa en la tabla que el cortante dinámico es superior al 90% del cortante estático tanto en el eje XX ($V_D=79.76$, $V_{est90\%}=71.685$); como en el eje YY ($V_D=70.44$, $V_{est90\%}=61.35$), lo cual nos libera

de afectarlos con el factor de escala, significando que para el diseño de debió usar los valores máximos de cortante en este caso 79.65tn en XX y 70.44tn en YY

5.20. Discusión de resultados

Canelos (2015), el procedimiento usado para evaluar el diseño de la unidad educativa es similar a la usada en la presente investigación, la cual consistió en recolectar los datos y confrontarlos con lo existente, usando guías de observación, elaboración de los planos respectivos y su posterior análisis usando el software Etabs

(Hernández Avila, 2016) en su investigación sobre vulnerabilidad sísmica del campus de una universidad, evaluó la misma usando el método índice estructural de Hirose, modelándolo en el programa SAP2000 y concluyendo que respondería adecuadamente a un sismo, lo cual coincide con el presente estudio, a pesar de que aquí se usó el software Etabs, siendo el modelamiento estructural muy similar

(Ortiz Rios, 2017) en Chile estudió y evaluó la vulnerabilidad estructural de un colegio en Illapel, aplicando análisis no lineal y espectro de capacidad concluyendo que la mayoría cumplen los indicadores exigidos, salvo uno que tubo irregularidad en planta, esto coincide con nuestra investigación la cual no presenta irregularidades en planta ni en altura lo cual la hace que tenga un buen comportamiento frente a un evento sísmico

. (Llajaruna Bendejú, 2019) en el análisis que hizo a un pabellón de institución educativa, concluyó que no cumplían con la NTP E.030, asimismo sugirió adición y ensanche de columnas, esto no fue necesario en la edificación materia del presente proyecto, ya que en nuestro caso las columnas tienen una sección transversal adecuada y están reforzadas por placas en L en las esquinas y placas en pórticos interiores, lo cual aporta a la rigidez requerida y da seguridad frente a

un evento sísmico.

(Medina Mansilla, y otros, 2016) en el estudio de una institución educativa en Arequipa, Perú concluyeron que la edificación era capaz de resistir eventos sísmicos en ambas direcciones además de ser un edificio esencial. Esto coincide plenamente con los resultados de la presente investigación

5.21. Limitaciones en el Desarrollo de la Tesis y aportes de estudio

Para desarrollar la tesis se encontró la limitación del estudio de suelos ya que toda el área cuenta con losa de concreto , asimismo en las afueras existe pavimento flexible y las autoridades no quisieron dar los permisos respectivos para efectuar las calicatas. Esto se superó gracias al proyecto” Mejoramiento de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal de los jirones prolongación Brancacho y jr. prolongación San Cristóbal del centro poblado de Llicua baja, distrito de Amarilis - Huanuco” ya que el Jr. Brancacho colinda con la unidad en estudio, por lo que se tomaron los resultados de su estudio de suelos.

Como aporte del presente estudio consideramos que da seguridad a los administrados y usuarios de la infraestructura analizada, así como guiará a los futuros constructores en el diseño de futuras instituciones educativas de la zona

5.22. Unidad de estudio

Nuestra unidad de estudio fue la I.E. Esteban Pavletich Trujillo, del distrito de Amarilis, departamento de Huánuco en el 2022, la cual después de los estudios correspondientes concluimos que cumple con los requerimientos y exigencias de la NTP E.030

5.23. Resumen de todos los hallazgos encontrados

Luego de la investigación se llegó a la conclusión que las estructuras evaluadas presentan una rigidez acorde con lo exigido por la norma peruana E.030, presentando una distribución tanto en planta como en altura

;regulares; lo cual respeta lo exigido por la citada norma para edificios esenciales como son las instituciones educativas; en cuanto a desplazamientos y derivas cumple con las exigencias para este tipo de estructuras que serán requeridas para su uso después de cualquier evento sísmico que se presente en el futuro

VI. CONCLUSIONES

Se llevó a cabo la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo en Amarilis-Huánuco en 2022. Como resultado, se determinó que la estructura posee una vulnerabilidad sísmica baja, utilizando el software ETABS para el análisis. Los valores de las derivas encontrados en la evaluación fueron menores al 0.007 y cumplen con el límite máximo permitido por la norma E.030-2019. Esta situación se debe a la rigidez brindada por cada pórtico de la estructura.

Los datos de las variables sísmicas se obtuvieron a partir de los planos de Ubicación y Localización de la Municipalidad distrital de Amarilis, Huánuco, lo que permitió llevar a cabo los cálculos y análisis sísmicos utilizando la Norma Técnica Peruana E.030 y el software ETABS.

Se realizó el levantamiento de datos de las secciones geométricas de columnas, vigas y losa aligerada en base a los planos arquitectónicos y estructurales del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, los fueron verificados en obra y se usaron en los cálculos y análisis sísmico, haciendo uso de la NTP E 0.30 y del software Etabs.

Se aplicó el método y procedimiento indicado en el anexo 1 en la NTP E 0.30, al colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022, para lo cual se determinó que esta presenta una vulnerabilidad sísmica baja, debido a que los desplazamientos y derivas estaban dentro de los rangos permitidos por la referida norma.

Se evaluó el comportamiento sísmico del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022 utilizando el software Etabs, bajo el criterio NTP E.030 2019, cuyo análisis se ve reflejado en los valores de la distorsión angular, siendo el máximo valor hallado de 0.00013 y

0.000152 radianes para la dirección XX en los niveles 1 y 2; así como 0.000213 y 0.000261 radianes para la dirección YY en los niveles 1 y 2, respectivamente. Consecuentemente, la estructura no supera el valor máximo permisible de la deriva (0.007), esto significa que, los elementos estructurales (columnas y placas) poseen rigidez suficiente y por lo tanto baja vulnerabilidad ante un evento sísmico.

VII. RECOMENDACIONES.

Es recomendable seguir las pautas sísmicas de diseño establecidas por la Norma Técnica E.030 al construir edificios en el futuro, con el objetivo de aumentar la seguridad ante la posibilidad de terremotos de gran magnitud y garantizar que las estructuras esenciales que no deben interrumpirse sigan funcionando adecuadamente. También es crucial llevar a cabo una evaluación exhaustiva del suelo en la ubicación del proyecto para determinar sus características geológicas y geotécnicas.

Para determinar las dimensiones de los elementos estructurales que se utilizarán en el análisis estático y dinámico, es fundamental cumplir con los parámetros de carga y pre-dimensionamiento especificados en la Norma Técnica E.020. Además, la Norma Técnica E.060 establece los requisitos mínimos de acero para los elementos estructurales, lo cual es igualmente importante de cumplir.

Es esencial utilizar una guía de observación para determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de una estructura existente. Esta guía debe incluir parámetros normativos y datos críticos sobre la edificación, así como información recopilada en el campo y respaldada con fotografías. Con estos datos, se puede analizar la estructura y determinar si requiere una evaluación detallada en un software que permita modelarla y verificar su cumplimiento con las normas correspondientes.

Se sugiere que las autoridades responsables difundan los resultados de esta investigación entre los profesionales, para que puedan implementar mejoras estructurales en edificios similares y así proteger la vida de las personas que habitan en ellos. También se recomienda que tanto entidades públicas como privadas trabajen constantemente en la mejora de las construcciones que realizan.

REFERENCIAS

- ALVAREZ SANCHEZ, Jhordan Javier y PULGAR SANTACRUZ, Xavier Orlando. 2019.** Análisis de vulnerabilidad sísmica de los módulos escolares públicos. *Programa académico de ingeniería civil.* [En línea] 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/232263213.pdf>.
- Barbat Barbat, Horia Alejandro. 1998.** El riesgo sísmico en el diseño de edificios. *Cuadernos técnicos, 3. Madrid.* [En línea] 1998. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=107042>. ISBN: 84-605-8954-4.
- Bernal, Tavera y Sulla. 2021.** Instituto Geofísico del Perú. [En línea] 2021. https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4999/REGEN_IGP_2021_Evaluacion-geofisica-acantilados-Costa-Verde-Chorrillos.pdf?sequence=5.
- Caicedo Caicedo, César, y otros. 1994.** Vulnerabilidad sísmica de edificios. *Barcelona : Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).* [En línea] 1994. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/27020>.
- CANELOS, Luis. 2015.** Análisis del diseño estructural estandarizado de la Unidad Educativa del Milenio en la comunidad Toñampare de la provincia de Pastaza. *Universidad San Francisco de Quito Ecuador.* [En línea] 2015. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4927/1/122629.pdf>.
- Carigliano, Sam . 2015.** ¿Qué es el análisis estructural? . *SkyCiv.* [En línea] 2015. <https://skyciv.com/es/education/what-is-structural-analysis/>.

CHOLAN, Teófilo. 2018. Vulnerabilidad sísmica del sector b y d del hospital regional de Cajamarca. *Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca*. [En línea]2018.

https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1999/T016_71733_331_T.pdf?sequence=1.

CHOQUEZA, Walter y MOLLUNI, Jorge. 2018. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las Edificaciones Públicas de Concreto Armado en la Zona urbana del distrito de Ocuwiri provincia de Lampa, región Puno 2017. [En línea] 2018. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3218434>. 3218434.

GARCES, José. 2017. Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali. [En línea] Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 2017. <http://hdl.handle.net/10654/16248>..

Hernández Avila, Miguel Angel. 2016. Vulnerabilidad sísmica de edificios de Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana. *Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana*. [En línea] 2016.

<https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41547>.

Hernandez, Roberto, fernandez, Carlos y Baptista, Pilar. 2014. Metodología de la investigación. McGraw Hill. [En línea] 2014.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>.

ISBN:978-1-4562-2396-0

.Llajaruna Bendezú, Aníbal Octavio. 2019. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento estructural del pabellón B de la I.E. Antonia Moreno de Cáceres SanJuan de Lurigancho – 2019. *Escuela de Ingeniería Civil*. [En línea] 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53665>.

LÓPEZ, Oscar. 2014. Guía para la evaluación de edificaciones existentes con fines de adecuación sísmica [en línea]. *Caracas: Banco de desarrollo en América Latina.* [En línea] 2014.

<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/895/Guia%20para%20evaluacion%205%2031.3.16.pdf>.

Lozada, José. 2014. Investigación Aplicada. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica,*. [En línea] 2014.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749.1390-9592>.

MALDONADO RONDON, Esperanza, JASBON CARVAJAL, Neyid Mauricio y CHIO CHO, Gustavo. 2010. Funciones de vulnerabilidad calculadas para edificaciones en muros de hormigón reforzado. *Revista Ingeniería de Construcción Vol. 25 No. 1, pag. 63-82.* [En línea] 2010.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000100003.0718-5073.

MARREROS, Diego y PACHERREZ Carolina. 2020. Análisis de vulnerabilidad sísmica de la Comisaria de Florencia de Mora – I Etapa – Trujillo, 2020. *Escuela Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo.* [En línea] 2020.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57069>.

Martinez, Catherine. 2019. Investigación descriptiva. [En línea] 2019.

Martinez, José. 2005. Variables-Estadística 1. *República Bolivariana de Venezuela,*. [En línea] 2005.
<https://es.slideshare.net/JoseMartinez475/definicion-de-variables-de-estadistica-1>.

- Medina Mansilla, Julissa Katherine y Viamonte Álvarez, Gabriela Salinova. 2016.** Análisis y Diseño Estructural de la Institución Educativa Juana Cervantes de Bolognesi - Arequipa. *Escuela Profesional de Ingeniería Civil*. [En línea] 2016. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5997>.
- MONJE ALVAREZ, Carlos. 2011.** Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa. Guía Didáctica [en línea]. . *Colombia: Universidad Sur colombiana*. [En línea] 2011. MONJE ALVAREZ, Carlos. Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa. Guía Didáctica [e<https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>]. NTP E.030. 2019. [En línea] 2019.
- ÑAUPAS PAITAN, HUMBERTO, Y OTROS. 2018.** Metodología de la investigación - Cuantitativa cualitativa y redacción de tesis. 5a. Edición. *Bogotá: Ediciones delaU*. [En línea] 2018. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf. ISBN 978-958-762-876-0e-ISBN 978-958-762-877-7.
- Ocola, Leonidas. 2007.** Características del peligro sísmico y los factores de riesgo sísmico en el Perú, Instituto Geofísico Del Perú . *Instituto Geofísico Del Perú Lima*. [En línea] 2007. http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2020/01/locola_ppt.pdf.
- Ortiz Rios, Nelson Miguel Angel. 2017.** EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA POST SISMO 8,4 (MW), ILLAPEL, CHILE. APLICACIÓN AL COLEGIO SAN RAFAEL DE ROZAS, ILLAPEL, CHILE . *Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles*. [En línea] 2017.

<https://docplayer.es/62980313-Evaluacion-de-la-vulnerabilidad-sismica-post-sismo-8-4-mw-illapel-chile-aplicacion-al-colegio-san-rafael-de-rozas-illapel-chile.html>.

OVIEDO, Juan Andres y DUQUE, María delPilar. 2007. Sistema de control de respuesta sísmica en edificaciones. [En línea]2007.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372006000200010.1794-1237.

PEREPÉREZ, B. 2014. La peligrosidad sísmica y el factor de riesgo. *Informes de la Construcción*, vol. 66, no 534, p. e018-e018. [En línea]2014.

<https://doi.org/10.3989/ic.13.018>.

Perú, Ministerio Vivienda. 2020. N.T.P. E.030 Diseño sismoresistente. [En línea] 2020.

QUINDE MARTINEZ, Pablo y REINOSO ANGULO, Eduardo. 2016. Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. [En línea] 2016.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001.0185-092X.

Reboredo, Agustín. 1996. El análisis dinámico de construcciones sismo resistentes. *Mendoza*. [En línea] 1996.

<https://dokumen.tips/engineering/el-analisis-dinamico-de-construcciones-sismo-resistentes-55b0b80be4f66.html?page=1>.

Rochel Awad,Roberto . 2012. Análisis y diseño sísmico de edificios. UNIVERSIDAD EAFIT [Enlínea]2012.

<https://www.libreriaingeniero.com/2018/06/analisis-y-diseno-sismico-de-edificios-roberto-rochel-awad.html>. 9789587201178

Rodrigo Villalobos, Sairah Yalud. 2019. Mejoramiento del servicio educativo mediante el diseño de la infraestructura primaria N°10254 Santa Clara, Ferreñafe-2018. *EscueladeIngenieríaCivil*. [En línea] 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46291>.

RVM N° 084-2019-MINEDU. 2019. Ministerio de Educación, Perú. [En línea] 12 de Abril de 2019. <https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/273094-084-2019-minedu>.

SIMON DIAZ, Angel Abimael. 2016. Vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas nivel secundaria del Distrito de Panao - Pachitea - Huánuco. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*. [En línea] 2016.

<https://hdl.handle.net/20.500.13080/1277>.

Tavera, Hernando. 2019. Perú un país altamente sísmico. *Sociedad Geológica del Perú*. [En línea] 2019. <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>.

VIDAL SANCHEZ, Francizco. 1980. VIDAL SANCHEZ, Francisco. *Los terremotosy sus causas*. [En línea] 1980.

<https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/2767747.pdf>.
2767747.

Yallico Baldeon, Jose Martin. 2017. Análisis sísmico comparativo del pabellón a secundaria, del Colegio Emblemático Santa Isabel, de la Ciudad de Huancayo, Región Junín 2017. *Universidad Peruana Los Andes*. [En línea] 2017.

<http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/281>.

ANEXOS

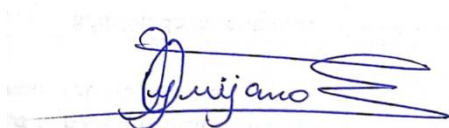
Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

Nosotros, Gloria, Quijano Espinoza y Sthefany Enma, Rivera Solorzano, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil perteneciente a la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, nos identificamos con DNI N° 73298351 y 72845155, declaramos bajo juramento que los datos e información que acompañan en el proyecto de investigación titulado “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis- Huánuco 2022”, son:

1. De nuestra autoría.
2. El presente proyecto de investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El presente proyecto de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente proyecto de investigación son reales, no han sido falseados, ni publicados, ni copiados.

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

Huaraz, 16 de enero del 2023



Quijano Espinoza, Gloria

DNI: 73298351



Rivera Solorzano, Sthefany Enma

DNI: 72845155

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad asesor



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEZA RIVAS JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022", cuyos autores son QUIJANO ESPINOZA GLORIA, RIVERA SOLORZANO STHEFANY ENMA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 23 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEZA RIVAS JORGE LUIS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 23-03- 2023 14:58:23

Código documento Trilce: TRI - 0538179



Anexo 3 . Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Vulnerabilidad sísmica	“Es la predisposición intrínseca de la estructura o área urbana entera a sufrir daños cuando ocurre un movimiento sísmico. Está relacionada con características de diseño de la estructura”. (Barbat, 1998)	La vulnerabilidad sísmica se analizará siguiendo el procedimiento siguiente: se levantarán datos correspondientes al estudio topográfico y de elementos estructurales, de los planos de ubicación, arquitectónico y estructural existentes, seguidamente se identificarán las variables sísmicas de acuerdo a la NTP E 0.30, con estos datos se realizará un análisis sísmico estático y dinámico, para finalmente evaluar su grado de vulnerabilidad sísmica en base a la NTP E 0.30	Evaluación Planos	-Plano de Ubicación y Localización. -Plano Arquitectónico. -Plano Estructural.	Razón
			Variables Sísmicas	-Factor zonificación -Condiciones geotécnicas -Parámetros de sitio -Factor amplificación sísmica	
			Características Geométricas Elementos estructurales	-Columnas -Placas -Vigas -Losa	
			Análisis sísmico	-Análisis Sísmico Estático. -Análisis Sísmico dinámico.	
			Evaluación vulnerabilidad sísmica.	-Derivas. - Desplazamientos -Fuerza cortante -Junta de separación sísmica.	

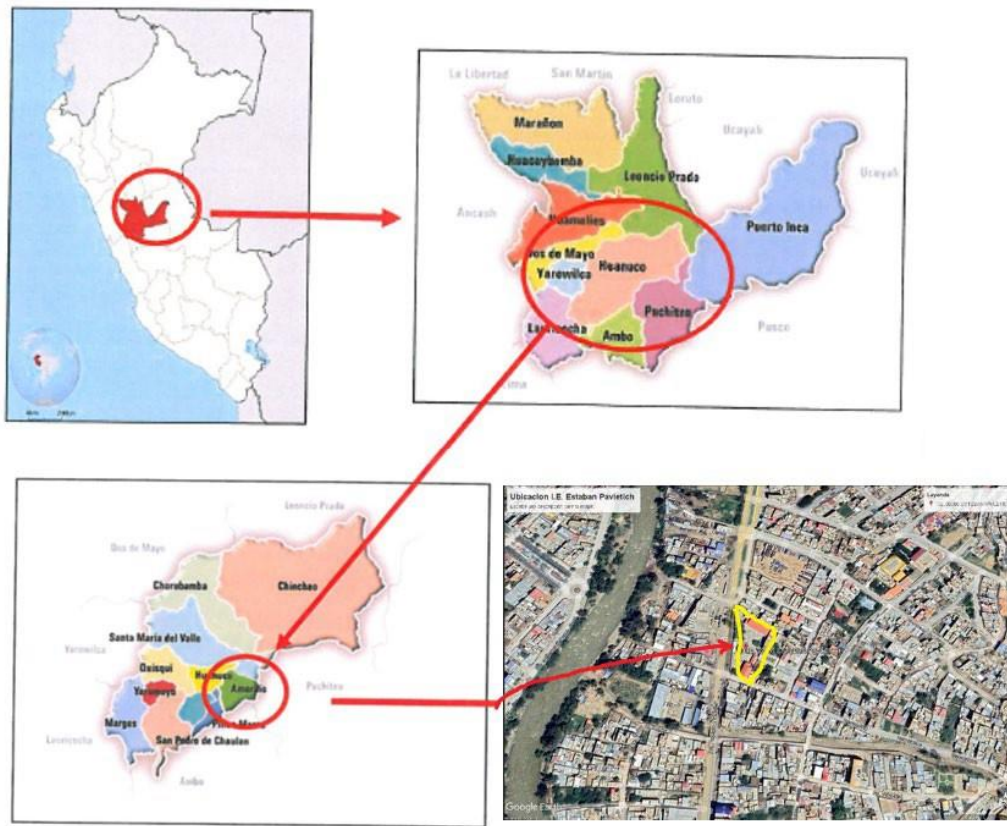
Anexo 4. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Anexo 5. Fotos y documentos

Anexo 5.1. Ubicación de la edificación



Anexo 5.2 Plano de Ubicación y Localización



Anexo 5.3 Estudio de Mecánica de Suelos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y
ENSAYOS EN MATERIALES DE CONSTRUCCION
N° 938 297 207 - OF. CALLE SAN MIGUEL N° 250- VINA DEL RIO HUANOICO



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES PROLONGACIÓN BRANCACHO Y JR. PROLONGACIÓN SAN CRISTÓBAL DEL CENTRO POBLADO DE LLICUA BAJA, DISTRITO DE AMARILIS - HUANUCO"

UBICACIÓN:

CENTRO POBLADO LLICUA BAJA

AMARILIS

PROPIETARIO:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AMARILIS



SOLICITA:

MULTISERVICIOS Y CONSULTORES J&L S.A.C.

FECHA:

26 DE OCTUBRE DEL 2018


Carlos Pineda
TECNICO EN CONCRETOS


Carlos Pineda
TECNICO EN CONCRETOS

Contenido

1. GENERALIDADES	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO	3
1.3 NORMATIVIDAD	4
1.4 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO	4
1.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO	4
1.6 ACCESO AL ÁREA EN ESTUDIO	6
1.7 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA	6
2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO	7
2.1 GEOLOGÍA	7
2.2 SISMICIDAD	14
3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	15
4. ENSAYOS DE LABORATORIO	19
5. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA	19
6. PERFILES ESTATIGRAFICOS	19
7. RESULTADOS OBTENIDOS	21
7.1 RESULTADOS PROCTOR MODIFICADO	21
7.2 RESULTADO CBR	21
8. DEL PAVIMENTO	22
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El Estudio de Mecánica de Suelos abarca a partir del nivel de terreno natural hasta el suelo de fundación correspondiente al proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES PROLONGACIÓN BRANCACHO Y JR. PROLONGACIÓN SAN CRISTÓBAL DEL CENTRO POBLADO DE LLICUA BAJA, DISTRITO DE AMARILIS - HUANUCO"

En el área en estudio se han realizado los trabajos necesarios para verificar las propiedades físicas mecánicas de los suelos en el área en estudio.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Los objetivos del presente estudio son: la caracterización geotécnica del terreno nivel de Sub Rasante Del Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LOS JIRONES PROLONGACIÓN BRANCACHO Y JR. PROLONGACIÓN SAN CRISTÓBAL DEL CENTRO POBLADO DE LLICUA BAJA, DISTRITO DE AMARILIS - HUANUCO"

Se definirán los tipos de suelos, la profundidad del nivel freático, la capacidad de soporte del terreno a nivel de Sub Rasante Y Suelo De Fundación.

Para el proceso constructivo, se analizará la fuente de los agregados con los diseños de mezcla y sub base respectivos.

Para todos los estudios señalados, se realizan las exploraciones de campo necesarios, tomándose las muestras representativas de las profundidades adecuadas que son protegidas y embaladas convenientemente. Luego se elaboran los perfiles estratigráficos y se ensayan en laboratorio las muestras tomadas.

Con los resultados De Los Ensayos Se Realizan Los Cálculos De La Capacidad De Soporte Del Terreno A Nivel De Sub Rasante Y Suelo De Fundación.

El Estudio Comprende Trabajos De Campo Mediante Sondeos Por Medio De 02 Calicatas Y Ensayos De Laboratorio, Que Sirven Para Establecer El Perfil Estratigráfico.

El Informe Concluye Con El Análisis De Las Condiciones De A Nivel De Sub Rasante Y Suelo De Fundación.



Carlos Antonio Pérez Lucas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162295



Carlos Antonio Pérez Lucas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162295

3. INVESTIGACION DE CAMPO

Los trabajos de campo tiene como objetivos principales: primero, tomar un conocimiento in situ de las características y variedades de suelos que conforman el terreno donde se proyectan las diferentes obras; segundo, tomar las muestras representativas para su experimentación en laboratorio. Durante la inspección in situ se realizan las clasificaciones visuales de los suelos de los diferentes estratos, que luego son verificados con los resultados de laboratorio. Del mismo modo en esta etapa se determinan las profundidades de la napa freática, si existieran.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS.

Las calicatas fueron realizadas dentro del área en estudio, considerando que no existan fallas de los estratos durante y después de la excavación de las calicatas.

VARIABILIDAD DEL SUELO.

Es importante tener siempre en cuenta la variabilidad de la composición y el estado de consolidación de los depósitos de suelos naturales; por lo tanto se requiere aplicar un juicio basado en el sentido común y la experiencia al establecer los resultados de las pruebas y saber cuánto se debe confiar en estos o descartarse.

NÚMERO Y TIPO DE MUESTRAS A EXTRAER.

De las excavaciones realizadas se han tomado las muestras de tipo Mab, según sea el caso las mismas que fueron conducidas al laboratorio para los ensayos respectivos. Asimismo, durante el sondeo de campo se realiza las primeras aproximaciones para definir los tipos de suelos. Los trabajos de sondeo se realizaron con herramientas manuales consistentes en picos y lampas. El terreno no muestra agua freática. Brevemente se describen las características del sondeo.

Calicata C-1 (Foto N° 01)

- Profundidad de excavación 1.50 m.
- Estratos encontrados relleno + 01 estrato
- Tipo de suelo Grava limosa con bloques
- Nivel freático No se encontró.

Calicata C-2 (Foto N° 02)

- Profundidad de excavación 1.50 m.
- Estratos encontrados relleno + 01 estrato
- Tipo de suelo Grava limosa con bloques
- Nivel freático No se encontró.



Cirio Díaz
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 102395



Carlos Antonio Pérez Lucas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 102395



Foto N° 01. Calicata Jr Brancacho, Excavación de Calicata.



Foto N° 02. Calicata Jr Brancacho,, Excavación de Calicata.



Carlos Antonio Pérez Lucas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162396



Foto N° 05. Calicata Jr San Cristobal , Recolecti3n de muestras



Foto N° 06. Calicata Jr San Cristobal , Recolecti3n de muestras



Carlos Antonio P6rez Lucas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162395



Carlos Antonio P6rez Lucas
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162395

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

✓ Cemento : 1 (8.65 bolsas/m³)

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

✓ Cemento : 1 (9.55 bolsas/m³)

- Se recomienda ejecutar la obra en épocas de poca o nada de presencia de lluvia con el fin de evitar demoras y problemas de tiempo.
- Los Agregados de la Cantera Sacra Familia Son los más Aptos para la utilización de materiales
- De acuerdo a la tabla mostrada a continuación: el factor de amplitud del suelo es de tipo: Suelos intermedios $T_p (s) = 0.6$; $S=1.2$.

Tabla Nº 2
Parámetros del Suelo

Tipo	Descripción	$T_p (s)$	S
S_1	Foco o suelos muy rígidos	0,4	1,0
S_2	Suelos intermedios	0,6	1,2
S_3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0,9	1,4
S_4	Condiciones excepcionales	-	-

(*) Las valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S_2 .

- El presente informe solo es válido para el proyecto en estudio:

**"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y
PEATONAL DE LOS JIRONES PROLONGACIÓN BRANCACHO Y JR.
PROLONGACIÓN SAN CRISTÓBAL DEL CENTRO POBLADO DE LLICUA BAJA,
DISTRITO DE AMARILIS - HUANUCO"**

26 DE OCTUBRE DEL 2018

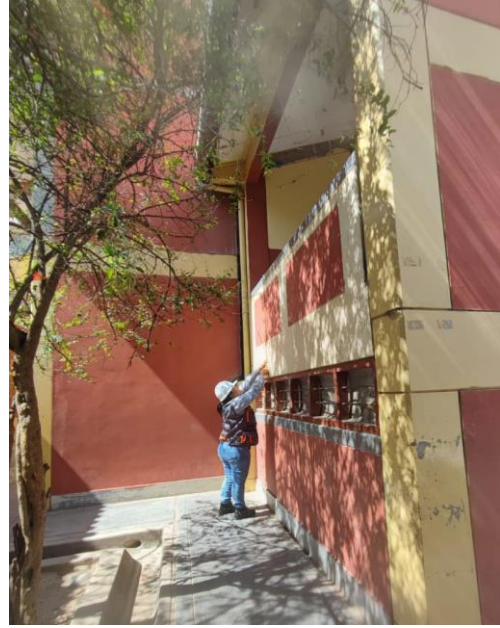
Anexo 5.4 Fotos del desarrollo de la investigación I.E.E. “Esteban Pavletich Trujillo”





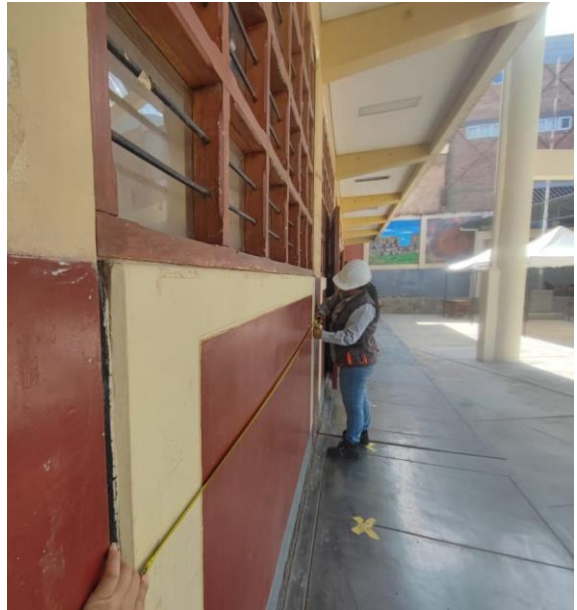
anexo 5.2 comprobación de las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales primer piso





comprobación de las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales primer piso



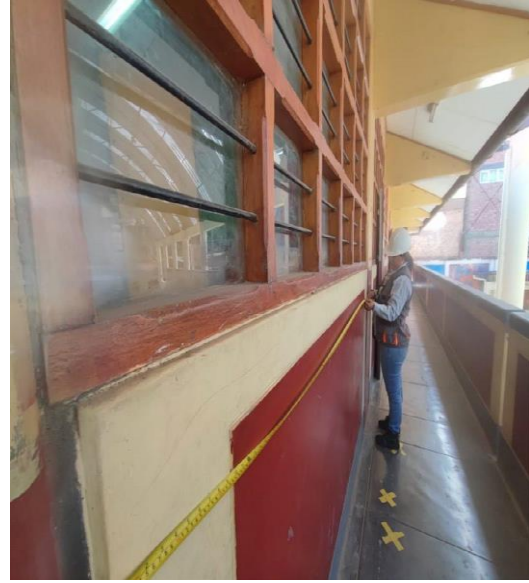


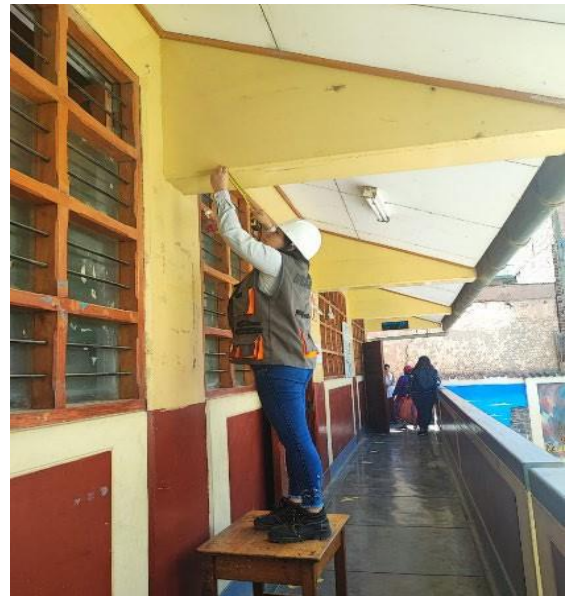
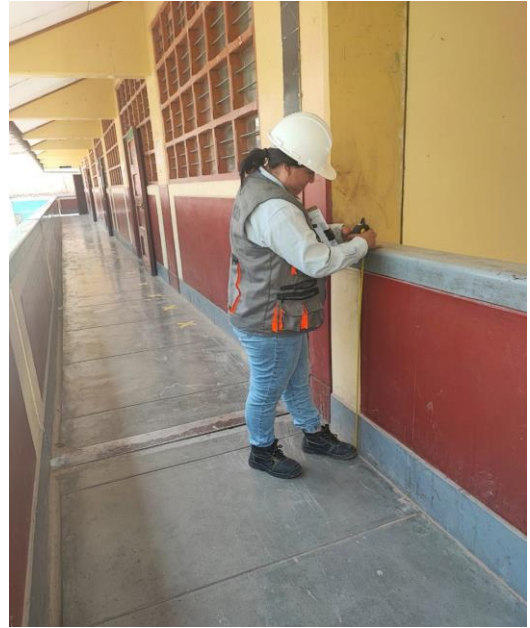




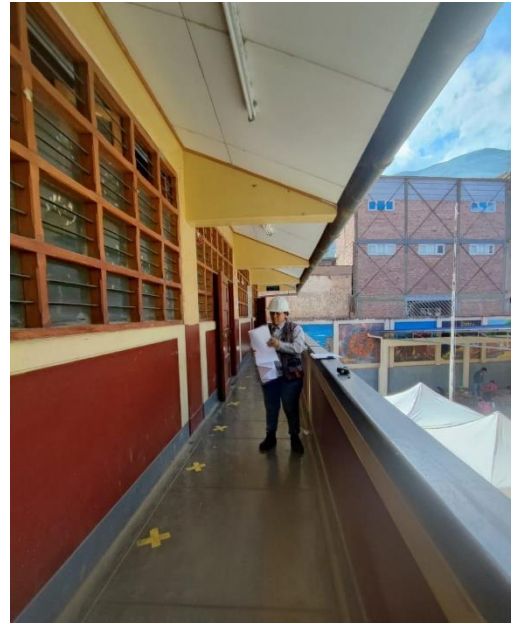
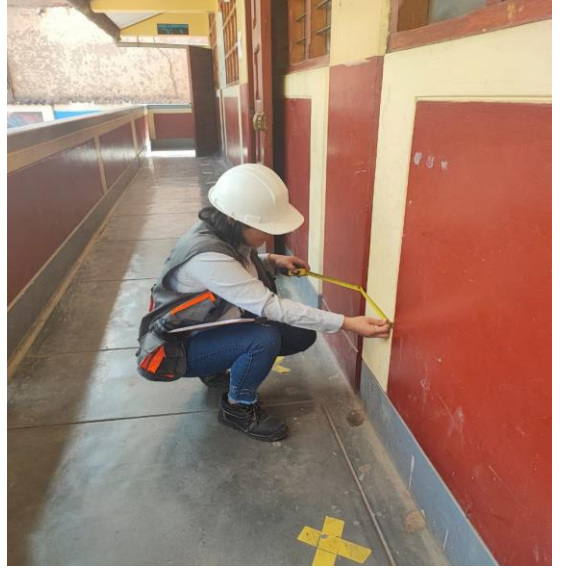


comprobación de las dimensiones de los elementos estructurales y no estructurales segundo piso











Comprobación de las dimensiones de los elementos estructurales aulas









Comprobación de las dimensiones de los elementos estructurales
aulas













UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEZA RIVAS JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del colegio Esteban Pavletich Trujillo, Amarilis-Huánuco 2022", cuyos autores son QUIJANO ESPINOZA GLORIA, RIVERA SOLORZANO STHEFANY ENMA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 23 de Marzo del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEZA RIVAS JORGE LUIS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 23-03- 2023 14:58:23

Código documento Trilce: TRI - 0538179