



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano y la norma E.030 en el
Mercado Central de Huamachuco, La Libertad 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTOR:

Ruiz Rodriguez, Dely Soraida (Orcid.org/0000-0001-7352-847X)

ASESOR:

Mg. Meza Rivas, Jorge Luis (Orcid.org/0000-0002-4258-4097)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres, por su trabajo y sacrificio en todos estos años. A mis hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que mi trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Gracias a mis padres por ser los principales promotores, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado, y a toda mi familia, por haber sido mí apoyo durante todo este tiempo

ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla N° 1: Parámetros del método italiano	9
Tabla N°2. Niveles de vulnerabilidad sísmica	21
Tabla N°3. Criterios del sistema resistente	21
Tabla N°4. Criterios del sistema resistente	22
Tabla N°5. Esfuerzo cortante para edificaciones de mampostería.....	23
Tabla N°6. Criterios del sistema resistente.	25
Tabla N°7. Criterios del sistema resistente.	25
Tabla N°8. Criterios del sistema resistente.	27
Tabla N° 9. Parámetros del método de Benedetti Petrini	28
Tabla N° 10. Zonificación Sísmica, Región La Libertad, Provincia Sánchez Carrión, Distrito Huamachuco	30
Tabla N° 11. Microzonificación sísmica.....	31
Tabla N° 12. Tipos de perfil de suelo	31
Tabla N° 13. Facto del suelo y factor de ampliación	32
Tabla N° 14. Categorías de la edificación factor (U)	32
Tabla N° 15. Sistema estructural.....	33
Tabla N°16. Irregularidades en estructurales en altura	33
Tabla N°17. Irregularidades en estructurales en planta.	34
Tabla N° 18. Aceleración espectral de cada periodo.....	35
Tabla N° 19. Peso total de estructura.....	37
Tabla N° 20. Rigidez.	38
Tabla N° 21. Periodos.	38
Tabla N° 22. Desplazamientos en X-Y.....	40

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama simbólico del estudio	10
Figura N°2. procedimientos	14
Figura N° 3. Plano de ubicación y localización del mercado central de la ciudad de Huamachuco.	18
Figura N° 5. Plano estructural del mercado central.	20
Figura N°6. Parámetros de configuración en planta	26
Figura N° 7. Zonificación sísmica del Perú.....	30
Figura N° 8. Aceleración espectral en X - Y	36
Figura N° 9. Evidencia de la masa en el módulo 1.....	36
Figura N° 10. Evidencia de la masa en el módulo 2.....	36
Figura N° 11. Evidencia de la masa en el módulo 3.....	37
Figura N° 12. Evidencia de fuerza y rigidez en el módulo 1.	37
Figura N° 13. Evidencia de fuerza y rigidez en el módulo 2.	38
Figura N° 14. Evidencia de fuerza y rigidez en el módulo 3.	38
Figura N° 15. Desplazamientos en el módulo 1.	39
Figura N° 16. Desplazamientos en el módulo 2.	39
Figura N° 17. Desplazamientos en el módulo 3.	39

Resumen

La presente investigación se centra en la necesidad de realizar el análisis sísmico del mercado central de la ciudad de Huamachuco, ya que este tipo de edificaciones por su punto estratégico en conjunto con hospitales deberían ser las últimas en colapsar o quedar inhabitables, pues permite satisfacer las necesidades básicas después de un escenario de riesgo. Por otra parte, esta edificación fue construida hace 38 años. Por lo que la investigación plantea, Analizar la vulnerabilidad sísmica con el método italiano de Benedetti y petrini y la norma E.030 del mercado central de Huamachuco la Libertad 2022. A partir de esta propuesta se realizó el análisis de vulnerabilidad sísmica aplicando los diferentes parámetros que nos brindan cada método, asimismo se aplicó la ficha de evaluación de los once parámetros de Benedetti y petrini, también se evaluó los parámetros de la norma E.030 para calcular el análisis sísmico y estático con el software ETABS. La investigación es de tipo aplicada de diseño no experimental y de enfoque cuantitativo. En base a los resultados se determinó, que por el método de Benedetti de petrini el grado del índice de vulnerabilidad sísmica es media, y por la norma E.030 el 50% del mercado central de Huamachuco si cumple con los datos reglamentarios mientras que el 50% restante no cumple con los límites superando el límite de 0.005 de la deriva debido a que la edificación es aporticado y de albañilería confinada. Finalmente, este análisis es de gran importancia para ver el comportamiento estructural y que tan vulnerable es el mercado central de la ciudad de Huamachuco ante un sismo.

Palabras claves: Método Italiano, Vulnerabilidad Sísmica, Índice de Vulnerabilidad

Abstract

The present investigation focuses on the need to carry out the seismic analysis of the central market of the city of Huamachuco, since this type of buildings due to its strategic point in conjunction with hospitals should be the last to collapse or become uninhabitable, since it allows satisfying the basic needs after a risk scenario. On the other hand, this building was built 38 years ago. For what the investigation raises, Analyze the seismic vulnerability with the Italian method of Benedetti and Petrini and the E.030 standard of the central market of Huamachuco la Libertad 2022. Based on this proposal, the seismic vulnerability analysis was carried out applying the different parameters that each method provides us, the evaluation sheet of the eleven Benedetti and Petrini parameters was also applied, the parameters of the E.030 standard were also evaluated to calculate the seismic and static analysis with the ETABS software. The research is of an applied type of non-experimental design and quantitative approach. Based on the results, it was determined that by the Benedetti de Petrini method the degree of the seismic vulnerability index is high, and by the E.030 standard, 50% of the central market of Huamachuco complies with the regulatory data while the The remaining 50% does not meet the limits, exceeding the drift limit of 0.005 because the building is framed and confined masonry. Finally, this analysis is of great importance to see the structural behavior and how vulnerable is the central market of the city of Huamachuco to an earthquake.

Keywords: Italian Method, Seismic Vulnerability, Vulnerability Index

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la vulnerabilidad de millones de personas incrementa exponencialmente, pues se produce una explotación indiscriminada de los recursos naturales como también la desgracia del medio ambiente (UNDRR, 2021). Adicionalmente, están expuestas a diversos riesgos de índole natural como inundaciones, terremotos, tsunamis sequias, entre otros, o también a riesgos por la naturaleza humana, como, por ejemplo, delincuencia, violencias, desempleos y enfermedades. Es por ello que, se debe establecer una diferencia entre el grado de exposición y el nivel de preparación para afrontar situaciones de riesgos (Conexión ESAN, 2019).

Respecto a los desastres naturales, son un tipo de amenaza presente en todas las regiones que, durante 1998 a 2018 causo 1.2 millones de muertes y la pérdida económica de 3.3 billones de dólares (Ignacio, 2021). En consonancia con lo expuesto, un desastre es la combinación del resultado de la exposición a amenazas latentes, vulnerabilidad latente y la capacidad de hacer frente a condiciones negativas, por lo que resulta esencial tomar acciones preventivas para mitigar los daños (UNICEF, 2019).

Durante los últimos 50 años los terremotos han causado más de 1,3249,330 decesos a nivel mundial (EMDAT, 2018). Ya que, al materializarse un evento sísmico de gran magnitud pelagra las edificaciones, en consecuencia, la integridad de las vidas que se encuentran dentro de ellas, pues pueden colapsar y causar daños a los que se encuentren en su interior o zonas aledañas.

En el contexto de vulnerabilidad nacional, nuestro territorio nacional está ubicado en el cinturón de fuego, por lo que presenta alta actividad sísmica y resulta necesario identificar la vulnerabilidad de establecimientos públicos que alberguen una cantidad elevada de personas, ya que se puede tomar acciones preventivas y evitar la muerte de personas, para ello se emplea el método italiano con el fin de evaluar el nivel de la vulnerabilidad estructural del principal centro de abastos de la ciudad de Huamachuco, ya que este tipo de edificaciones por su punto estratégico en conjunto con hospitales deberían ser las ultimas en colapsar o quedar inhabitables, pues permite satisfacer las necesidades básicas después de un escenario de riesgo.

Con lo expuesto anteriormente, nace el siguiente problema general, ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano y la norma E030 en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022? Asimismo, se presenta los problemas específicos: ¿Qué perfil de suelo tiene la infraestructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?; ¿Cómo determinar los aspectos constructivos de la infraestructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?; ¿Cómo determinar el índice de vulnerabilidad del mercado de Huamachuco, La Libertad – 2022?; y ¿Cómo obtener un análisis sísmico aplicando la norma e030 en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?; ¿Que método es más eficiente para lograr obtener el grado de vulnerabilidad sísmica en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?

De igual manera, se ostenta el objetivo general del estudio: Evaluar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano y la norma E030 en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022. Y para dar su cumplimiento los objetivos específicos: Analizar el estudio de suelos de la edificación de la infraestructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022; Evaluar los planos del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022; Aplicar el Método Italiano de Benedetti Petrini en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022; Realizar un análisis sísmico aplicando la norma e030 en la estructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022. Comparar el Método Italiano y Norma E030 para diferenciar el desempeño estructural del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022.

La vulnerabilidad sísmica del mercado central de Huamachuco, será medida según las categorías baja, media y alta, estas dependerán de los parámetros del método Benedetti-Petrini, obteniendo los rangos de vulnerabilidad sísmica que son de 0 – 100 de dependiendo del nivel de vulnerabilidad, asimismo si desempeñará con la norma E030, ante un sismo en la ciudad de Huamachuco, 2020.

El presente estudio cuenta con una justificación práctica, pues el silencio sísmico en esta región implica que pueda ocurrir un evento sísmico de gran magnitud, por lo que los resultados del estudio permiten establecer acciones concretas para el reforzamiento de estructuras con el fin de informar los peligros que se presenten

durante los impulsos laterales y de igual manera se cuenta con un plan de evacuación ordenada. Adicionalmente, en el estudio se emplea el método de Benedetti Petrini y para establecer las acciones de mejora el software ETABS a fin de adecuar las estructuras según la norma E0.20 Cargas y la E0.30 de Diseño Sismorresistente.

II. MARCO TEÓRICO

Establecido el contexto nacional se presenta a continuación estudios a nivel nacional que permiten cimentar el presente trabajo:

Pinto (2020) en su investigación denominada “Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020” presenta como fin la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación educativa mediante métodos convencionales, dado que el colegio en *estudio* se encuentra en una zona altamente sísmica y se debe garantizar el nivel de vulnerabilidad sísmica. De método descriptivo con un diseño no experimental utiliza el método ATC 21 – FEMA 154 y el software ETABS. Los resultados del estudio mencionan que, resulta una edificación de grado severo a sismo en el sentido X-X mediante el software ETABS y con el método ATC 21 – FEMA 154 que de once parámetros se obtuvo que el índice de vulnerabilidad es medio a baja, siendo los parámetros de separación baja entre muros el calificado como deficiente. En conclusión, posterior al análisis se determinó que, la institución educativa en estudio presenta riesgo de sufrir daños ante un sismo de nivel moderado.

Godos (2020) en su investigación “Determinación de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa Villa María del nivel primaria de Nuevo Chimbote” presenta como fin obtener el nivel de vulnerabilidad sísmica en el centro educativo de estudio, pues se encuentra en una zona vulnerable. Es un estudio descriptivo con diseño no experimental que considera como muestra a un pabellón de 2 pisos del objeto de estudio, siendo considerado durante el análisis las normas E-070 de albañilería, E-060 de concreto armado, E-020 de cargas, E-030 de diseño sismo resistente y el software ETABS para un modelamiento dinámico. Los resultados obtenidos mediante un análisis dinámico fueron que, no es una edificación vulnerable en el sentido Y-Y, pues no excede lo establecido en la norma E-030-2018 y en el sentido X-X excede los desplazamientos permitidos por la misma norma, por lo que es vulnerable a un sismo severo. En conclusión, se estableció que la infraestructura en caso de un sismo moderado puede sufrir un daño eventual.

Almanza (2019) en su investigación “Vulnerabilidad sísmica en los edificios autoconstruidos de 5 pisos en el Asentamiento Humano La Candelaria - Chancayllo

del distrito de Chancay 2018” presenta como fin analizar la vulnerabilidad sísmica en edificaciones autoconstruida de un asentamiento humano. De tipo aplicada y diseño no experimental que utiliza como muestra 9 edificios autoconstruidos de 5 pisos. Tras el análisis de vulnerabilidad por el método de Benedetti y Bettrini se obtiene un análisis de vulnerabilidad alta con un 77.78%, por lo que es recomendable una intervención estructural. En conclusión, se establece una relación directa entre el proceso constructivo de edificios con la calidad de elementos y la vulnerabilidad durante el proceso constructivo.

Pastor y Valladares (2021) en su investigación titulada “Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la aldea infantil Señor de la Soledad, Huaraz 2021” realiza la evaluación de vulnerabilidad sísmica de la estructura de la aldea en estudio, pues se requería establecer las condiciones de seguridad de las personas que trabajan y los niños del recinto infantil. De tipo aplicada con diseño no experimental utiliza el método de ficha de vulnerabilidad de INDECI y la metodología de Índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini. Los resultados tras la evaluación establecen que, se presenta una vulnerabilidad baja en los bloques A, C y E que es el 60%, en el bloque, y B y D que es el 40% una vulnerabilidad baja. En conclusión, mediante la ficha de vulnerabilidad de INDECI se establece que en conjunto presenta una vulnerabilidad alta, adicionalmente presenta un tiempo menor para la obtención de resultados a comparación de la metodología de Índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini.

Briones y Mora (2020) en publicación denominada “Vulnerabilidad sísmica de la institución educativa particular San José School, Trujillo, 2020”, cuyo objetivo fue el estudio de la evaluación de la vulnerabilidad en un colegio mediante el método italiano y el software ETABAS, pues se requiere brindar información para el reforzamiento de estructuras ante riesgos sísmicos. De tipo aplicada con un diseño no experimental analiza como muestra a la infraestructura del centro educativo en estudio. Los resultados tras la evaluación fueron que, 3 módulos cuentan con valores superiores a lo permitido por la norma E.030-2019, es decir, en el módulo 1, 4 y 5 tienen derivas de 0.0336, 0.0081 y 0.0232 respectivamente que superan el 0.007 permitido para estructura de concreto. En conclusión, tras el análisis realizado se determinó una vulnerabilidad alta ante algún evento sísmico.

Stefanini, Rovero y Tonietti (2021) en su artículo “Seismic Vulnerability Assessment of Historical Masonry Aggregate Buildings. The Case of Fes Medina in Morocco”, cuyo objetivo fue la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificios históricos de Fes Medina en Marruecos, pues los centros históricos urbanos se han caracterizado por contar con daños severos ocasionados por los terremotos que ocurrieron anteriormente. El estudio plantea un método para evaluar la vulnerabilidad mediante el Método Macrosísmico y el Índice de Vulnerabilidad, asimismo, se formuló un cuestionario que permita identificar la severidad de los sitios en análisis. Finalmente, mediante el método empleado se obtiene curvas de fragilidad, vulnerabilidad, escenarios de pérdidas y escenarios de daños, por ello es necesario una intervención para reacondicionar las estructuras necesarias.

Ferreira, Miao, Costa y Vicente (2017) en su artículo “Seismic vulnerability assessment of stone masonry façade walls: Calibration using fragility-based results and observed damage”, cuyo objetivo fue establecer la vulnerabilidad sísmica presente en muros, mediante un método simplificado de índice de Vulnerabilidad Sísmica. En el estudio se plantea dos métodos, siendo en el primero la obtención de curva de fragilidad mediante datos experimentales, que se emplean para calibrar pesos relacionados a parámetros del Índice de Vulnerabilidad; y en el segundo método se enfoca en recolectar datos posteriores a un terremoto sucedido, por lo que se discuten la información obtenida desde una vista metodológica. En conclusión, el estudio considera la necesidad de calibrar los valores obtenidos, pues los resultados obtenidos se basaron de datos empíricos.

Moffed, Mohamed y Noroozinejad (2019) en su artículo “Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses”, cuyo objetivo fue desarrollar una metodología de Índices de vulnerabilidad sísmica para construcciones hechas con hormigón, siendo la base para la metodología el enfoque macrosísmico europeo y modificaciones de GNDT italiano, por lo que se estableció 8 parámetros para tres diferentes vulnerabilidades, esto con el de estimar el índice de estructuras CR. Los resultados tras la finalización de la metodología muestran que, se presenta un nivel bajo, moderado y alto, la definición de pesos mediante un análisis del histórico no lineal. Finalmente se determina que la metodología brinda mejor información según

cada tipo de edificio, se logra modelar el comportamiento estructural para análisis; y permitir una detección rápida de los daños en la edificación.

Caballero, Caballero y Jove (2020) en su artículo “Seismic Damage Index as a Function of Seismic Vulnerability for Structures in Non-Structural Masonry and Reinforced Concrete, in City of Sincelejo”, cuyo objetivo fue establecer el índice de daño sísmico ocasionado en función a la vulnerabilidad de una estructura CA, pues la materialización de terremotos a diferentes aceleraciones ha ocasionado deterioro en las edificaciones. Mediante la metodología propuesta se plantea una mejora en diversas ciudades para determinar el grado de daño sísmico. Los resultados tras determinar la vulnerabilidad permiten establecer el riesgo sísmico de la zona, esto con fin de realizar actividades preventivas.

Gautama, Adhikari, Rupakhety y Koirala (2020) en su artículo “An empirical method for seismic vulnerability assessment of Nepali school buildings”, cuyo objetivo fue realizar un método empírico para establecer el grado de vulnerabilidad sísmica de edificios, pues el terremoto del 2015 ocasiono daños en 28000 edificaciones multifamiliares. En ese sentido, tras la aplicación de la metodología para la recolección de campo de 3389 edificaciones, se contempla parámetros no estructurales, condiciones del sitio, parámetros estructurales y modernización sistémica para la puntuación. Como resultado del análisis se obtiene que, más del 90% de edificios de tipo escolar presentan una vulnerabilidad moderada a muy alta.

Tan relevante como los antecedentes, también son las bases teóricas en la que Briones y Mora (2020) sostiene que, la vulnerabilidad sísmica es un evento que supera las expectativas en cuanto al alcance al materializarse un sismo conocido que pudiera ocurrir. Al respecto, Sandoli, Calderoni, Lignola y Prota (2022) sostienen que es necesario acciones de prevención ante escenarios de vulnerabilidad sísmicas en zonas urbanas, por lo que planificar estrategias permite orientar esfuerzos a fin de reducir pérdidas humanas y económicas en especial en zonas con alto riesgo sísmico. Por ello Chaibedra, Benane y Butara (2018), analizar uno de los factores que influye en la vulnerabilidad de edificaciones son la antigüedad y mala calidad en su sistema estructural, lo que imposibilita afrontar fuerzas horizontales ante un evento sísmico.

Por otro lado, el riesgo sísmico según Esteva (2018) se entiende como, el alcance del daño que sostener la estructura durante un intervalo de tiempo en el que la naturaleza se manifiesta mediante un movimiento telúrico, por lo expuesto, un periodo de tiempo de una edificación, se califica como el intervalo o etapa desde que ha sido construido una edificación hasta el momento actual, en ese sentido, el aplacamiento del desastre, con base a lo mencionado uno de los factores necesarios a mitigar durante el periodo de tiempo de una edificación es el riesgo sísmico, dado que resulta indispensable mitigar la amenaza, vulnerabilidad y la mejora de restauración de edificaciones que requieren mejora. Adicionalmente, el riesgo sísmico guarda relación con movimientos procedentes del suelo y con la consecuencia en la superficie que pudiera causar, como, por ejemplo, las fallas geológicas pueden dañar las infraestructuras o recursos de edificaciones en ciudades (IDIGER, 2017).

Respecto a la clasificación dentro de la vulnerabilidad sísmica según Aguilar y Rosales (2019) se cuenta con: Una vulnerabilidad estructural, es la susceptibilidad presente en una estructura ante eventos que pudieran ocasionar daños a partes de su edificación, así, por ejemplo, ante la materialización de un sismo intenso se puede afectar vigas, muros, cimentación, losas, columnas, por lo expuesto un buen diseño estructural influye en mantener la integridad y evitar el colapso ante desastres, por consiguiente, se entiende como vulnerabilidad no estructural a la sensibilidad de elementos de una edificación que pudieran quedar dañados, pero son reemplazables. Asimismo, la vulnerabilidad funcional, se relaciona con respecto a líneas de sistemas esenciales y las actividades operativas que se realizan en el interior de una edificación, por lo que respecta a la relación de dependencia física y funcional.

Respecto a la ductilidad, es la capacidad de una edificación de resistir un rango pos-elástico al sufrir fuerzas laterales, por lo que se entiende a la ductilidad como el proceso de distorsionar o dañarse una estructura interna mediante la absorción de energía generada por el impacto de la oscilación sísmica (Monzón, 2018).

Para el análisis de la vulnerabilidad se cuenta con métodos que permiten evaluar una estructura existente, siendo uno de ellos el método de Benedetti-Petrini que se originó en Italia en 1976 y presenta excelentes resultados inicialmente en Italia, el

método consiste en detallar parámetros fundamentales que pudieran ser significantes durante un movimiento sísmico en una edificación (Saldaña y Villanueva, 2021) .Por lo que mediante el método se evalúa las condiciones de la subida, partes formativas, clase de cimiento, construcción de bloques y partes no formativas, y formativas de estructuras, dado que para establecer la condición de una edificación se califica particularmente en niveles numéricos (influencias por gravedad W_i , por masa, respecto a envergadura en relación a diagnostico final), por ello permite valorar la cuantificación de números de calidad de la fragilidad o estructura sísmica respectos a construcciones.

Son 11 parámetros conformados por el método italiano en los cuales se conforma por el máximo valor con código 381.4, asimismo, las estimaciones de los valores se codifican en C_i que son con valores entre A para optimizador hacia D que es perjudicial, en ese sentido, los alores de gravedad W_i y de masa son cada una particular, por lo que mediante el empleo del método italiano se obtiene el grado de vulnerabilidad general utilizando el siguiente modelo matemático (Trujillo, 2019):

$$Iv = \sum_{i=1}^{11} k_i * w$$

Respecto a los parámetros a continuación se detalla las escalas del Índice de vulnerabilidad (Chieffo, Mosoarca, Formisano y Apostol,(2019):

Tabla N° 1: Parámetros del método italiano

i	Parámetro	K_i A	K_i B	K_i C	K_i D	W_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Un estudio presenta un objetivo a cumplir, para lo cual debe cumplir una determinada estrategia para lograr tal fin, por lo que Vera, Castaño y Torres (2018) señalan que, una investigación aplicada busca la solución de un problema en base a una investigación básica, adicionalmente existe un interés para la solución de un problema determinado. Según lo expuesto, es de tipo aplicada al emplear el método italiano para establecer el grado de vulnerabilidad sísmica en el mercado central de Huamachuco, por lo que emplea recursos y conocimientos académicos para establecer una solución al problema.

Diseño de investigación

Es una investigación no experimental, el cual según Hernández y Mendoza (2018) se realiza un estudio sobre el comportamiento de una variable en un contexto y tiempo establecido, pero sin alterar la realidad de la misma, es decir, no se realiza manipulación deliberada en la variable dependiente, pues se busca establecer se busca establecer las causas o explicar el fenómeno. En ese sentido, el estudio pretende realizar la evaluación de la vulnerabilidad mediante el método italiano, pero sin alterar su realidad, de corte transversal, presenta el siguiente diagrama:

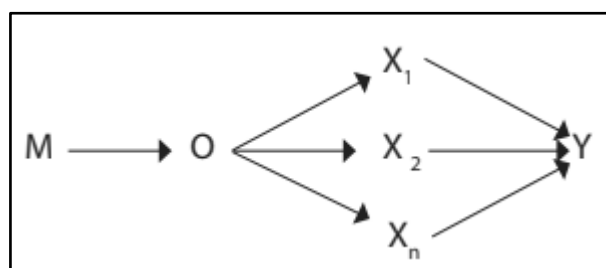


Figura 1. Diagrama simbólico del estudio

Fuente: Tomado de Hernández y Mendoza (2018)

Donde:

M: Muestra del estudio

O: La observación de la muestra

X₁, X₂ y X₃: Causas y efectos de la vulnerabilidad sísmica

3.2. Variables y operacionalización

- **Definición conceptual**

Variable independiente: Método italiano

El método italiano propuesto por Benedetti y Petrini es un análisis subjetivo que contribuye en identificar de manera rápida el grado de vulnerabilidad sísmica en diversas tipologías estructurales existentes en la zona de estudio, lo cual se logra mediante una inspección y pruebas técnicas en las columnas y vigas (Trujillo, 2019).

Variable dependiente: Vulnerabilidad sísmica

Ullah, Irshad, Ahmad y Maqsoom (2019) menciona que, la vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia ante una amenaza, por lo tanto, se entiende que la vulnerabilidad sísmica es la probabilidad de ocurrencia de daños en infraestructuras, edificios, entre otros, a causa de un movimiento sísmico.

- **Definición operacional**

Variable dependiente: Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica se determina mediante las características del terreno y las condiciones estructurales.

- **Escala de medición:** De razón

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Ñaupas et al. (2018) define a la población, como un conjunto de personas, procesos u objetos que presentan características en común. Por lo que, la muestra del presente estudio la conforma los establecimientos comerciales de la ciudad de Huamachuco, por lo que para establecer a la muestra se consideró los siguientes criterios:

- **Criterios de inclusión**

- Establecimientos comerciales construidos antes del 2022 en la ciudad de Huamachuco.

- Establecimientos comerciales que presenten indicios de vulnerabilidad sísmica.
- **Criterios de exclusión**
- Establecimientos comerciales a los que no se tenga acceso para el estudio.
- Establecimientos comerciales que hayan sido sacudidos por el sismo de 4.7 grados en la escala de Richter del 2009.

3.3.2. Muestra

Ventura (2017) aclara que, la muestra de un estudio es una porción representativa que mantiene los rasgos que lo asocian a la población, pero permiten la medición de los indicadores. La muestra del estudio se consideró al mercado central de Huamachuco, el cual es parte de los establecimientos comerciales de la ciudad de Huamachuco.

3.3.3. Muestreo

El muestreo realizado es no probabilístico a juicio de la investigadora y por conveniencia, pues presenta con información y los permisos necesarios para realizar la investigación en el lugar mencionado.

3.3.4. Unidad de análisis

Es definida la unidad de análisis como cada elemento que constituye la población, por lo que la unidad de análisis del presente estudio son los establecimientos comerciales de la ciudad de Huamachuco.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Sustentado la problemática del estudio, los objetivos y la metodología que seguirá se debe considerar adicionalmente las técnicas e instrumentos que se emplean para la medición de los indicadores de las variables. Por lo que, Arias (2020) aclara que, las técnicas en un estudio de naturaleza cuantitativa se enfocan en el uso de herramientas y procedimientos definidos previamente para recolectar datos y que sirva como una guía para el desarrollo de una investigación, en ese sentido, las técnicas permiten dar respuesta a la interrogante ¿Cómo hacer?, a lo que una técnica se sustenta como el medio de recolección de información.

- **Técnicas**

A continuación, se presenta las técnicas que se utilizaran en el presente estudio:

Observación: Mediante el uso de los sentidos se recopilará información de manera sistemática para el llenado de los instrumentos, esto quiere decir que se obtiene información directa del fenómeno o problema que se está aconteciendo y se registra según las fichas establecidas (Gallardo, 2017). Según lo expuesto, se visitará en ocasiones programas en mercado central de Huamachuco para visualizar las condiciones en infraestructura y poder realizar el llenado de los instrumentos.

- **Instrumentos**

Por otro lado, para el registro de la información se emplea instrumentos, a continuación, se especifica los que se consideran para el presente estudio.

Ficha de registro de observación: Es un formato estructurado y sistematizado que permite plasmar los datos observados e identificados del objetivo que se ha evaluado, según su comportamiento, funcionamiento, características entre otros. En el anexo 3 se presenta la ficha de registro para la vulnerabilidad sísmica mediante el método Benedetti-Petrini.

Uso de software: Mediante la simulación en el software ETABS 19 se procede a recolectar la información en una ficha de registro, la cual es considerado el reporte obtenido de la simulación, siendo vital para ello la revisión del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, E.020 cargas, E .030 diseño sismo resistente, E.050 SUELOS Y E.070 albañilería y cimentaciones para unos resultados.

- **Validez**

En el presente estudio se evalúa la validez de los instrumentos, puesto que permiten garantizar que los datos obtenidos sean precisos y consistentes al momento del registro de la información en los instrumentos, lo cual permite verificar si el método, prueba o técnica empleado resulta efectivo. Con base a ello, en el presente estudio se tomó los instrumentos validados por Almanza (2019), el cual es una adaptación del método de Benedetti-Petrini realizado en 1984 para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en infraestructuras que obtuvo un

coeficiente de validez de 0.85 mediante juicio de expertos, lo que indica que es muy alta. A continuación, se menciona los datos de los expertos:

- Experto 1: Pinto Barrantes Raúl Antonio con CIP N° 151304
- Experto 2: Padilla Pichén Santos Ricardo con CIP N° 51630
- Experto 3: Alarco Gutiérrez Luis Reynaldo Luis CIP N° 120290
-

3.5. Procedimientos

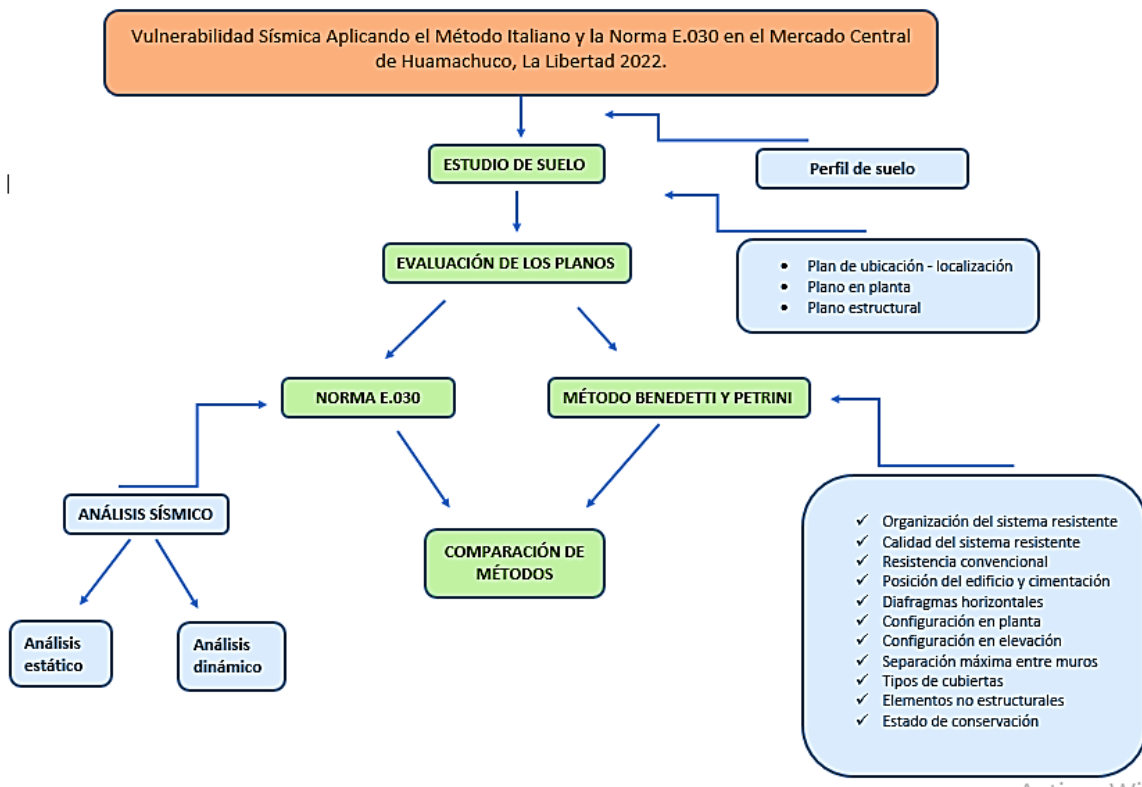


Figura N°2. procedimientos

Fuente: elaboración propia

- **Estudio de suelos:** Para la recolección de la información es vital obtener un estudio de suelos del mercado central de Huamachuco, con el fin de poder llenar los instrumentos y recoger toda información necesaria.
- **Evaluar los planos:** Mediante una inspección se recoge la información necesaria y se pedirá a la administración del mercado los planos estructurales y arquitectónicos de la edificación. También, los planos deben contar con información relevante, como, por ejemplo, dimensiones de los muros, espesor

de losas, dimensiones de las vigas, dimensiones de las columnas, entre otros que serán empleados en el software ETABS, asimismo para el desarrollo del método de Benedetti Petrini.

- **Método de Benedetti Petrini:** En el Mercado Central de Huamachuco se ha evidenciado serias deficiencias estructurales que dan un inicio inicial de vulnerabilidad sísmica, por ello el método elegido es el italiano de Benedetti y Petrini mediante sus 11 parámetros expuestos en la ficha de registro, los cuales serán llenados para obtener el índice de vulnerabilidad de la infraestructura del mercado.
- **Norma E030:** La información obtenida hasta el momento servirá para realizar un estudio sísmico estático y dinámico, guiado de la norma E030, asimismo a través del software ETABS, y así con los reportes obtenidos podremos ultimar la probabilidad de deterioro ante fuerzas sísmicas según el modelamiento.
- **Comparación de métodos:** La información obtenida de los reportes de la norma E030 y el índice de vulnerabilidad sísmica obtenido del método de Benedetti Petrini, el estudio de la vulnerabilidad sísmica en el Mercado Central de Huamachuco permitirán la comparación de ambos métodos así como los resultados para la formulación de una propuesta técnica económica que sirva de guía para que la administración del mercado tome en consideración un plan de reforzamiento estructural, pues de no realizar las mejoras propuestas durante la materialización de un evento telúrico de gran magnitud puede peligrar las vidas de las personas que acuden al centro de abasto, en ese sentido, el presente proyecto lo que busca es entregar información para el desarrollo de acciones de mejora.

3.6. Método de análisis de datos

En el presente estudio se recolecta información de campo para su posterior procesamiento, en ese sentido, durante el procesamiento se emplea un análisis estadístico descriptivo a través de Microsoft Excel que facilite una mejor interpretación de la ficha de registro por el método italiano. Por otro lado, se emplea la norma E030 y con ayuda del software ETABS 19 para el modelamiento de la infraestructura del Mercado Central de Huamachuco, esto quiere decir que la información que se obtenga se sintetiza mediante gráficos y planos que se presentaran en los resultados del informe.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio nace por la necesidad de obtener información confiable y verificable sobre la vulnerabilidad sísmica que presenta el Mercado Central de Huamachuco, por lo que se alinea a la búsqueda de la verdad, investigación y relevancia del tema. En ese sentido, se expone los valores que priman durante su desarrollo:

- **Reflexividad:** Se busca en todo momento mantener un papel autocrítico y evitar la manipulación y omisión de cualquier tipo de información que pudiera afectar los resultados.
- **Respecto:** Durante el desarrollo de la investigación se mantiene una actitud pasiva y responsable con los trabajadores del Mercado de Huamachuco.
- **No plagio:** El presente documento al finalizar es procesado por un software anti-plagio que garantiza un porcentaje de similitud menor a lo indicado por la casa de estudio. Por otro lado, la asesora del presente estudio garantiza que no se tenga indicios de plagio visible en la información presentada, siendo en el caso de encontrarse algún indicio el sometimiento a las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.
- **Generalización teórica:** El presente estudio considera información confiable y verdadera, las cuales son debidamente citadas, por ello es apto como documento de consulta a futuros investigadores que desean realizar un tema de similares características.
- **No maleficencia:** Durante la recolección de información e interacción con los comerciantes y público del mercado se evita causar algún tipo de daño que atente contra la integridad personal.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio de suelos

4.1.1. Parámetros sísmicos

El estudio de suelos se realizó en el distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión en el departamento de La Libertad. Se realizó en total una calicata donde se encontraron tres estratos de suelos. El objetivo de este estudio de suelos es presentar de manera minimizada la información necesaria para los parámetros sísmicos, ya que es para para el desarrollo de cualquier proyecto o informe.

Se realizó un estudio de suelos en un terreno aledaño al mercado central de Huamachuco, se realizó una calicata, asimismo se encontró 3 estratos el primero E1. La arcilla era de baja elasticidad de color marrón, presentando un límite líquido de 28%, su índice de plasticidad fue de 9.87%. el estrato E2 la arcilla fue de baja elasticidad presento un color marrón claro con un imite de líquido de 25.06%, con índice de plasticidad de 13.56%, y el ultimo estrato E3 presento una grava arcillosa de baja plasticidad, color amarillo a marrón presentando un límite de líquido de 20.23% con un índice de elasticidad de 10.95.

En el estrato E1 la cantidad de tipo de suelos se calculó por porcentajes: gravas 2.87%, arenas 39.89% y finos(arcillas) 57.24%. en el estrato E2 el porcentaje de gravas fue de 1.06%, arenas 37.80% y finos 61.14%. por último, el estrato E3 obtuvo una cantidad de tipo de suelos en gravas 47.24%, arenas 24.91% y en finos 27.85%. finalmente, como el porcentaje es mayor el tipo de suelo de fino (limos y arcillas) por lo tanto pertenece a un perfil de suelos blandos (S3).

4.2. Evaluación de planos

4.2.1. Plano de ubicación y localización

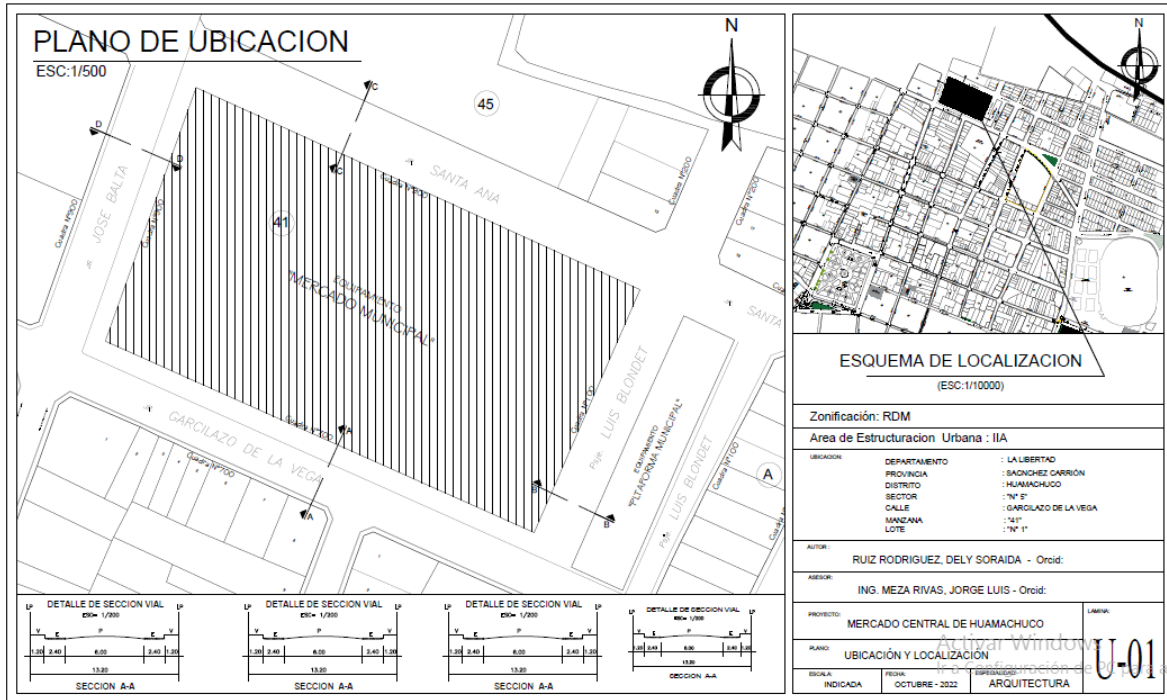


Figura N° 3. Plano de ubicación y localización del mercado central de la ciudad de Huamachuco.

El mercado central de la ciudad de Huamachuco se encuentra situado en la provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, al norte de Perú; Este se encuentra ubicado dentro del sector 5 de la ciudad de Huamachuco, frente en la manzana N° 45, lote N° 1. Asimismo, se encuentra limitada por el Jr. Garcilazo de la vega, Jr. Balta, calle santa Ana y el Pje. Luis Blondet. Por otro lado, en los alrededores del mercado central encontramos una zona netamente comercial, así también se aprecia equipamientos de educación como el Jardín 100, La Institución Educativa La Inmaculada y la UGEL (Unidad de Gestión Educativa Local) Sánchez Carrión.

4.2.2. Plano en planta

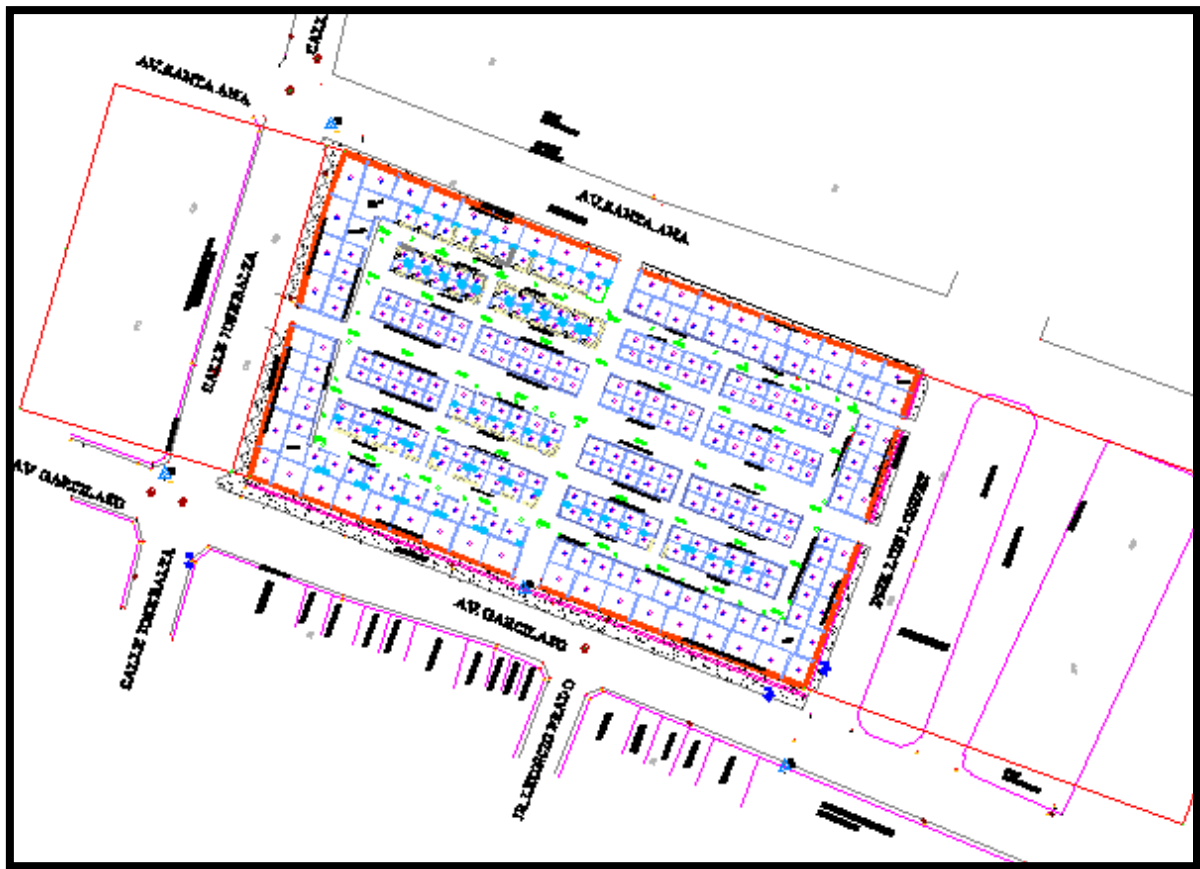


Figura N° 4. Plano de arquitectura del mercado central de la ciudad de Huamachuco.

El mercado central de Huamachuco cuenta con un área de 7,369.05 m² y un área de cobertura de 9112.4539 m², asimismo este cuenta con 16 plazas de estacionamiento por el Jr. Balta, este también cuenta con un área de descarga denominada plataforma de descarga que se encuentra separado por el Pje. Luis Londet, por otra parte, este cuenta con 4 ingresos principales tanto por el Jr. Garcilazo de la vega, por el Jr. Balta, la calle santa Ana y por el Pje. Luis Londet, asimismo por este pasaje hay un ingreso secundario.

Por otro lado, este equipamiento cuenta con 3 módulos de servicios higiénicos ubicados estratégicamente en las esquinas para poder generar una mejor accesibilidad a los usuarios del mercado central de Huamachuco, asimismo este equipamiento se encuentra distribuido por 241 puestos entre ellos de comida, ropa, tecnología, mercería, etc.

4.2.3. Plano estructural

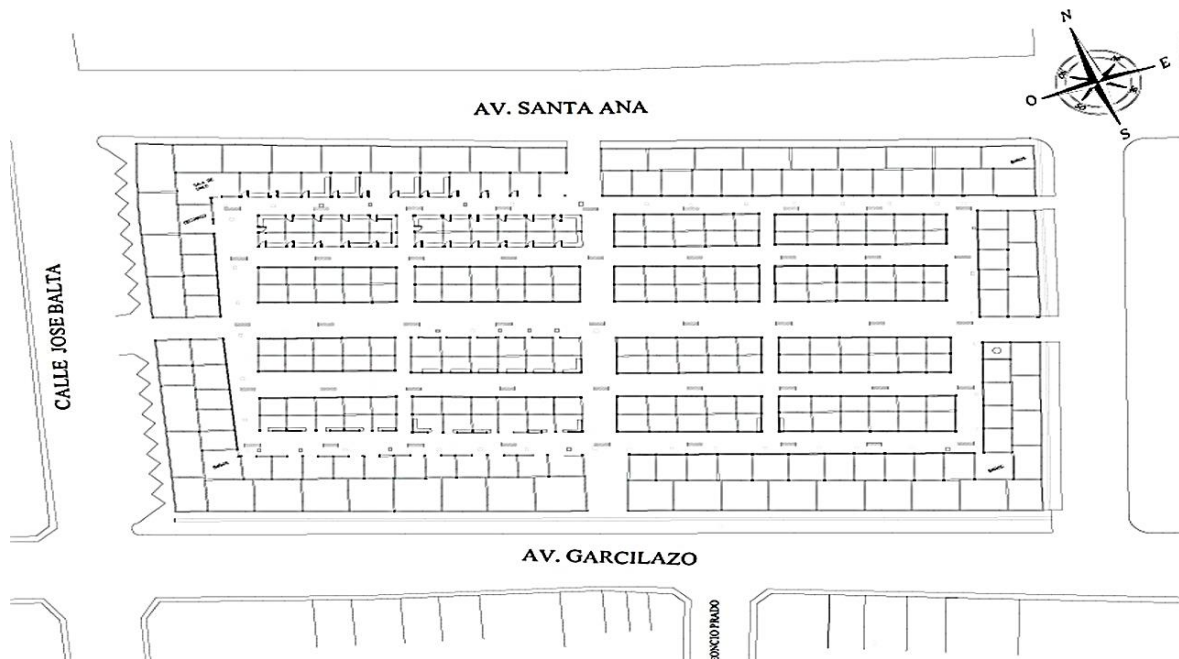


Figura N° 5. Plano estructural del mercado central.

El plano estructural del mercado central de Huamachuco se actualizó ya que esta construcción se realizó hace 38 años. Las medidas y dimensiones de los elementos estructurales de todo el plano no coinciden con la parte constructiva, por lo tanto, se llevó a una verificación de medidas a detalle de cada elemento. Cuenta con zapatas aisladas, columnetas y vigas soleras. Un sistema estructural simple, soportando una cobertura de Eternit de aproximadamente 1500 m².

Las columnas son rectangulares con las dimensiones acopladas a los muros toda la estructura es simétrica la estructura no tiene irregularidades en planta y en altura.

Esta edificación es de categoría B ya que es comercial donde reúnen gran cantidad de personas ya que cuenta con un área amplia y con más de 200 puestos distribuidos respectivamente depende al tipo de comercio.

4.3. Método italiano Benedetti y Petrini.

La evaluación de los 11 parámetros fue considerada en la metodología de Benedetti Petrini asignando 4 clases A, B, C y D, estos dependieron de los aspectos de la estructura del mercado ya sean constructivos, estructurales o geométricos.

Se normalizó en índice de vulnerabilidad con valores de 0 a 100. El nivel de vulnerabilidad se identificó según la siguiente tabla.

Tabla N°2. Niveles de vulnerabilidad sísmica.

Vulnerabilidad Baja	Cuando el índice de vulnerabilidad es mayor o igual a 0 y menor a 20 ($0 \leq Iv \leq 20$).
Vulnerabilidad Media	Cuando el índice de vulnerabilidad es mayor o igual a 20 y menor a 40 ($20 \leq Iv \leq 40$).
Vulnerabilidad Alta	Cuando el índice de vulnerabilidad es mayor o igual a 40 y menor a 100 ($40 \leq Iv \leq 100$).

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Organización del sistema resistente

Para la clasificación del primer parámetro tenemos los siguientes criterios:

Tabla N°3. Criterios del sistema resistente

CLASE- A	La edificación cumple la NTE E070.
CLASE-B	La edificación no cumple con un requisito de la NTE E070.
CLASE-C	Las columnas y vigas están confinadas parcialmente a los muros.
CLASE-D	No cuenta con vigas y columnas es autoconstruida.

Fuente: Elaboración propia

Las columnas y vigas están confinadas parcialmente a los muros clase- A.

4.3.2. Calidad del sistema resistente

Para clasificar el parámetro 2 se considera las siguientes características:

- Construido con ladrillos de buena calidad y resistencia.
- Un adecuado amarre entre los ladrillos.
- Mortero en juntas con un espesor de 10 a 15 mm.

Tabla N°4. Criterios del sistema resistente

CLASE- A	Cumple todas las características
CLASE-B	No cumple con una de las características
CLASE-C	No cumple con dos de las características
CLASE-D	No cumple con características

Fuente: Elaboración propia

no cumple con una de las características CLASE- A.

4.3.3. Resistencia convencional

Primero se calcula el Área de muros portantes. La edificación tiene cobertura de Eternit con armadura de madera por la cual reemplaza al área techada (at), luego se multiplica por el número de pisos (Np), luego reemplazamos en la ecuación de muros portantes en dirección x:

$$Ax = 0.0063 * (at * Np)^{1.2586}$$

$$at = 1500m^2$$

$$Np = 1$$

Reemplazando:

$$Ax = 0.0063 * (1500 * 1)^{0.8535}$$

$$Ax = 62.628$$

ecuación de muros portantes en dirección y:

$$Ay = 0.1377 * (at * Np)^{0.8232}$$

$$Ay = 56.688$$

Resistencia cortante (v)

Se establece aplicando la siguiente formula:

$$VR = \min (Ax; Ay) * v$$

Tabla N°5. Esfuerzo cortante para edificaciones de mampostería

Material	Resistencia cortante (tn/m2)
Ladrillo macizo, calidad regular	6 a 12
Piedra mal tallada	2
Piedra bien tallada	7 a 9
Ladrillo macizo de buena calidad	18
Bloque macizo con mortero	18
Mampostería ladrillo macizo	20
Mampostería bloque macizo	20
Mampostería ladrillo- bloque hueco	18

Fuente: Elaboración propia.

Fuente. Mena, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas (tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Reemplazando:

$$VR = \min. (Ax; Ay) * 7$$

$$VR = 396.76 \text{ tn}$$

Peso de la edificación (w):

$$W = N * (Ax + Ay) * h * Pm + M * Ps * At + Ac * Pc$$

Donde:

$$h: \text{altura de entrepiso} = 3.00m$$

$$Pm: \text{peso de la mamposteria} = 1.80 \text{ Tn/m}^2$$

$$M: \text{diafragmas horizontales} = 1$$

$$Ps: \text{peso de losa} = 0 \text{tn/m}^2$$

$$Ac: \text{Area de cobertura} = 1500 \text{m}^2$$

$$Pc: \text{peso de cobertura} = 0.25 \text{tn/m}^2$$

Reemplazando:

$$W = 1019.30 \text{tn}$$

Coeficiente sísmico resistente (cs):

$$csR = \frac{VR}{W}$$

Reemplazando:

$$csR = 0.38$$

Coeficiente sísmico exigido (cse):

$$cse = \frac{ZUCS}{R}$$

Empleando la NTE E.030 diseño sismorresistente

Z: factor zona

$$Z=0.35$$

U: factor de uso

$$U= 1.3$$

C: factor de amplificación sísmica

$$C= 2.50$$

S: factor de suelos

$$S= 1.20$$

R: coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R= 3$$

Remplazando:

$$cse = \frac{1.365}{3}$$

$$cse = 0.455$$

Demanda de ductilidad (DD):

$$DD = \frac{cse}{csR}$$

Remplazando:

$$DD = \frac{0.455}{0.38}$$

$$DD = 1.19$$

Como DD es MENOR que 1.50 es clase C

4.3.4. Posición del edificio y de la cimentación

Para determinar el parámetro 4 se considera las siguientes características:

- Esta cimentada en suelo rígido
- Cumple la norma NTE E.070
- No se encuentra existencia de humedad
- Está en buen estado de conservación

Tabla N°6. Criterios del sistema resistente.

CLASE- A	Cumple todas las características
CLASE-B	No cumple con una de las características
CLASE-C	No cumple con dos de las características
CLASE-D	No cumple con características

Fuente: Elaboración propia.

Con cumple con dos de las características, clase- C

4.3.5. Diafragmas horizontales

Este parámetro consiste en que, si la edificación tiene una cobertura en buenas condiciones, con las siguientes características:

- Ausencia de desniveles
- Irregularidades en cobertura
- Correcta colocación de cobertura
- Buen estado de cobertura

Tabla N°7. Criterios del sistema resistente.

CLASE- A	Cumple todas las características
CLASE-B	No cumple con una de las características
CLASE-C	No cumple con dos de las características
CLASE-D	No cumple con características

Fuente: Elaboración propia.

No cumple con las características, clase- D

4.3.6. Configuración en planta

Medidas de la edificación:

- Los puntos más distantes de la edificación:
Medida frontal (Xmax.)
Xmax. = 113.00 m
Medida lateral (Ymax.)
Ymax. =64.50 m
- Los puntos medios:
Xm= 56.5 m
Ym= 32.25 m
- Centro geometrico:
Xg= 56.5
Yg= 32.25
- Regularidad de edificación:
IRx= 0
IRy= 0



Figura N°6. Parámetros de configuración en planta
Como IR es menor que 0.1 es clase- A

4.3.7. Configuración en elevación

La edificación cuenta con un solo nivel, los criterios son los siguientes

A: Edificio con $\pm \frac{\Delta DA}{A} < 10\%$

B: Edificio con $\pm 10\% \leq \pm \frac{\Delta DA}{A} < 20\%$

C: Edificio con $20\% \leq \pm \frac{\Delta DA}{A} < 50\%$

B: Edificio con $\pm \frac{\Delta DA}{A} \geq 50\%$

DA/A es menor o igual a 10%, por lo tanto, es clase- A

4.3.8. Separación máxima entre muros

Se calcula con la siguiente formula:

L/S

S= 0.18 m espesor de muro

L= 4.00 m espacio entre muros transversales

Remplazando:

$$L/S=22.22$$

A: Edificio con $\frac{L}{S} < 15$

B: Edificio con $15 \leq \frac{L}{S} < 18$

C: Edificio con $18 \leq \frac{L}{S} < 25$

D: Edificio con $\frac{L}{S} \geq 18$

El L/S es mayor a 18, por lo tanto, es clase- C

4.3.9. Tipos de cubiertas

La edificación tiene una cobertura de madera y Eternit:

- cobertura estable.
- buena conexión entre muros y cobertura.
- cobertura de material liviano.
- cobertura en buen estado.

Tabla N°8. Criterios del sistema resistente.

CLASE- A	Cumple todas las características
CLASE- B	No cumple con una de las características
CLASE- C	No cumple con dos de las características
CLASE- D	No cumple con características

Fuente: Elaboración propia.

Le corresponde clase- B

4.3.10. Elementos no estructurales

A: la edificación no tiene elementos estructurales que estén conectados correctamente a un sistema resistente.

B: La edificación cuenta con elementos, eficientemente conectados.

C: La edificación tiene elementos mal conectados.

D: La edificación tiene elementos mal contruidos.

finamente se obtiene como resultado la clase- C

4.3.11. Estado de conservación

A: La edificación tiene muros sin fisuras.

B: La edificación tiene muros con fisuras poco visible.

C: La edificación tiene fisuras y elementos deteriorados.

D: La edificación tiene deterioro muy visible.

finamente se obtiene como resultado la clase- B

Resultados De Parámetros Del Método De Benedetti Petrini Con Su Respectiva Clasificación:

Tabla N° 9. Parámetros del método de Benedetti Petrini

Parámetro	Descripción	Clase	Ki	Peso (Wi)
1	Organización del sistema resistente	A	0	1.0
2	Calidad del sistema resistente	A	0	0.25
3	Resistencia convencional	C	25	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	C	25	0.75
5	Diafragmas horizontales	D	45	1.0
6	Configuración en planta	A	0	0.5
7	Configuración en elevación	A	0	1.0
8	Separación máxima entre muros	C	25	0.25
9	Tipos de cubiertas	B	15	1.0
10	Elementos no estructurales	C	25	0.25
11	Estado de conservación	B	5	1.0

Fuente: Elaboración propia

Finalmente calculamos el índice de vulnerabilidad con la siguiente formula:

$$IV = \sum_{i=1}^{11} ki(wi)$$

Remplazando:

$$IV = 133.75$$

La siguiente formula se aplica para la normalización del rango de 0-100:

$$Ivn = 100 - \frac{(Iv \text{ max.} - Iv)}{(Iv \text{ max.})} * 100$$

En edificaciones de mampostería el $Iv \text{ max.}$ es igual a 360.

Entonces remplazando tenemos:

$$Ivn = 37.152$$

Por lo tanto, el nivel de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de Benedetti Petrini es MEDIA.

4.4. Norma E.030

4.4.1. Generalidades

La norma E.030, diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones, da condiciones con la finalidad de, al construir una edificación esta sea diseñada adecuadamente para que, ante un sismo el comportamiento de la estructura sea conforme su diseño estructural. Los principales objetivos son: impedir pérdida de existencias humanas, la edificación deberá resistir movimientos telúricos y para las edificaciones esenciales se considera condiciones más estrictas ya que son edificaciones de categoría A. siguiendo las indicaciones de la norma toda edificación será diseñada Y construidas para resistir un sismo moderado.

4.4.2. Peligros Sísmicos

4.4.2.1. Zonificación

En Perú esta dividido por cuatro zonas, cada zona fue especificada por los movimientos sísmicos observados respectivamente con su distancia de epicentro, asimismo con el estudio de las deformaciones que presenta la corteza terrestre en cada tiempo geológico y en cada lugar, sea provincia o distrito específicamente.



Figura N° 7. Zonificación sísmica del Perú

Tabla N° 10. Zonificación Sísmica, Región La Libertad, Provincia Sánchez Carrión, Distrito Huamachuco

REGION	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA
LA LIBERTAD	SÁNCHEZ CARRIÓN	COCHORCO	2
		SARTIMBAMBA	
		CHUGAY	3
		CURGOS	
		HUAMACHUCO	
		MARCABAL	
		SANAGORAN	
		SARÍN	

Fuente: Elaboración propia

Cada zona tiene un valor de factor Z, interpretando la máxima aceleración en el suelo horizontalmente dependiendo del lugar que se requiera realizar el diseño de una edificación dependiendo de la categoría.

Tabla N° 11. Microzonificación sísmica

zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: E.030 - RNE. (reglamento nacional de edificaciones).

4.4.2.2. Microzonificación sísmica

El lugar específico donde se requiere construir y realizar el diseño, tendrá que ser estudiado y evaluado por fenómenos asociados: licuación de suelos, tsunamis, deslizamientos, etc. También se realiza un estudio en el sitio donde se va a construir ya que son datos necesarios para el diseño de una edificación de cualquier categoría dependiendo parámetros indicados por la Norma E.030.

4.4.2.3. Perfil de Suelo

Para diferenciar el perfil de suelo de cada zona se determina por la velocidad de propagación de corte \bar{V}_s y posiblemente sean suelos granulares hay parámetros \bar{N}_{60} , asimismo para suelos más adhesivos \bar{S}_u .

Tabla N° 12. Tipos de perfil de suelo

SUELO	PERFIL	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
ROCA DURA	S_0	> 1500 m/s	-	-
SUELO MUY RIGIDO	S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kpa
SUELO INTERMEDIO	S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kpa a 100 kpa
SUELO BLANDO	S_3	<180 m/s	< 15	25 kpa a 50 kpa
EXCEPCIONES	S_4	Clasificación - EMS		

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4. Parámetros del lugar

Una vez calculada y evaluada el perfil de suelo y la zonificación para calcular los parámetros como son el perfil de suelo y los periodos para finalmente calcular el factor de suelo y el factor de amplificación.

Tabla N° 13. Facto del suelo y factor de ampliación

Zona / Suelo	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

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: E.030 - RNE. (reglamento nacional de edificaciones).

4.4.2.5. Factor de Amplificación (c)

Una vez evaluado las características del lugar donde se realiza el diseño se precisa el factor de ampliación.

$$T < T_p$$

$$C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L$$

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L$$

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

El valor de T es el periodo que nos servirá más adelante.

4.4.3. Categorías del sistema estructural y regularidad

4.4.3.1. Categorías de la edificación factor (U)

Cada edificación debería ser catalogada con las siguientes categorías:

Tabla N° 14. Categorías de la edificación factor (U)

Categoría	Descripción	Factor
A- Edificaciones Esenciales	A1: las edificaciones más importantes donde puedan recurrir a la edificación ante un sismo.	N-1
	A2: Edificaciones cuando ocurra un sismo este sea de ayuda para que las personas puedan acudir a este lugar	1.5

B. Edificaciones Importantes	En esta categoría están las edificaciones donde se reúnen una gran cantidad de personas.	1.3
C. Edificaciones comunes	Mayormente edificaciones como hoteles, viviendas oficinas y restaurantes	1.0
D. Edificaciones temporales	Edificaciones provisionales como por ejemplo una caseta	N-2

Fuente: E.030 - RNE. (reglamento nacional de edificaciones).

4.4.3.2. Sisma estructural

Tabla N° 15. Sistema estructural

SISTEMA ESTRUCTURAL	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN R_o (*)
Acero:	
Pórticos especiales	8
Pórticos intermedios	7
Pórticos ordinarios	6
Pórticos especiales concéntricamente	8
Pórticos ordinarios concéntricamente	6
Pórticos excéntricamente	8
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería confinada	3
Madera	7

Fuente: E.030 - RNE. (reglamento nacional de edificaciones).

4.4.3.3. Irregularidad estructuralmente

4.4.3.4. Irregularidad en altura

Tabla N°16. Irregularidades en estructurales en altura

IRREGULARIDADES EN ESTRUCTURALES EN ALTURA	FACTOR
Piso Blando: la distorsión entre los pisos	
Piso débil: la resistencia entre los pisos frente a las fuerzas cortantes es menor que el 80% de la resistencia de entrepisos	0.75
Extrema de rigidez	0.50
Extrema de resistencia	
De masa o peso	0.90
Geométrica vertical	0.90
Discontinuidad de los sistemas resistentes	0.80
Discontinuidad de los sistemas resistentes	0.60

Fuente: E.030 - RNE. (reglamento nacional de edificaciones).

Como la infraestructura no tiene irregularidad entonces $I_a = 1$

4.4.3.5. Irregularidad en planta.

Tabla N°17. Irregularidades en estructurales en planta.

IRREGULARIDADES EN ESTRUCTURALES EN PLANTA	FACTOR
Irregularidad torsional	0.75
Torsional extrema	0.60
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad del diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.90

Fuente: E.030 - RNE. (reglamento nacional de edificaciones).

Como la infraestructura no tiene irregularidad entonces $I_p=0.75$

4.4.3.6. Coeficiente de reducción (R)

Para disminuir el factor de las fuerzas sísmicas se define como la multiplicación de R_o y los factores I_a y I_p .

$$R_x = R_o * I_a * I_p$$

$$R_y = R_o * I_a * I_p$$

$$R_x = 3 * 1 * 1$$

$$R_y = 3 * 1 * 0.75$$

$$R_x = 3.00$$

$$R_y = 6.00$$

4.4.4. Análisis Estático

4.4.4.1. Fuerza Córtese Basal

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

$$V_x = \frac{0.35 * 1.3 * 2.5 * 1.20}{3.00} * 2769.84$$

$$V_x = 1188 \text{ tnf}$$

$$V_y = (Z * U * C * S) / R * P$$

$$V_y = (0.35 * 1.3 * 2.5 * 1.20) / 6.00 * 2769.84$$

$$V_y = 477.21 \text{ tnf}$$

Periodo De Vibración

el periodo calculado será para cualquier dirección.

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

$$T = \frac{3.60}{35}$$

$$T = 0.103 \text{ sg}$$

4.4.5. Análisis Dinámica

Aceleración Espectral

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

Tabla N° 18. Aceleración espectral de cada periodo.

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	4.464	4.464
2.50	0.02	4.464	4.464
2.50	0.04	4.464	4.464
2.50	0.06	4.464	4.464
2.50	0.08	4.464	4.464
2.50	0.10	4.464	4.464
2.50	0.12	4.464	4.464
2.50	0.14	4.464	4.464
2.50	0.16	4.464	4.464
2.50	0.18	4.464	4.464
2.50	0.20	4.464	4.464
2.50	0.25	4.464	4.464
2.50	0.30	4.464	4.464
2.50	0.35	4.464	4.464
2.50	0.40	4.464	4.464
2.50	0.45	4.464	4.464
2.50	0.50	4.464	4.464
2.50	0.55	4.464	4.464
2.50	0.60	4.464	4.464
2.50	0.65	4.464	4.464
2.50	0.70	4.464	4.464
2.50	0.75	4.464	4.464
2.50	0.80	4.464	4.464
2.50	0.85	4.464	4.464
2.50	0.90	4.464	4.464
2.50	0.95	4.464	4.464
2.50	1.00	4.464	4.464
2.27	1.10	4.058	4.058
2.08	1.20	3.720	3.720
1.92	1.30	3.434	3.434
1.79	1.40	3.188	3.188
1.67	1.50	2.976	2.976
1.56	1.60	2.790	2.790
1.38	1.70	2.471	2.471
1.23	1.80	2.204	2.204
1.11	1.90	1.978	1.978
1.00	2.00	1.785	1.785
0.79	2.25	1.411	1.411
0.64	2.50	1.143	1.143
0.53	2.75	0.944	0.944
0.44	3.00	0.794	0.794
0.25	4.00	0.446	0.446
0.16	5.00	0.286	0.286
0.11	6.00	0.198	0.198
0.08	7.00	0.146	0.146
0.06	8.00	0.112	0.112
0.05	9.00	0.088	0.088
0.04	10.00	0.071	0.071

Fuente: Elaboración propia

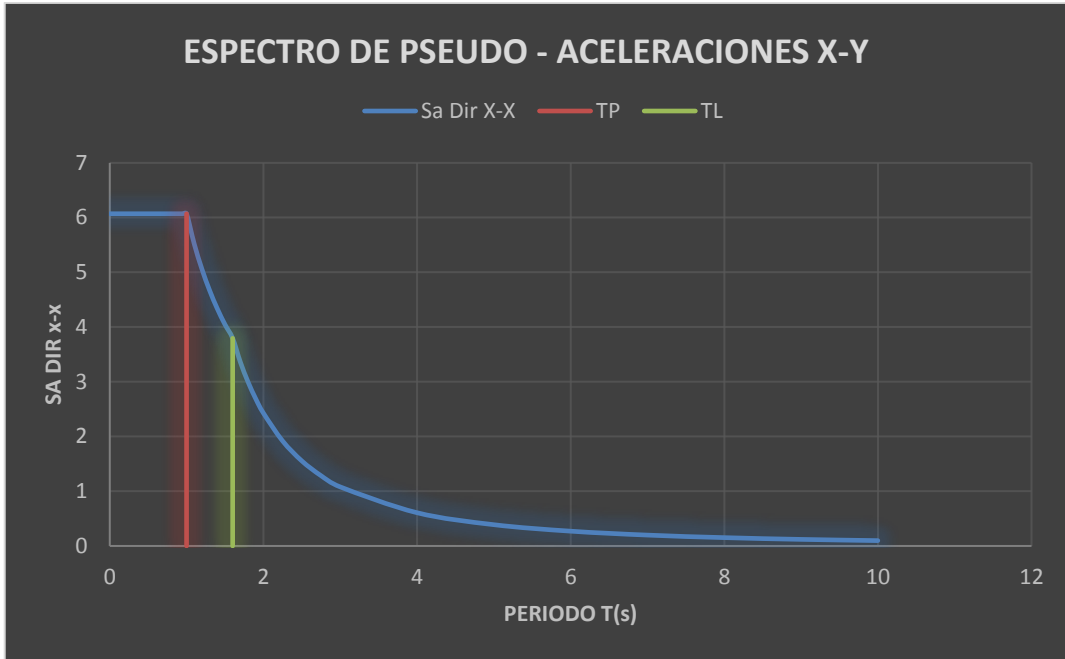


Figura N° 8. Aceleración espectral en X - Y
Peso total del centro comercial (ETABS)

Assembled Joint Masses

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Assembled Joint Masses

Filter: ((Story) = 'Story1')

Story	Label	Point Element	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	UZ tonf-s ² /m	RX tonf-m-s ²	RY tonf-m-s ²
Story1	1	37	6.18712	6.18712	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 1

Add Tables... Done

Figura N° 9. Evidencia de la masa en el módulo 1.

Assembled Joint Masses

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Assembled Joint Masses

Filter: ((Story) = 'Story1')

Story	Label	Point Element	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	UZ tonf-s ² /m	RX tonf-m-s ²	RY tonf-m-s ²	RZ tonf-m-s ²	X m
Story1	1	37	12.18643	12.18643	0	0	0	454.6376	3.1324

Record: << < 1 > >> of 1

Add Tables... Done

Figura N° 10. Evidencia de la masa en el módulo 2.

Story	Label	Point Element	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	UZ tonf-s ² /m	RX tonf-m-s ²	RY tonf-m-s ²	RZ tonf-m-s ²	X m
Story1	1	37	33.65234	33.65234	0	0	0	8208.0139	26.2411

Figura N° 11. Evidencia de la masa en el módulo 3.

Tabla N° 19. Peso total de estructura.

Módulo	Piso	Cantidad	Masa (Ton-s ² /m)	Peso (Ton)
Módulo 1	Piso 1	16	6.18712	971.13
Módulo 2	Piso 1	4	12.18643	478.20
Módulo 3	Piso 1	4	33.65234	1320.52
Total				2769.84

Fuente: Elaboración propia

Existen 16 módulos parecidos al módulo 1, así como también 4 típicos para el módulo 2 y 3, obteniéndose un peso total de **2769.84** toneladas.

Fuerzas y rigideces.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Shear X tonf	Drift X m	Stiff Xh tonf	Stiff X tonf/m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic	Step By Step			0	2.3E-05		0
Story1	S.Estático en X	LinStatic	Step By Step			10.3754	6E-05		173226.682

Figura N° 12. Evidencia de fuerza y rigidez en el módulo 1.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Shear X tonf	Drift X m	Stiff Xh tonf	Stiff X tonf/m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic	Step By Step			0	4.1E-05		0
Story1	S.Estático en X	LinStatic	Step By Step			20.4359	0.002434		8396.379

Figura N° 13. Evidencia de fuerza y rigidez en el módulo 2.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Shear X tonf	Drift X m	Stiff Xh tonf	Stiff X tonf/m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic	Step By Step			0	0.000153		0
Story1	S.Estático en X	LinStatic	Step By Step			150.1576	0.000292		514793.426

Figura N° 14. Evidencia de fuerza y rigidez en el módulo 3.

Tabla N° 20. Rigidez.

Módulo	Fuerza (tonf)	Rigidez (tonf/m)
1	10.38	173226.68
2	20.44	8396.38
3	150.16	514793.43

Fuente: Elaboración propia

Periodos.

Tabla N° 21. Periodos.

Módulo	Dirección	
	Tx (s)	Ty (s)
1	0.038	0.524
2	0.239	0.013
3	0.792	0.051

Fuente: Elaboración propia.

Desplazamientos.

Joint Displacements

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Story] = 'Story1') AND ([Label] = 27)

	Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Ux m	Uy m	Uz m	Rx rad
▶	Story1	27	1	S.Estático en Y	LinStatic				4.5E-05	0.030873	3.2E-05	-0.010857
	Story1	27	1	Sismo Dinámico en Y	LinRespSpec	Max			1E-06	0.03101	1.6E-05	0.010903
	Story1	27	1	Sismo Dinámico en X	LinRespSpec	Max			6E-05	2.081E-07	2.1E-05	2E-06
	Story1	27	1	S.Estático en X	LinStatic				5.4E-05	1.8E-05	1.9E-05	-8E-06

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

Figura N° 15. Desplazamientos en el módulo 1.

Joint Displacements

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Story] = 'Story1') AND ([Label] = 41)

	Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Ux m	Uy m	Uz m
▶	Story1	41	35	S.Estático en Y	LinStatic				-4.6E-05	6.4E-05	5.5E-05
	Story1	41	35	Sismo Dinámico en Y...	LinRespSpec	Max			3.9E-05	4.1E-05	4.9E-05
	Story1	41	35	Sismo Dinámico en X...	LinRespSpec	Max			0.002429	3.912E-08	0.003611
	Story1	41	35	S.Estático en X	LinStatic				0.002444	-1E-05	-0.003632

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

Figura N° 16. Desplazamientos en el módulo 2.

Joint Displacements

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: ([Story] = 'Story1') AND ([Label] = 27)

	Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	Ux m	Uy m	Uz m
▶	Story1	27	1	S.Estático en Y	LinStatic				0.000153	0.024873	6.4E-05
	Story1	27	1	Sismo Dinámico en Y	LinRespSpec	Max			4.5E-05	0.026055	2.8E-05
	Story1	27	1	Sismo Dinámico en X	LinRespSpec	Max			0.000332	0.00189	0.00011
	Story1	27	1	S.Estático en X	LinStatic				9.1E-05	0.002291	3.2E-05

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

Figura N° 17. Desplazamientos en el módulo 3.

Tabla N° 22. Desplazamientos en X-Y.

Desplazamientos cm)			
Módulo	Sistema	Eje X	Eje Y
1	Estático	0.0054	3.09
	Dinámico	0.0060	3.10
2	Estático	0.24	0.0064
	Dinámico	0.24	0.0041
3	Estático	0.0091	2.49
	Dinámico	0.0332	2.61

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Aplicando la norma E.030, la edificación del mercado central de Huamachuco, se encuentra en la zona 3, quiere decir que está ubicado en una zona con alta sismicidad, con un perfil de suelos blandos ya que el resultado nos arrojó datos de un mayor porcentaje del tipo de suelos finos, se identificó como una edificación importante porque asisten muchas personas, no se encontraron irregularidades ya que la edificación es simétrica, con un peso de 2,611.12 Tn, obteniendo el cálculo de una cortante basal de $V_s=1188$, a diferencia de Soria (2020), calculó la cortante basal obteniendo como resultado $V_s= 122.62$. ya que su investigación lo realizó en la ciudad de Trujillo por lo tanto los parámetros cambian iniciando desde la zona.

Para determinar el perfil de suelo se realizó un estudio en laboratorio. En el estrato E1 la cantidad de tipo de suelos se calculó por porcentajes: gravas 2.87%, arenas 39.89% y finos(arcillas) 57.24%. en el estrato E2 el porcentaje de gravas fue de 1.06%, arenas 37.80% y finos 61.14%. por último, el estrato E3 obtuvo una cantidad de tipo de suelos en gravas 47.24%, arenas 24.91% y en finos 27.85%. finalmente, como el porcentaje es mayor en el tipo de suelo de fino (limos y arcillas) por lo tanto pertenece a un perfil de suelos blandos (S3). Grober Pinto (2020), realizó una calicata, la cual se encontró dos estratos, luego de haberse realizado los estudios de suelos, obtuvo el porcentaje de la cantidad del tipo de suelo, los porcentajes de su primer estrato E1 es en grava 0.0%, arena 85.4% y finos 14.6; en el estrato E2 gravas 46.9%, arena 46.1 y en finos 7.0%. calculando un promedio de mayor porcentaje el tipo de suelo de arenas por la cual pertenece al perfil de suelos intermedios.

Se calculó la vulnerabilidad sísmica del mercado central de Huamachuco, a través del método italiano de Benedetti Petrini asimismo con la norma e.030 con la ayuda de ETABS, los dos métodos se aplicaron a esa infraestructura de albañilería confinada concluyendo que, para el método Benedetti Petrini la estructura del mercado central se determinó una

vulnerabilidad media, ya que al aplicar el método detalladamente cada parámetro, en los rangos el índice de vulnerabilidad sísmica dio como resultado 37.15, dado que el valor superó a 40 se calificó como una vulnerabilidad media. Cabe recalcar que la estructura del mercado no resistiría a un sismo de una magnitud regular. A diferencia de Nicole Cajan y Ximena Lecca (2020), su aplicación por el método italiano, de la estructura de una edificación de mampostería confinada su índice de vulnerabilidad fue de 25.69 perteneciendo al rango del nivel de vulnerabilidad media, después de haber hecho un estudio detallado de cada parámetro perteneciente al método Italiano.

Pinto Grober Aplicando la norma E.030 obtuvo los siguientes datos en cada parámetro sísmico, en zona $z=0.45$, la categoría de las edificaciones se consideró como una edificación esencial con factor $U=1.5$, el factor de amplificación es igual $C=1.847$, con un perfil de suelos intermedios $S_2=1.05$, Irregularidades en ambas direcciones en planta y en altura, $I_a=1$ y $I_p=1$ porque no se encontraron irregularidades, a diferencia de la presente investigación aplicando en el reglamento de edificaciones E.030, se calculó los siguientes datos factor zona $z=0.35$, la edificación está dentro de la categoría B (importantes) $u=1.3$, su factor de amplificación es $C=2.50$, con el resultado del laboratorio con un perfil de suelos blandos $S_3=1.20$, no se encontraron irregularidades en planta ni en altura, por lo tanto, I_a e I_p tienen el valor de 1.

Para calcular el análisis estático y dinámico Grober, en la institución educativa donde realizó el análisis estático y dinámico, concluyó que en el análisis estático con la constante vasal se calculó las fuerzas cortantes de cada modelo por parte del análisis dinámico el módulo M01 no cumplió con las condiciones que brinda el reglamento, el módulo M02 y M03 si cumplen con los parámetros que es como máximo 0.005 la distorsión, el módulo M04 y M05 tienen el 50% que cumplen con los límites y lo restante no cumple ya que supera al valor de 0.005. en el mercado central de Huamachuco se calculó por módulos, pero se generalizó ya que la

edificación solo cuenta con un nivel, el 50% de la estructura no cumple ya que el valor de la deriva supera al límite de 0.005 con el valor de 0.007, pero lo restante si cumple tal y como lo describe la norma E.030 -RNE 2017, ya que en caso de albañilería nos dice que máximo es de 0.005, con una deriva máxima de 17.74.

Pinto 2022, en la comparación de los dos métodos para saber el grado de vulnerabilidad, su resultado fue muy diferente, ya que con el método de Benedetti Petri ni obtuvo 3 módulos con grado de vulnerabilidad baja y 2 módulos con vulnerabilidad media, con ayuda de la norma E.030 (ETABS), primero se calculó el peso de toda la edificación por cada módulo sumando un total de 1,960.00 Tn aproximadamente, donde 3 de los módulos no cumplen con la deriva y dos de ellos si cumplen. A diferencia con la edificación del Mercado Central de Huamachuco se calculó un peso total de 2769.84 Tn. Asimismo, por ser de un área amplia se dividió en módulos, la cual el 50% de la edificación incumplió con la deriva ya que por ser de material predominante albañilería y también a porticado se generalizó, el mayor porcentaje de la estructura del Mercado Central de Huamachuco es de albañilería confinada, teniendo como limite la deriva de 0.005 el valor máximo la cual el 50% de la estructura si cumple.

Finalmente se obtuvo diferentes resultados ya que la edificación del colegio es de 5 niveles a diferencia el mercado central e Huamachuco es de un solo nivel, pero con un área extensa.

VI. CONCLUSIONES

Se realizó una calicata la cual se encontraron tres tipos de estratos, una vez llevados al laboratorio El estudio de suelos con respecto a los resultados y estudios que se realizaron en el laboratorio l mayor porcentaje se obtuvo un tipo de suelos finos, por lo tanto, pertenece al perfil de suelos blandos.

Los planos del mercado central de Huamachuco se actualizaron, cuenta con un área de 7,369.05 m², asimismo cuenta con 241 puestos tiene una categoría de Edificación B, son edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas, como en el mercado central de Huamachuco. Su sistema estructural es de albañilería confinada y a porticado por lo que la norma E.030 nos dice que cuando la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente básico de reducción que corresponda (Ro: 3).

El nivel de vulnerabilidad aplicando el Método Italiano de Benedetti Petrinni dio como resultado un nivel alto, ya que el índice de vulnerabilidad fue de 43.05 aplicando cada uno de los 11 parámetro correspondientes.

Se calculó el análisis sísmico estático y dinámico con la Norma E.030 y el software ETABS, llegando a un resultado de una cortante basal de $V_s = 1188.00$ Tnf. La cual se dividió en tres módulos para calcular las derivas, teniendo el 50% de la estructura que si cumple y los otros 50% no cumplen con los límites de la deriva que nos brinda la norma E.030.

Se comparó los dos métodos aplicados teniendo como resultado por parte del método del Benedetti Petri ni, un índice de vulnerabilidad de nivel alto. Con la norma E.030 se deduce que el 50% de la estructura si cumple con los límites de la deriva indicados en la norma y el otro 50% no cumplen con las derivas que son los límites de la distorsión.

VII. RECOMENDACIONES

Verificar puntualmente el estado de conservación de los diversos y principales componentes estructurales como (columnas y vigas), asimismo se debe verificar los elementos no estructurales del mercado central de la ciudad de Huamachuco.

Verificar sobre el año de construcción de la edificación, y así lograr interpretar de forma adecuada las diferentes especialidades de planos del mercado central de la ciudad de Huamachuco.

Aplicar diversos o métodos tanto cualitativos como cuantitativos con respecto al análisis de vulnerabilidad sísmica del mercado central de Huamachuco para conseguir diferentes puntos de comprobación, que finalmente se comparen con los resultados obtenidos en el método italiano.

Verificar los índices de vulnerabilidad estructural para lograr evitar pérdidas en sismos de fuerte magnitud, por ello se debe promover la enseñanza de la aplicación de los diversos métodos de vulnerabilidad sísmica.

A las autoridades de la municipalidad de Huamachuco tener en cuenta la inspección habitualmente las diversas áreas del mercado central de la ciudad de Huamachuco, con el propósito de tener resultados precisos y actualizados.

REFERENCIAS

IGNACIO, Fernando Antonio. *Algunas reflexiones sobre el concepto de desastre natural.* 2021, Espacio y Economía.

AGUILAR, E y ROSALES, B. *Índice de Vulnerabilidad Estructural, No Estructural y Funcional de las Edificaciones de Uso Turístico ante Sismos y Tsunamis.* 8, 2019, Vol. 4.

ALMANZA, Dany Romario. *Vulnerabilidad sísmica en los edificios autoconstruidos de 5 pisos en el Asentamiento Humano La Candelaria - Chancayllo del distrito de Chancay 2018.* Lima : Universidad César Vallejo, 2019.

BHAIBEDRA, Belkacem, BENANANE, Abdelkader y BUTARA, Zohra. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica al terremoto a escala urbana: Un caso de la ciudad de Mostaganem en Argelia.* Argelia : Jàmbá, 2018.

FERREIRA, Tiago et al *Seismic vulnerability assessment of stone masonry façade walls: Calibration using fragility-based results and observed damage.* Oporto : Dinámica de Suelos e Ingeniería Sísmica, 2017, Vol. 103.

GAUTAMA, Dipendra et al. *An empirical method for seismic vulnerability assessment of Nepali school buildings.* : Boletín de Ingeniería Sísmica volumen, 2020, Vol. 18.

BRIONES, Sofia y MORA, Percy. *Vulnerabilidad sísmica de la institución educativa particular José School.* Trujillo : Universidad César Vallejo, 2020.

CABALLERO, Álvaro, CABALLERO, Helena y JOVE, Fernando. 2020. *Seismic Damage Index as a Function of Seismic Vulnerability for Structures in Non-Structural Masonry and Reinforced Concrete, in City of Sincelejo.* 1, s.l. : International Journal of Engineering Research and Technology, 2020, Vol. 13.

CHIEFFO, Nicola; MOSOARCA, Marius; FORMISANO, Antonio; APOSTOL, Lasmina. *Seismic Vulnerability Assessment and Loss Estimation of an Urban District of Timisoara.* Timisoara : IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, Vol. 471.

CONEXIÓN ESAN. El plan de respuestas a los riesgos: las estrategias y acciones clave. *ESAN*. [En línea] 18 de febrero de 2019. [Citado el: 28 de abril de 2022.]

ESTEVA, Luis. *Peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico*. 3, s.l. : CONACYT, 2018, Vol. 69.

EMDAT. 2018. The Emergency Events Database. [En línea] 29 de 11 de 2018. https://www.emdat.be/emdat_db/.

GODOS, Luis Eduardo. *Determinación de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa Villa María del nivel primaria de Nuevo Chimbote*. Chimbote : Universidad César Vallejo, 2020.

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación*. México : Mc Graw Hill, 2018.

IDIGER. 2017. *La Hemeroteca de Emergencias de Bogotá, cuenta el registro de noticias sobre sismos, publicadas por tres medios informativos entre 1913 y 2017*. Bogotá : IDIGER Colombia, 2017.

MOFFED, Moustafa, MOHAMED, Fadzli y NOROOZINEJAD, Ehsa. *Development of seismic vulnerability index methodology for reinforced concrete buildings based on nonlinear parametric analyses*. s.l. : 6, 2019, Vol. 1.

ÑAUPAS, Humberto et al. 2018. *Metodología de la investigación*. 5. Bogotá : Ediciones de la U, 2018.

PAHO/OPS. 2017. *Mitigation de Desastres en las Instalaciones de la Salud - Volumen 2*. s.l. : PAHO/OPS, 2017.

PASTOR, Carlos Eduardo y VALLADARES, Joffre Heder. *Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la aldea infantil Señor de la Soledad, Huaraz 2021*. Huaraz : Universidad César Vallejo, 2021.

PINTO, Grober Alexander. *Vulnerabilidad sísmica, de edificaciones esenciales determinados con métodos convencionales – Institución Educativa N° 40092 – José Domingo Zuzunaga, Uchumayo, Arequipa, 2020*. Lima : Universidad César Vallejo, 2020.

SALDAÑA, Brittanyc y VILLANUEA, María. *Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica aplicando el método de Benedetti – Petrini en el edificio multifamiliar c2-lote 23 de*

5 pisos en la III etapa de Monserrate, Distrito de Trujillo. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2021.

SANDOLI, A; CALDERONI, B; LIGNOLA, GP; PROTA, A. *Seismic vulnerability assessment of minor Italian urban centres: development of urban fragility curves. Italia : Toro Terremoto Eng, 2022, Vol. 1.*

STEFANINI, S, ROVERO, L y TONIETTI, U. *Seismic Vulnerability Assessment of Historical Masonry Aggregate Buildings. The Case of Fes Medina in Morocco. s.l. : International Journal of Architectural Heritage, 2021.*

MONZÓN, Héctor. *Sobre amenazas sísmicas en Guatemala. s.l. : Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, 2018.*

TRUJILLO, Luis. *Análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas aplicando los métodos FEMA 154 e Italiano a finde reducir el riesgo sísmico en Huanuco, Distrito de Huánuco. Huánuco : Universidad Nacional Hermilio Valdizan, 2019.*

ULLAH, Sibhat et al. *Seismic vulnerability assessment of building stock of Malakand (Pakistan) using FEMA P-154 method. s.l. : SN Applied Sciences, 2019.*

UNDRR. *Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe. Panamá : Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), 2021.*

UNICEF. *Desastres y emergencias naturales. 2019.*

VENTURA-LEÓN *¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública, Vol. 43, 2027.*

VERA, Jaime, CASTAÑO, Rafael y TORRES, Yenny. *Fundamentos de metodología de la investigación científica. Ecuador : Uniersidad Tecnica Estatal de Quevedo, 2018.*

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Método
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano y la norma E030 en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?	Evaluar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método italiano y la norma E030 en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022.	La evaluación en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022 aplicando el método italiano y la norma E.030 permite determinar la vulnerabilidad sísmica	Diseño: No experimental Tipo: Aplicada Enfoque: Cuantitativa
Problema específico	Objetivo específico		
¿Qué perfil de suelo tiene la infraestructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?	Analizar el estudio de suelos de la edificación de la infraestructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022		
¿Cómo determinar los aspectos constructivos de la infraestructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?	Evaluar los planos del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022		
¿Cómo determinar el índice de vulnerabilidad del mercado de Huamachuco, La Libertad – 2022?;	Aplicar el método Italiano de Benedetti- Petrini el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022		
¿Cómo obtener un análisis sísmico aplicando la norma e030 en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?	Realizar un análisis sísmico aplicando la norma e030 en la estructura del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022		
¿Qué método es más eficiente para lograr obtener el grado de vulnerabilidad sísmica en el mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022?	Comparar el método italiano y norma e030 para diferenciar el desempeño estructural del mercado central de Huamachuco, La Libertad – 2022		

Anexo 2. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Vulnerabilidad sísmica	Ullah, Irshad, Ahmad y Maqsoom (2019) menciona que, la vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia ante una amenaza, por lo tanto, se entiende que la vulnerabilidad sísmica es la probabilidad de ocurrencia de daños en infraestructuras, edificios, entre otros, a causa de un movimiento sísmico.	La vulnerabilidad sísmica se determina mediante las características del terreno y las condiciones estructurales.	Estudio de suelos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perfil de suelo 	De razón
			Evaluación de planos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plano de ubicación y localización ✓ Plano en planta ✓ Plano estructural 	
			Método italiano Benedetty-Petrini	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Organización del sistema resistente ✓ Calidad del sistema resistente ✓ Resistencia convencional ✓ Posición del edificio y cimentación ✓ Diafragmas horizontales ✓ Configuración en planta ✓ Configuración en elevación ✓ Separación máxima entre muros ✓ Tipos de cubiertas ✓ Elementos no estructurales ✓ Estado de conservación 	
			Norma E.030	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis sísmico estático ✓ Análisis sísmico dinámico 	
			Comparación de métodos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vulnerabilidad según Benedetti-Petrini ✓ vulnerabilidad según la Norma E030 	

Anexo 3. Ficha de registro para el método italiano

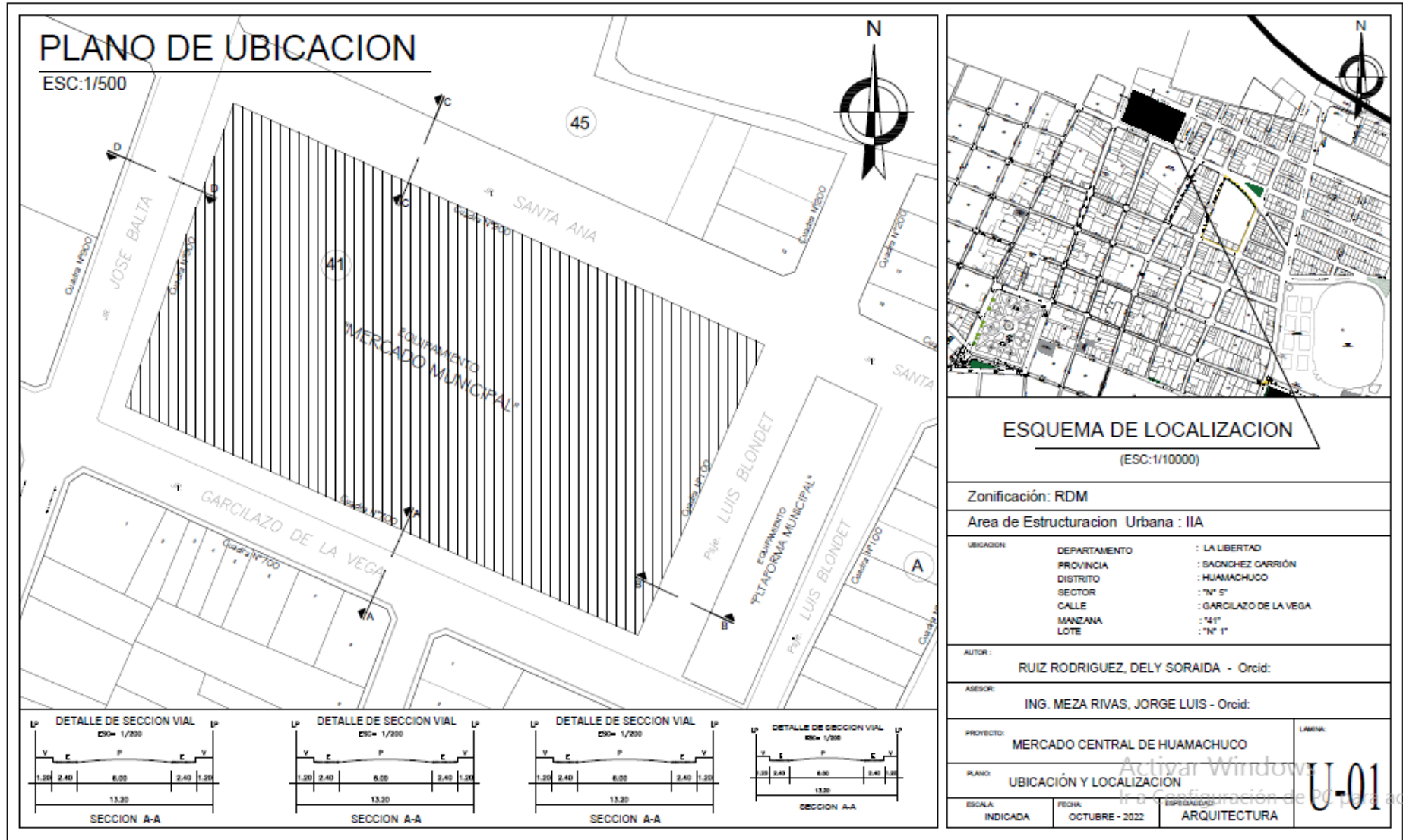
FICHA DE ANÁLISIS							
Nombre							
Ubicación							
Área total:							
Foto/fachada							
ITEM	PARÁMETRO	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	Ki x Wi
1	Organización del sistema resistente						
2	Calidad del sistema resistente						
3	Resistencia convencional						
	Área del primer nivel A0						
	Área del nivel típico Ai						
	Área resistente sentido x, Ax						
	Área resistente sentido y, Ay						
4	Posición del edificio y cimentación						
5	Difragmas Horizontales						
	Ausencia de desniveles						
	Apertura de diafragma <30%						
	Conexión muro - diafragma eficaz						
6	Configuración en planta						
	aL						
	bL						
7	Configuración en elevación						
8	Separación máxima entre los muros						
	L/S =						
9	Elementos no estructurales						
10	Estado de conservación						
VALOR DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD							


 RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 51304


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630


 Mtro. Luis Abreu
 CIP-120240

Anexo 4. En plano de ubicación



ESQUEMA DE LOCALIZACION (ESC:1/10000)

Zonificación: RDM

Area de Estructuración Urbana : IIA

UBICACION:	DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SACNCHÉZ CARRIÓN
	DISTRITO : HUAMACHUCO	SECTOR : 'N° 5'
	CALLE : GARCILAZO DE LA VEGA	MANZANA : '141'
	LOTE : 'N° 1'	

AUTOR: RUIZ RODRIGUEZ, DELY SORAIDA - Orcid:

ASESOR: ING. MEZA RIVAS, JORGE LUIS - Orcid:

PROYECTO: MERCADO CENTRAL DE HUAMACHUCO

PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE - 2022	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
------------------	-----------------------	----------------------------

LAMINA: U-01

Anexo 5. Fotos del mercado central de huamachuco.







Anexo 6. Ficha de parametros- Benedetti Petrini

Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método Italiano y la NORMA E.030 en el Mercado Central de Huamachuco, La Libertad 2022															
FICHA DE EVALUACION PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA - TIPOLOGIA: ALBAÑILERIA															
UBICACIÓN: HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD. FECHA: 06 FEBRUARIO - 2022 MANZANA: LOTE: SECTOR: 05 USO ACTUAL: MERCADO															
DATOS REFERENCIALES	PARAMETROS	CLASE	ELEMENTO DE EVALUACION												
1	TIPO DE ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA	Marca según lo observado: Asesoría técnica. Nueva construcción y/o reparación según Norma. Elementos de arrioste horizontales y proceso de construcción. Deficiencias en confinamiento y proceso de construcción. Muros son confinar o autoconstrucción.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 15px;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>								<input checked="" type="checkbox"/>				
	<input checked="" type="checkbox"/>														
2	CALIDAD DEL S.R.	Marca según lo observado: Muros con mampostería industrial. Muros con mampostería artesanal. Buena trabazon en mampostería. Mortero de buena calidad (9-12mm)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">SI</td><td style="width: 50%; text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
3	RESISTENCIA CONVENCIONAL	Especificar según lo observado en la estructura: Número de pisos (N): 1 Ax. Área de muros en X (m ²): 62.628 Ay. Área de muros en Y (m ²): 56.688 h. Altura promedio de entre piso (m): 3.80 m. pm. Peso de mampostería (tn/m ²): 1.80 tn/m ² Número de diafragmas (M): 1 ps. Peso del diafragma (tn/m ²): At. Área total construida (m ²): 1500 m ² Ac. Área de cubierta (m ²): pc. Peso de Cubierta (tn/m ²): 1019.30 tn													
4	POSICION DEL EDIFICIO Y DE LA CIMENTACION	Marca según lo observado: Presencia de sales: Presencia de filtraciones: Estado de conservación deteriorado.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">SI</td><td style="width: 50%; text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> </table>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO				
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
SI	NO														
5	DIAGRAMAS HORIZONTALES	Marca según lo observado: Discontinuidades abruptas. Buena conexión diafragma-muro. Deflexiones del diafragma.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">SI</td><td style="width: 50%; text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
6	CONFIGURACION EN PLANTA	Especificar los siguientes parametros: X _{min} = 6.45 m. X _{max} = 18.00 m. Y _{min} = 22.25 m. Y _{max} = 36.5 m.													
7	CONFIGURACION EN ELEVACION	Especificar y marcar según lo observado: Aumento o reducción de masas o áreas (%): Piso blando: Irregularidad del S.R.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">SI</td><td style="width: 50%; text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> </table>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO						
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
SI	NO														
8	DISTANCIA MAXIMA ENTRE MUROS	Especificar: L (especificar de muros trans. En metros): 4.00 m. S (especificar del muro maestro en metros): 6.18 m. Factor L/S: 2.22													
9	TIPO DE CUBIERTA	Marca según lo observado: Cubierta estable. Conexión cubierta - muro adecuada. Cubierta plana. Material liviano. Cubierta en buenas condiciones.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">SI</td><td style="width: 50%; text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SI</td><td style="text-align: center;">NO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
SI	NO														
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>														
10	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	Calificar con B (bueno), R (regular) o M (malo) según conexión al S.R. Cornisa y parapetos. Tanques de agua prefabricados. Balcones y volados. Pequeños elementos.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; text-align: center;">B</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">R</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">M</td><td></td></tr> </table>	B		R		M							
B															
R															
M															
11	ESTADO DE CONSERVACION	Marca según lo observado en la estructura: Muros en buenas condiciones, sin fisuras pequeñas. Muros en buenas condiciones, pero con fisuras visibles. Edificación que no presenta fisuras, pero se encuentra en más estado de conservación. Muros con fuerte deterioro en sus componentes.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 15px;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>						<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>														
	<input checked="" type="checkbox"/>														

Anexo 7. Estudio de suelos- calicata





Anexo 8. Estudio de suelos- Laboratorio

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCION Y CONSULTORIA S.A.S

INFORME TÉCNICO ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

I. GENERALIDADES

1.1. Datos del proyecto

Nombre del proyecto: VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO ITALIANO Y LA NORMA E.030 EN EL MERCADO CENTRAL DE HUAMACHUCO, LA LIBERTAD 2022.

Solicitante: DELY SORAIDA RUIZ RODRIGUEZ

Finalidad: Estudio de ensayos de caracterización de estratos de suelo con fines de investigación de la tesis en mención.

1.2. Objetivos del estudio

El objetivo del informe técnico, es presentar de manera resumida los ensayos de las propiedades de los estratos de suelo encontrados en C-01 elaborados en el mercado de Huamachuco. Las muestras de suelo fueron entregadas por el solicitante para el desarrollo de los ensayos respectivos. La etapa de muestreo y excavación de calicatas se realizó por el solicitante en el predio del Mercado Central de Huamachuco en la provincia de Sánchez Carrión, y en laboratorio se realizaron ensayos para conocer las propiedades físicas (Humedad, Granulometría, Plasticidad y Gravedad Específica) de las muestras proporcionadas, con la finalidad de realizar tesis de investigación.

1.3. Ubicación de la zona de estudio

El lugar de estudio se ubica en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión en el departamento de La Libertad. Se realizaron en total, 01 calicata donde se encontraron 03 estratos de suelo.

[Firma]
Dely Soraida Ruiz Rodríguez
ING. CIVIL
R. C.E.T.N° 212549



1.4. Características del Proyecto

El proyecto involucra el análisis de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras actuales, con la aplicación del método italiana en comparativa con la norma E030 en el Mercado central de Huamachuco.

II. INVESTIGACIONES RELIZADAS

2.1. Muestreo y registros de exploración

Los trabajos realizados según las Normas Técnicas Peruanas y la E.50 Suelos y Cimentaciones, que se basan en la aplicación de la teoría de Mecánica de Suelos, la cual es una ciencia que indica los ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de un sistema de cargas y que, con la ayuda del análisis matemático, ensayos de laboratorio, ensayos de campo y de datos experimentales recogidos en obra anteriores, permiten proyectar y ejecutar trabajos de fundaciones de toda índole.

2.2. Trabajos de campo

Se realizó un (01) pozo a ciclo abierto o calicata que consisten en excavaciones de formas diversas que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras alteradas e inalteradas en bolsas para realizar los diversos ensayos de laboratorio y la realización de ensayos in situ, que no requieran confinamiento, según la NTP 339.162, estos distribuidos de acuerdo a las necesidades del proyecto.

El muestreo y excavación de las calicatas fue realizado por el solicitante.

2.3. Ensayos Realizados

Se realizaron ensayos de laboratorio que se muestran a continuación en la tabla 01:

Tabla 01. Relación de ensayos realizados en laboratorio.

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	MÉTODO AASHTO	MÉTODO ASTM	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Granulometría	Clasificación	T88	D422	Determinar la distribución cuantitativa de los tamaños de partículas del material
Límite Líquido	Clasificación	T89	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Límite Plástico	Clasificación	T90	D4318	Hallar el contenido de agua entre estados plásticos y semisólidos.
Índice de Plasticidad	Clasificación	T90	D4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.

[Firma]
 Gerardo Alejandro Ganoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



Gravedad Específica	Propiedades físicas de suelo	T 100	D 854	Determinar el peso específico y gravedad específica del suelo mediante picnómetro.
----------------------------	-------------------------------------	-------	-------	--

III. RESULTADOS DEL ESTUDIO:

3.1. ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL TERRENO

En los estudios realizados en campo, se realizaron un total de 01 calicata que según las muestras alcanzadas al laboratorio presentan la siguiente descripción:

Tabla 03. Perfiles estratigráficos y características de los suelos encontrados.

CALICATA	MUESTRA	Descripción del estrato
C-01	E1	Arcilla de baja plasticidad, de color marrón oscuro. Presenta un Límite Líquido de 28%, un índice de plasticidad de 9.87%. Con una gravedad específica de 2.25 gr/cm3.
	E2	Arcilla de baja plasticidad, de color marrón claro a amarillo. Presenta un Límite Líquido de 25.06%, un índice de plasticidad de 13.56%. Con una gravedad específica de 2.39 gr/cm3.
	E3	Grava Arcillosa de baja plasticidad, de color marrón claro a amarillo. Presenta un Límite Líquido de 20.23%, un índice de plasticidad de 10.95%. Con una gravedad específica de 2.49 gr/cm3.

Según se indicó por el solicitante, no se encontró nivel freático en las excavaciones realizadas hasta la profundidad alcanzadas por las exploraciones. No se dio detalle de las profundidades.

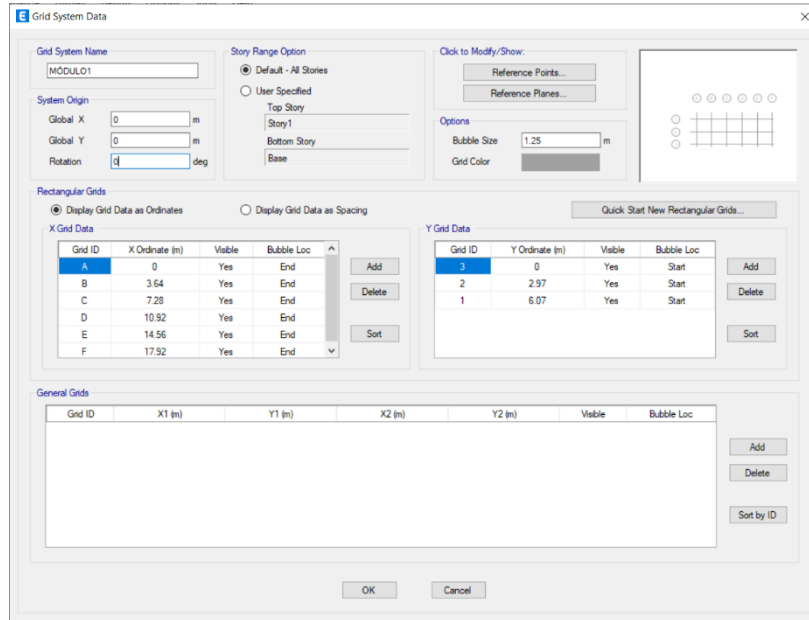
- Cabe señalar que el procedimiento de obtención de muestras estuvo a cargo del solicitante, quien brindo las muestras a laboratorio, junto a su data de campo para el debido procesamiento de los datos y los ensayos de laboratorio respectivos.

[Firma]
 Genaro Alejandro Genotz Agullar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

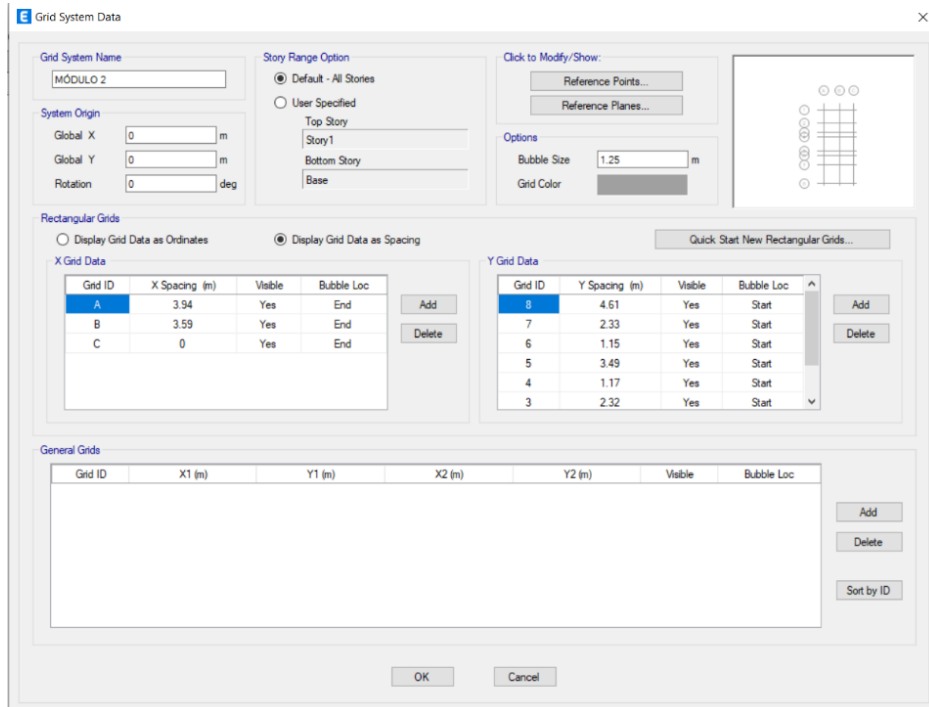
Anexo 9. Análisis sísmico desarrollado en ETABS

Se colocaron los ejes, teniendo en cuenta lo establecido en el plano estructural del área comercial.

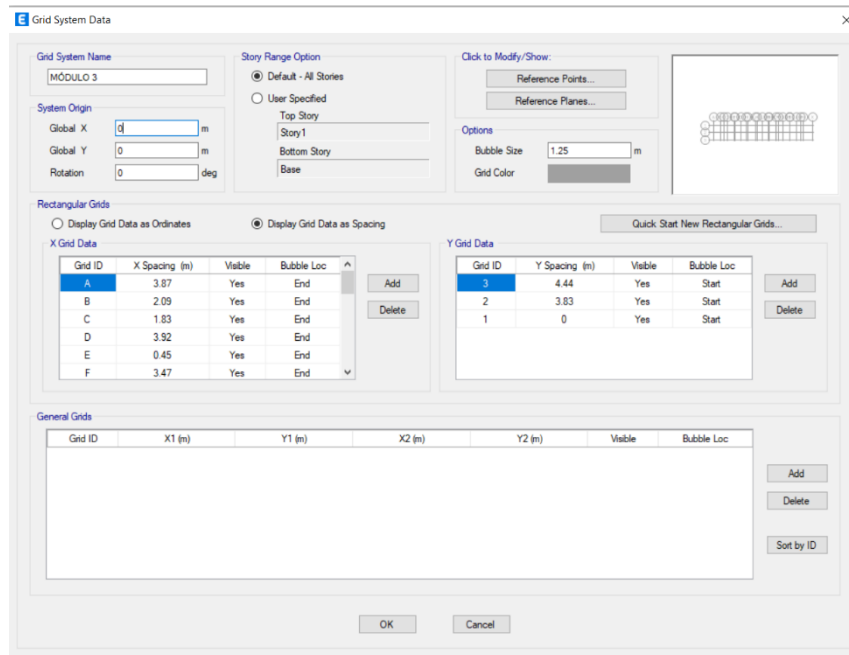
En el Módulo 1 se tiene:



A su vez en el módulo 2:

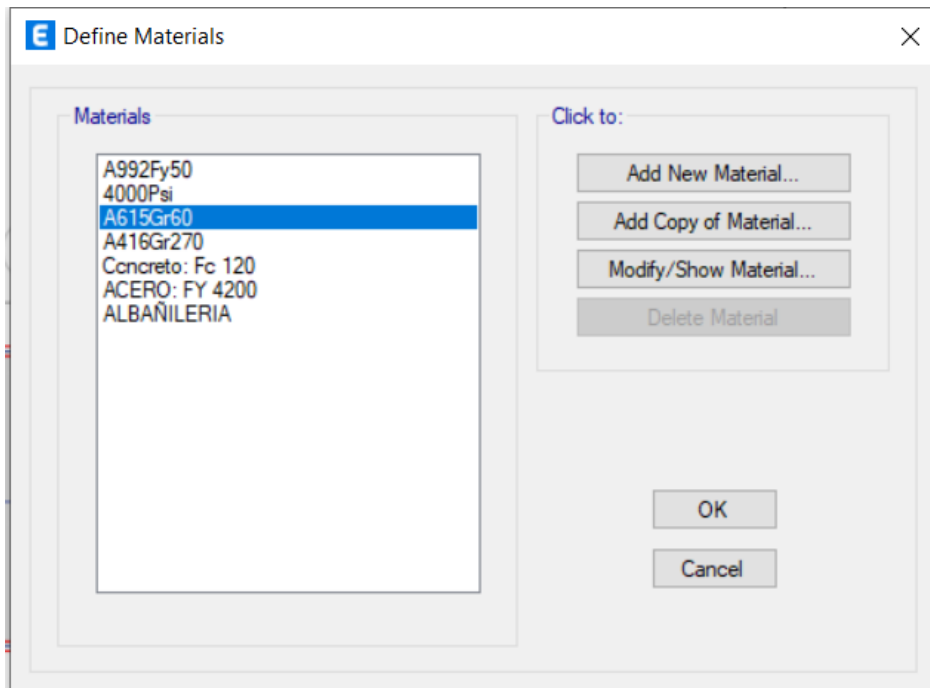


Por consiguiente, en el módulo 3 se indicó lo siguiente:



Definir materiales

En los 3 módulos se utilizaron los mismos materiales y son los siguientes:



El concreto

E Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: tonf/m³

Mass per Unit Volume: tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: tonf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: tonf/m²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified:

E Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name:

Material Type:

Grade:

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: tonf/m²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

El acero


E Material Property Data

General Data

Material Name: ACERO: FY 4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7.85 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.800477 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20000000 tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

E Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: ACERO: FY 4200

Material Type: Rebar, Uniaxial

Grade: Grade 60

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, Fy: 42000 tonf/m²

Minimum Tensile Strength, Fu: 63000 tonf/m²

Expected Yield Strength, Fye: 46200 tonf/m²

Expected Tensile Strength, Fue: 69300 tonf/m²

OK Cancel

La albañilería


E Material Property Data

General Data

Material Name: ALBAÑILERIA

Material Type: Masonry

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.183549 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 175000 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.25

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000081 1/C

Shear Modulus, G: 70000 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

E Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: ALBAÑILERIA

Material Type: Masonry, Isotropic

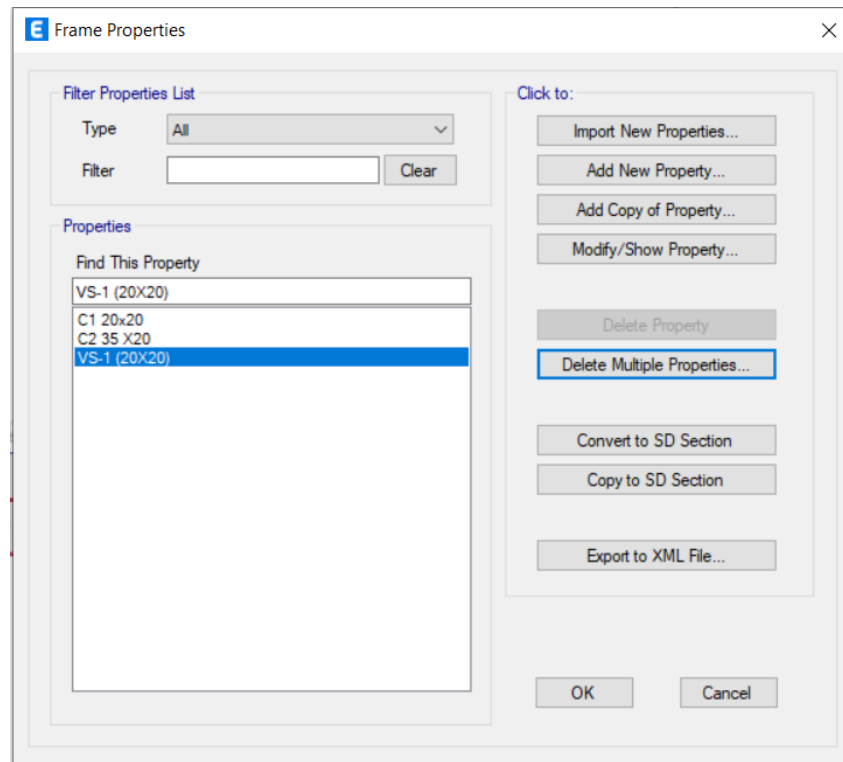
Grade:

Design Properties for Concrete Materials

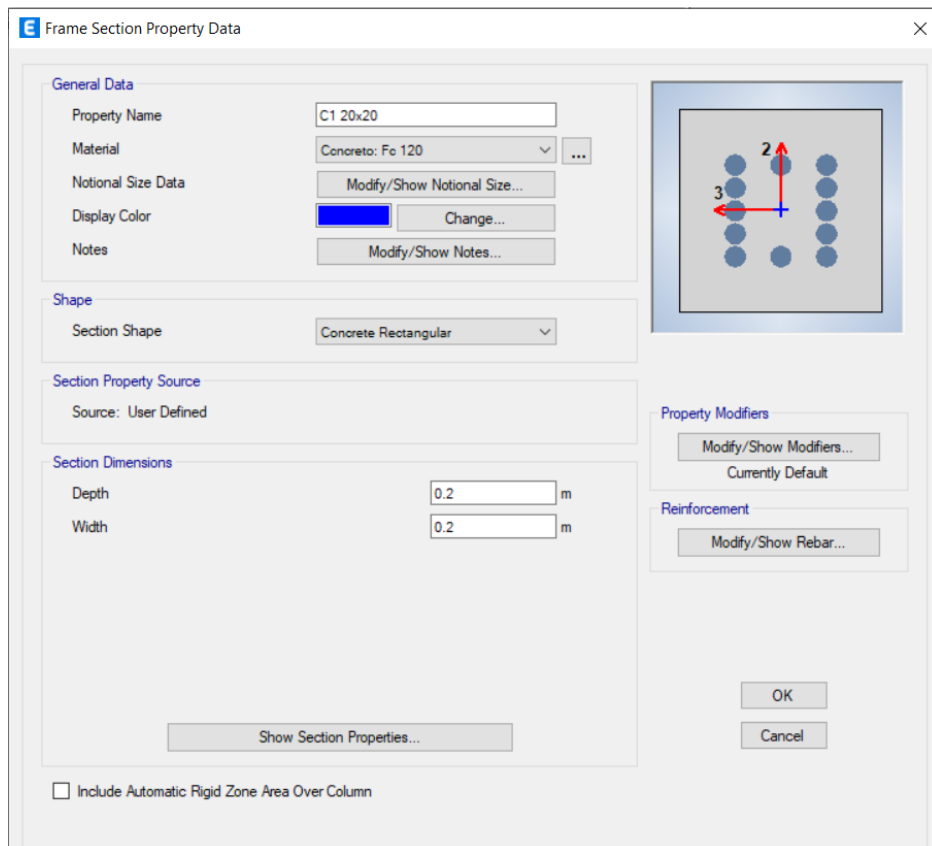
Specified Compressive Strength, f_m: 350 tonf/m²

OK Cancel

Definir secciones



Columna 20 x 20

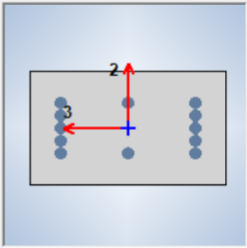


E Frame Section Property Reinforcement Data ×

Design Type <input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		Rebar Material Longitudinal Bars: ACERO: FY 4200 Confinement Bars (Ties): ACERO: FY 4200	
Reinforcement Configuration <input checked="" type="radio"/> Rectangular <input type="radio"/> Circular		Confinement Bars <input checked="" type="radio"/> Ties <input type="radio"/> Spirals	
Check/Design <input type="radio"/> Reinforcement to be Checked <input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed			
Longitudinal Bars Clear Cover for Confinement Bars: 0.025 m Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3 Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 5 Longitudinal Bar Size and Area: 20, 0.000314 m ² Corner Bar Size and Area: 20, 0.000314 m ²			
Confinement Bars Confinement Bar Size and Area: 20, 0.000314 m ² Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.15 m Number of Confinement Bars in 3-dir: 3 Number of Confinement Bars in 2-dir: 3			
OK		Cancel	

Columna 35 x 20

E Frame Section Property Data ×

General Data Property Name: C2 35 X20 Material: Concreto: Fc 120 Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: Change... Notes: Modify/Show Notes...		
Shape Section Shape: Concrete Rectangular		
Section Property Source Source: User Defined		
Section Dimensions Depth: 0.2 m Width: 0.35 m		Property Modifiers Modify/Show Modifiers... Currently Default
Show Section Properties...		Reinforcement Modify/Show Rebar...
<input type="checkbox"/> Include Automatic Rigid Zone Area Over Column		OK Cancel

Design Type <input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		Rebar Material Longitudinal Bars: ACERO: FY 4200 ... Confinement Bars (Ties): ACERO: FY 4200 ...	
Reinforcement Configuration <input checked="" type="radio"/> Rectangular <input type="radio"/> Circular		Confinement Bars <input checked="" type="radio"/> Ties <input type="radio"/> Spirals	
Check/Design <input type="radio"/> Reinforcement to be Checked <input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed			
Longitudinal Bars Clear Cover for Confinement Bars: 0.025 m Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3 Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 5 Longitudinal Bar Size and Area: 20 ... 0.000314 m ² Comer Bar Size and Area: 20 ... 0.000314 m ²			
Confinement Bars Confinement Bar Size and Area: 20 ... 0.000314 m ² Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.15 m Number of Confinement Bars in 3-dir: 3 Number of Confinement Bars in 2-dir: 3			
OK		Cancel	

Vigas

Vigas de dimensiones 20 x 20.

General Data Property Name: VS-1 (20X20) Material: Concreto: Fc 120 ... Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: Change... Notes: Modify/Show Notes...		
Shape Section Shape: Concrete Rectangular		
Section Property Source Source: User Defined		Property Modifiers Modify/Show Modifiers... Currently Default
Section Dimensions Depth: 0.2 m Width: 0.2 m		Reinforcement Modify/Show Rebar...
Show Section Properties...		OK
		Cancel
<input type="checkbox"/> Include Automatic Rigid Zone Area Over Column		

E Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: ACERO: FY 4200

Confinement Bars (Ties): ACERO: FY 4200

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 0.06 m

Bottom Bars: 0.06 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0 m²

Top Bars at J-End: 0 m²

Bottom Bars at I-End: 0 m²

Bottom Bars at J-End: 0 m²

OK Cancel

Muro de albañilería.

Muro de albañilería de 0.25 m de espesor.

E Wall Properties

Wall Property

MURO ALBAÑILERIA

Wall1

Click to:

Add New Property...

Add Copy of Property...

Modify/Show Property...

Delete Property

OK

Cancel

E Wall Property Data

General Data

Property Name: MURO ALBAÑILERIA

Property Type: Specified

Wall Material: ALBAÑILERIA 35

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

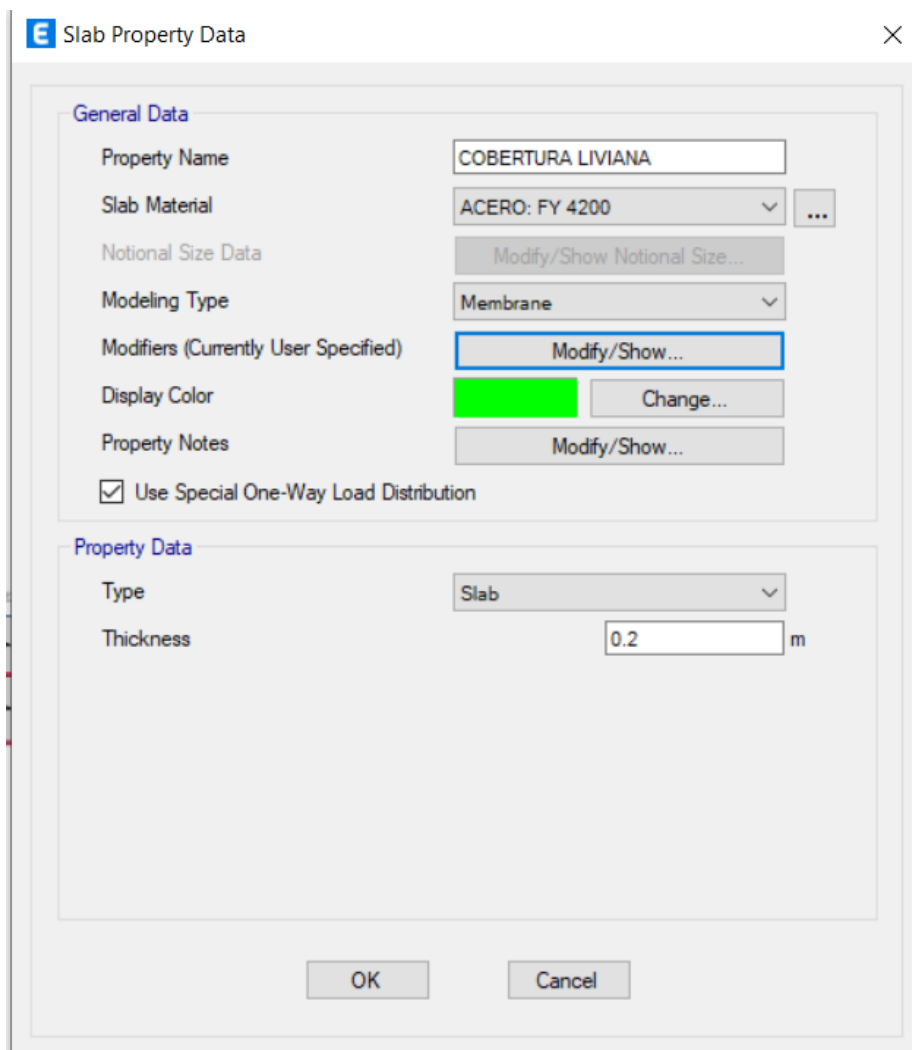
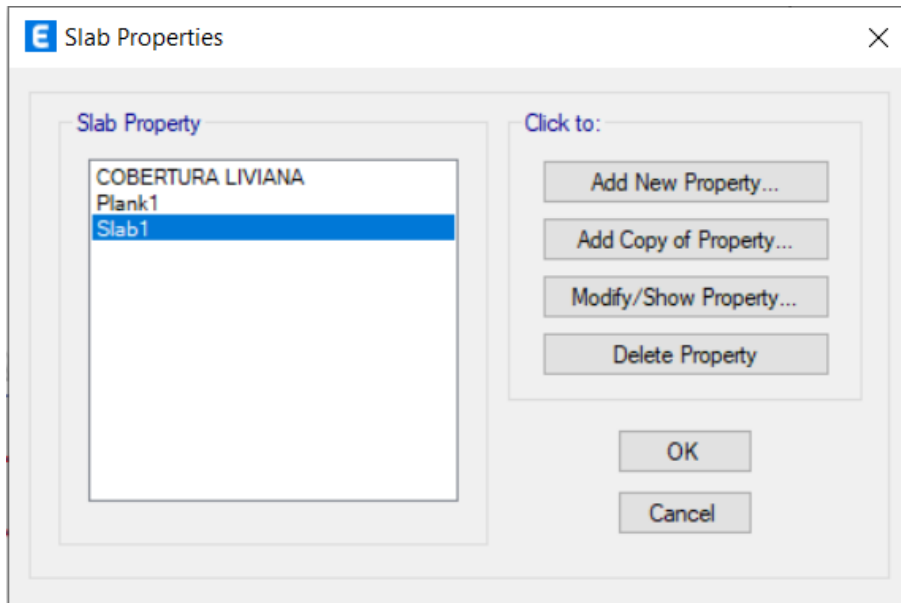
Thickness: 0.25 m

Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

OK Cancel

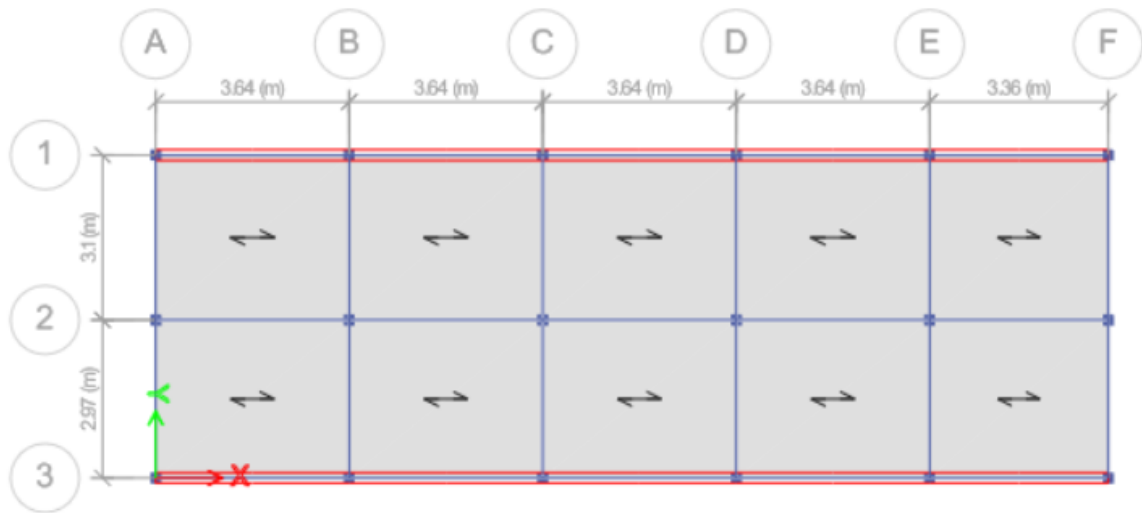
Cobertura liviana.

Cobertura liviana de 0.20 m de espesor.

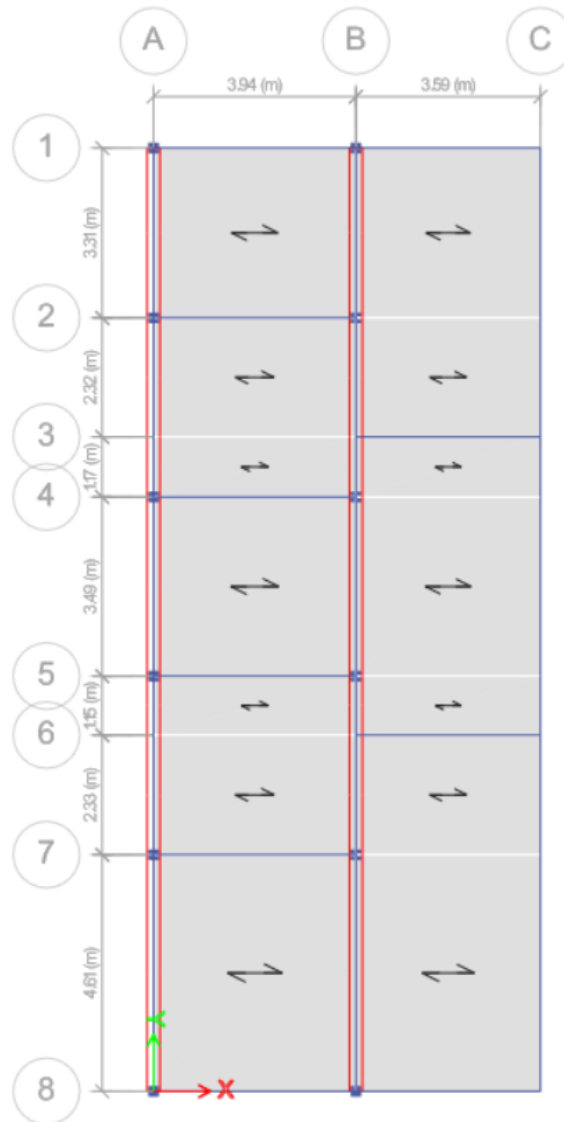


Se colocan las secciones creadas anteriormente en cada módulo.

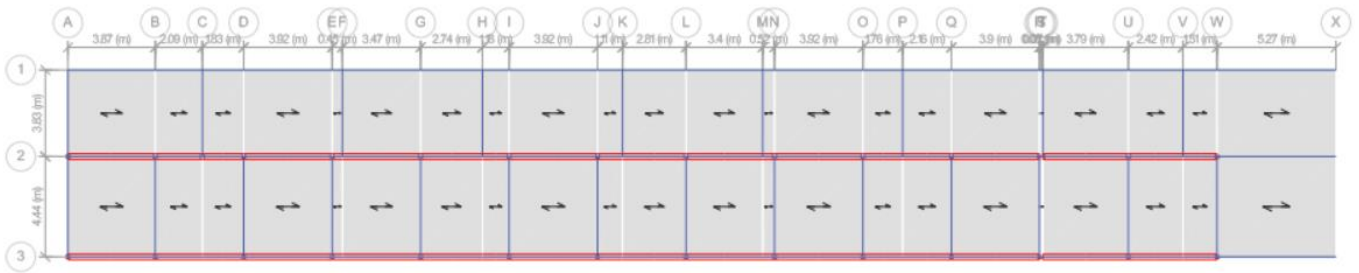
Módulo 1.



Módulo 2.

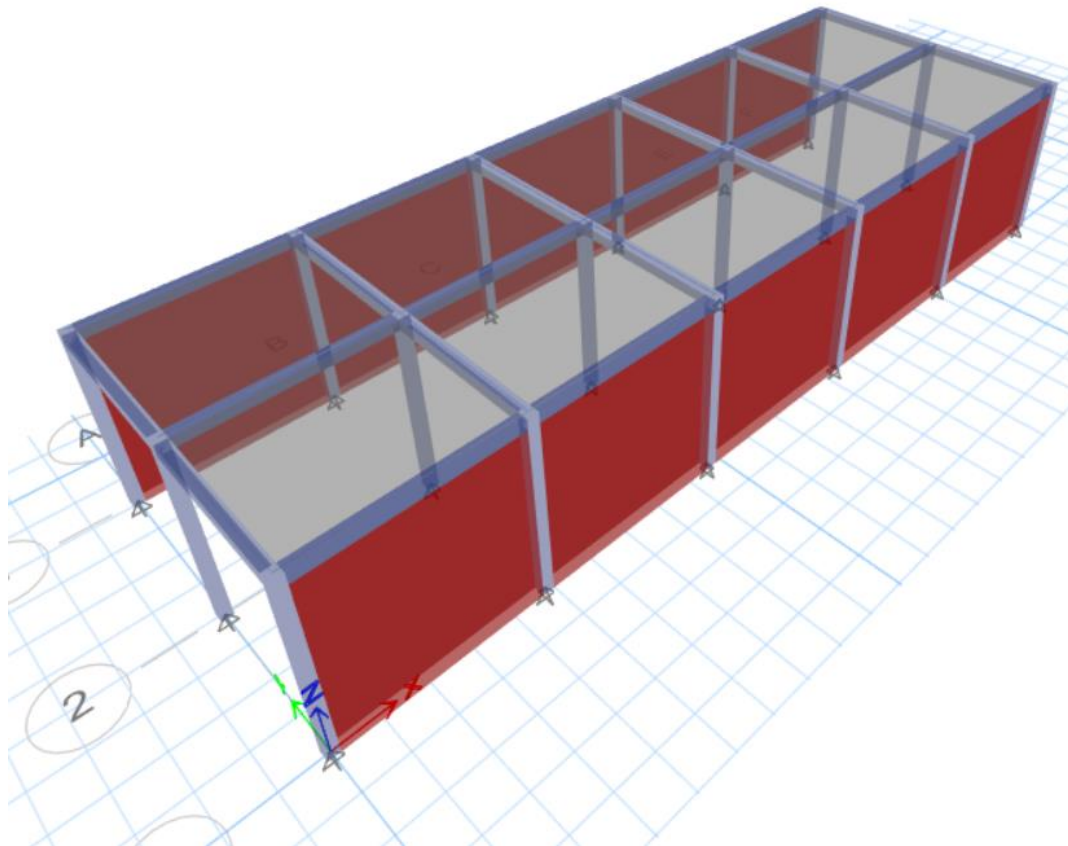


Módulo 3.

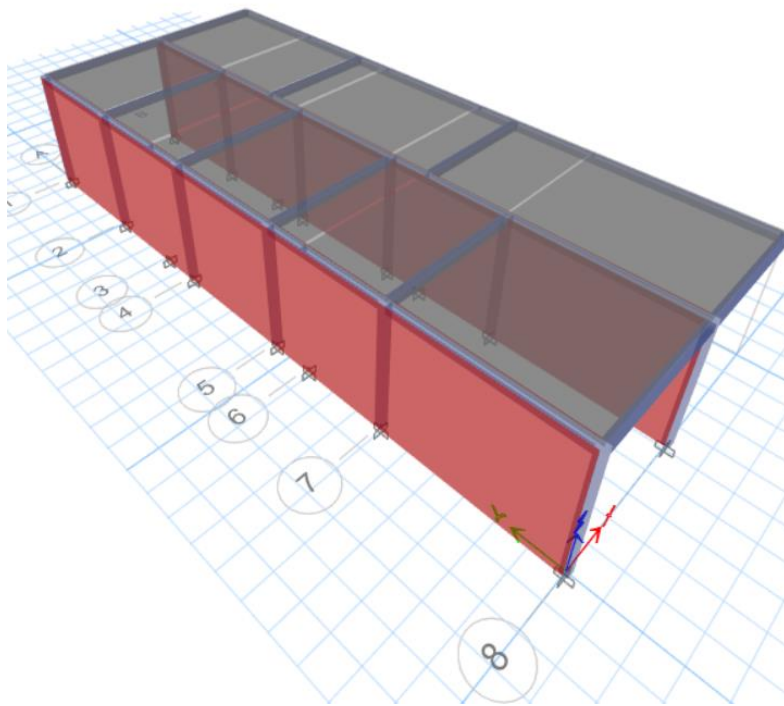


También se obtuvo la vista en 3D de cada módulo otorgado gracias al software ETABS v20.

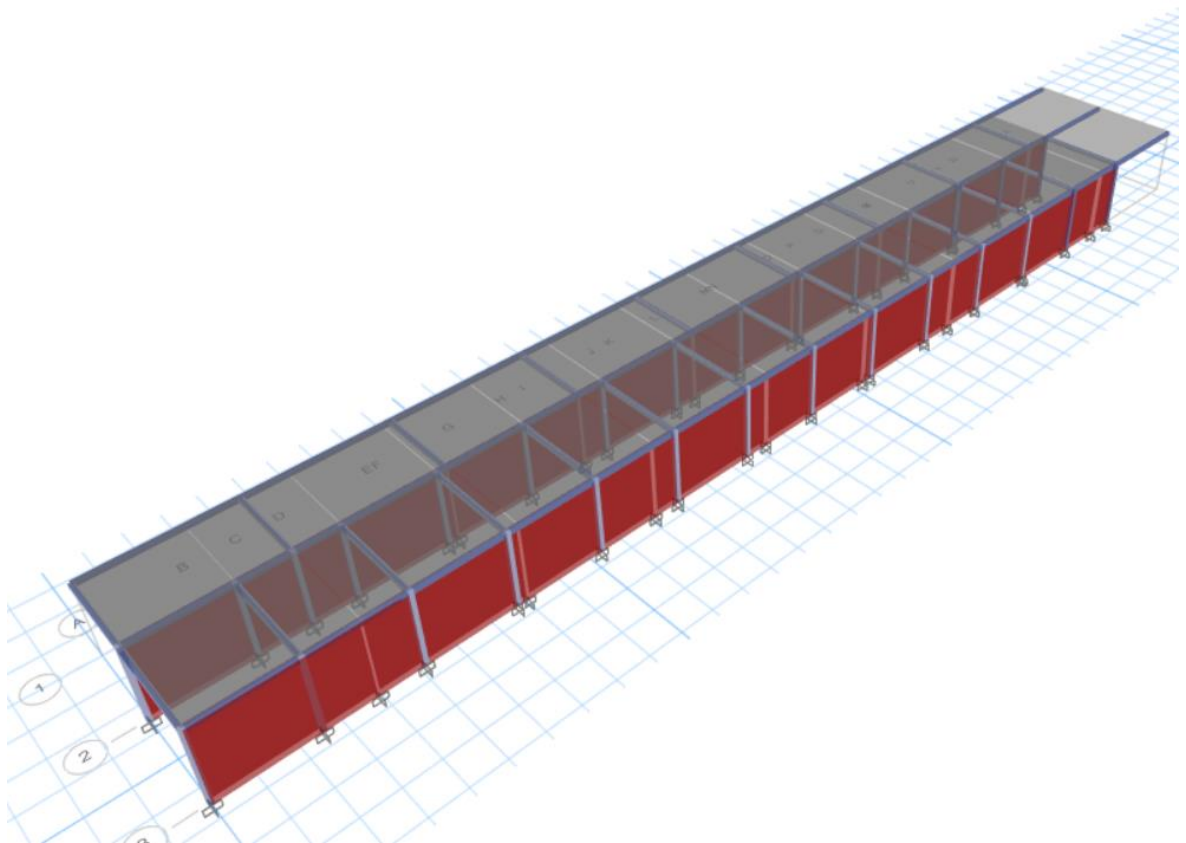
Módulo 1.



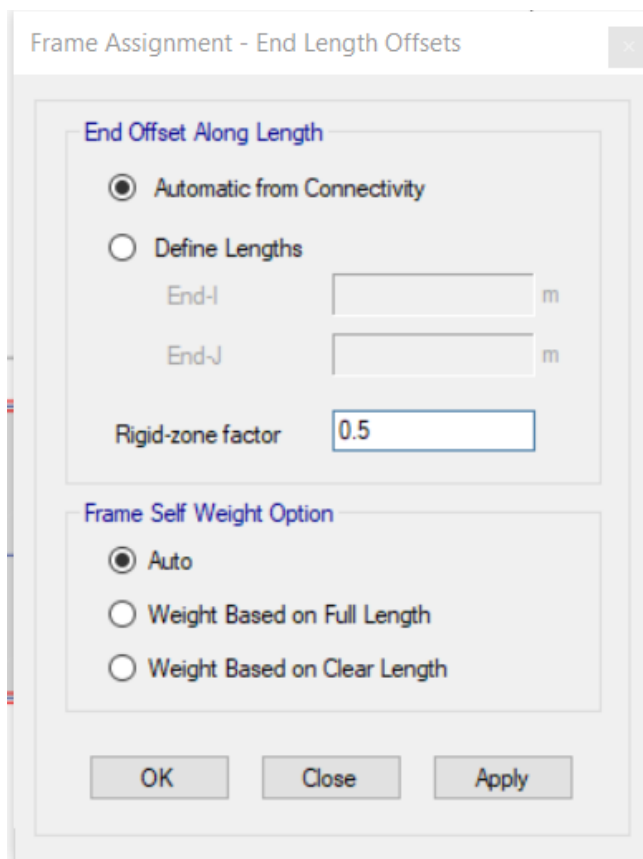
Módulo 2.



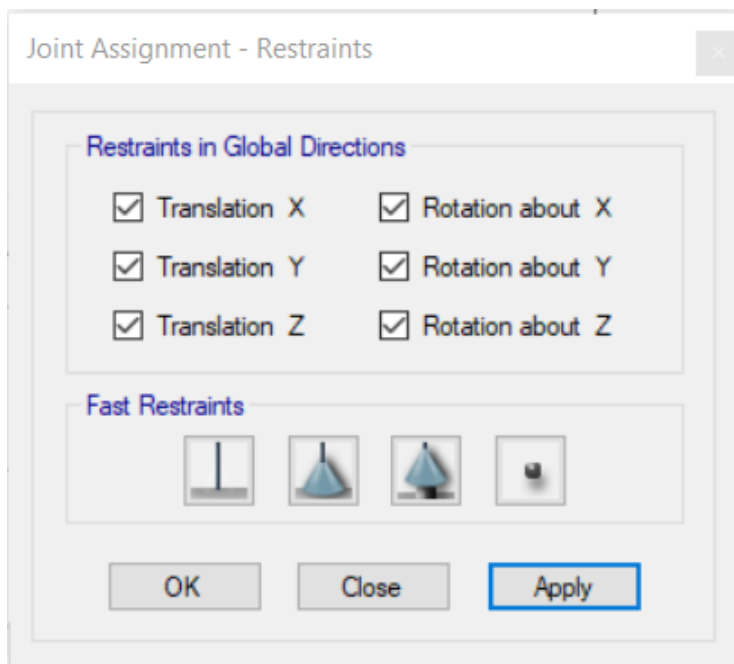
Módulo 3.



Asignación de brazos rígidos.

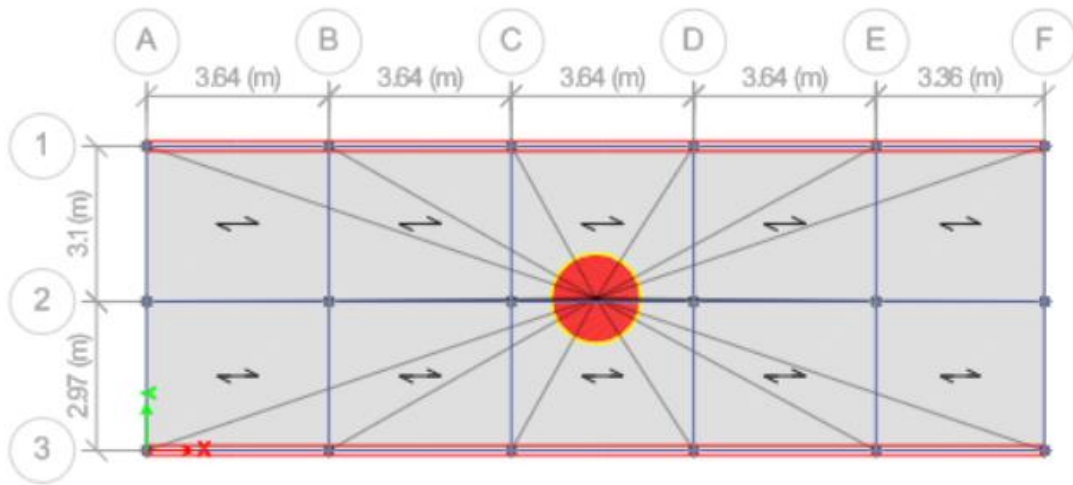


Asignación de empotramiento para las columnas.

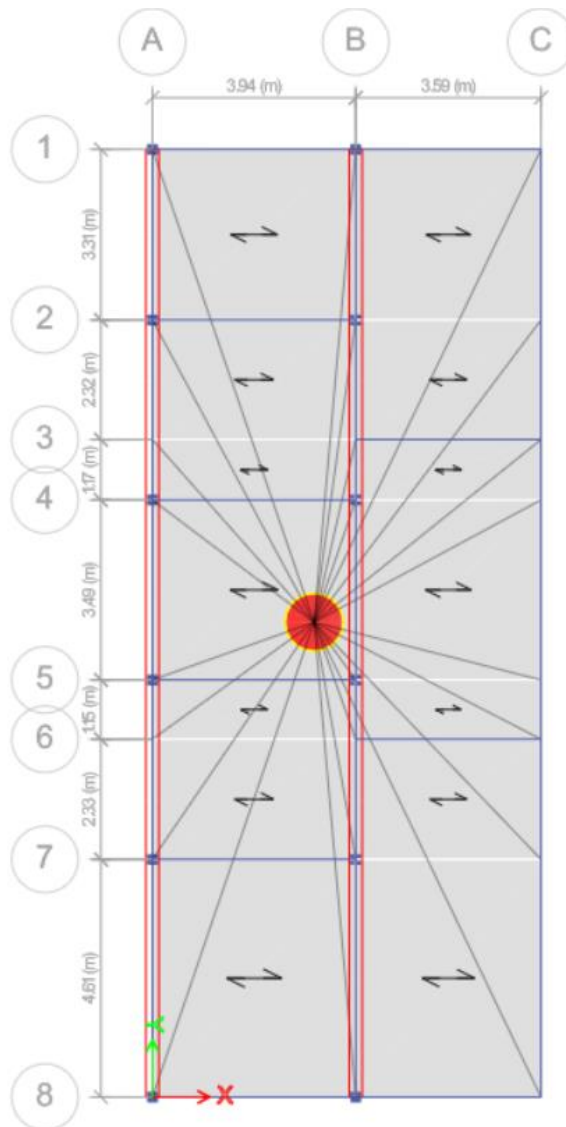


Diafragma D1 empleado en cada módulo.

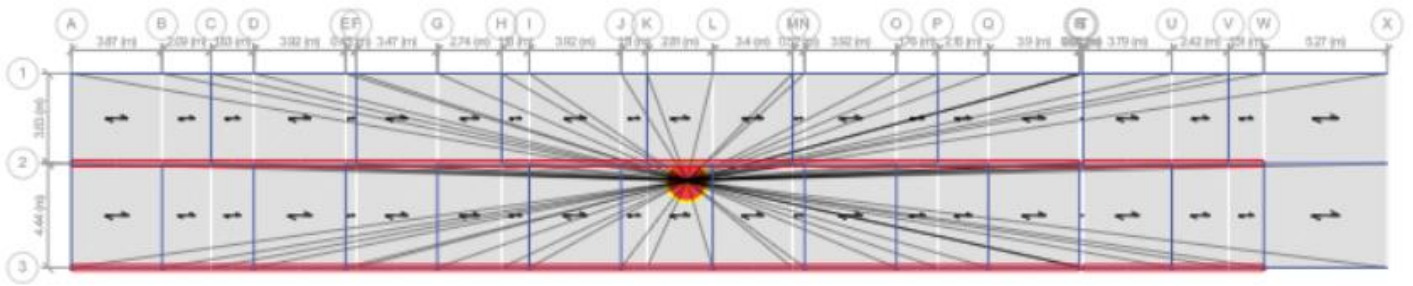
Módulo 1.



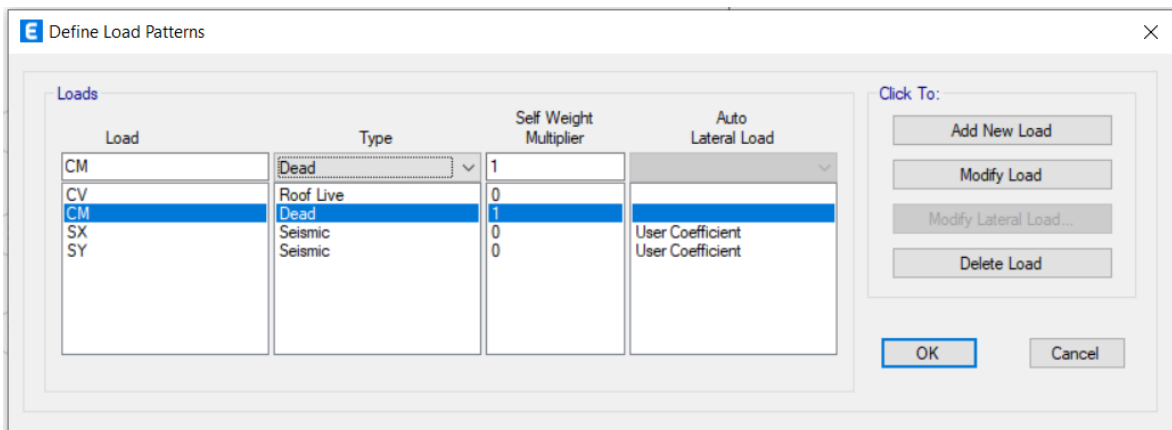
Módulo 2.



Módulo 3.

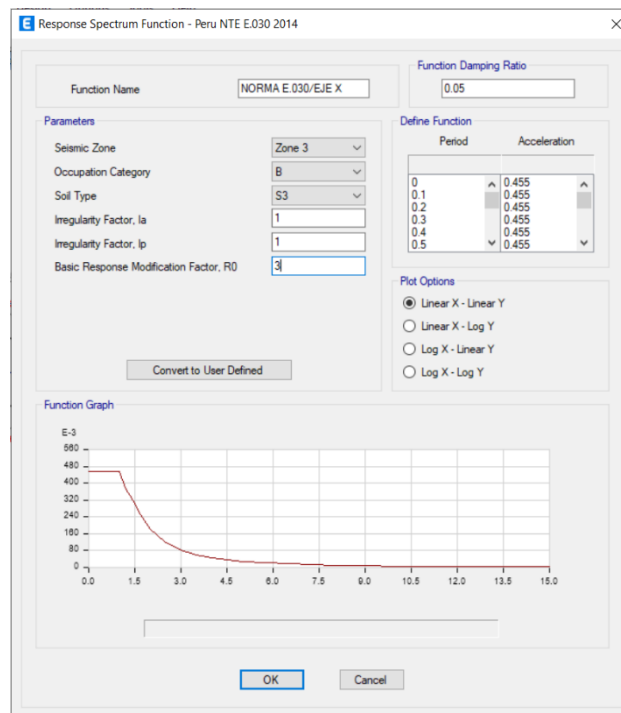


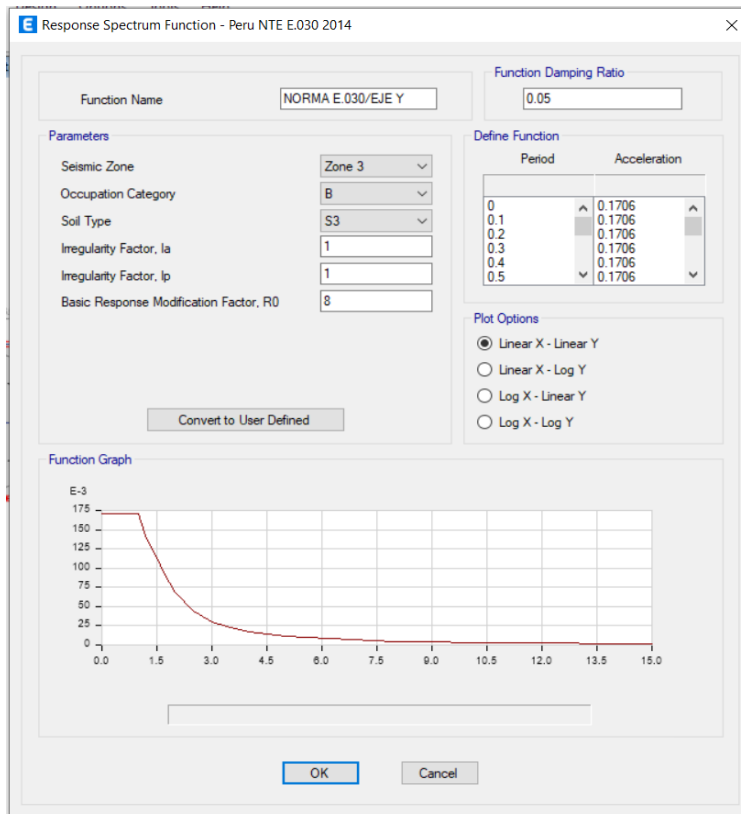
Definición del sistema de cargas estáticas.



Así mismo se realizó en el caso del sistema de cargas dinámicas.

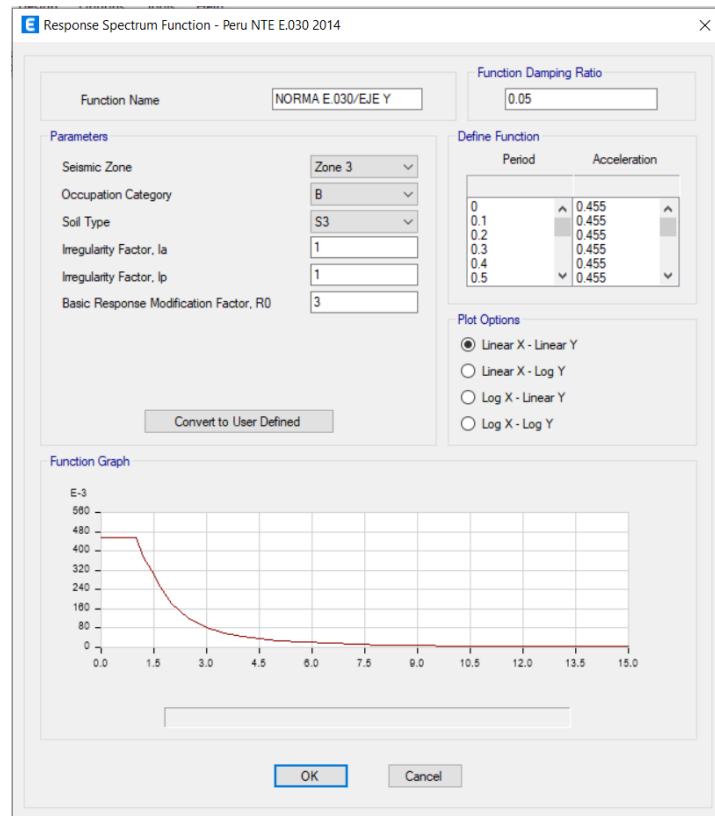
En el módulo 1 y 3 poseen sistema de albañilería confinada en el eje X y aporcado para el eje Y.





En el módulo 2 sucede lo contrario, posee sistema aperturado en el eje X y de albañilería confinada en Y.

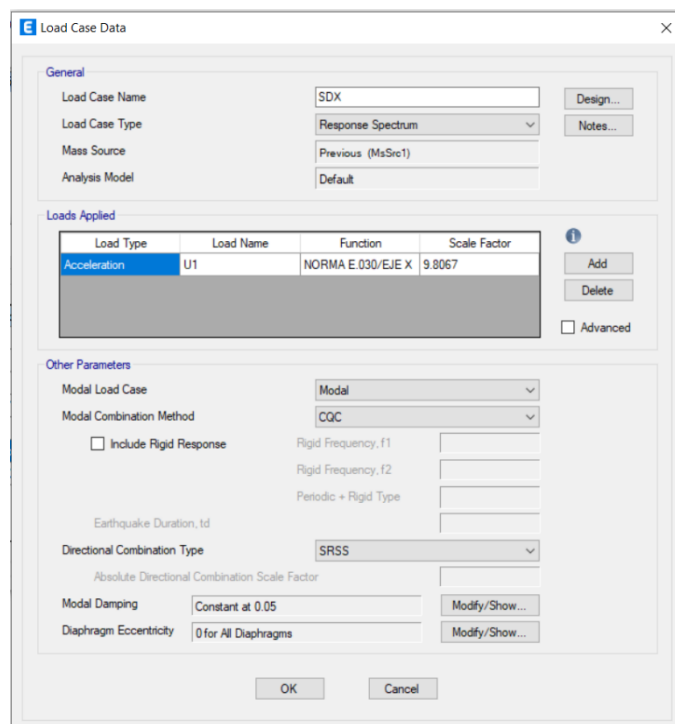




Casos de carga

En load case data, se crean los casos de carga, y se asignan las respectivas funciones creadas en el paso anterior.

El caso de carga lleva por nombre SSX, en la dirección X.



El caso de carga lleva por nombre SSY, en la dirección Y

Load Case Data

General

Load Case Name: SDY

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	NORMA E.030/EJE Y	9.8067

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

Aplicación de cargas.

El peso muerto para todos es igual.

Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: CM

Uniform Load

Load: 0.18 tonf/m²

Direction: Gravity

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

OK Close Apply

La carga viva para el techo 30 Kg/m².

Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: CV

Uniform Load

Load: 0.03 tonf/m²

Direction: Gravity

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Close Apply

Definición de masas.

Según la normativa E.030 de diseño sismorresistente para un centro comercial es 100% de Carga muerta y 25% de Carga viva del techo.

Mass Source Data

Mass Source Name: MaSrc1

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CV	0.25
CV	0.25
CM	1

Buttons: Add, Modify, Delete

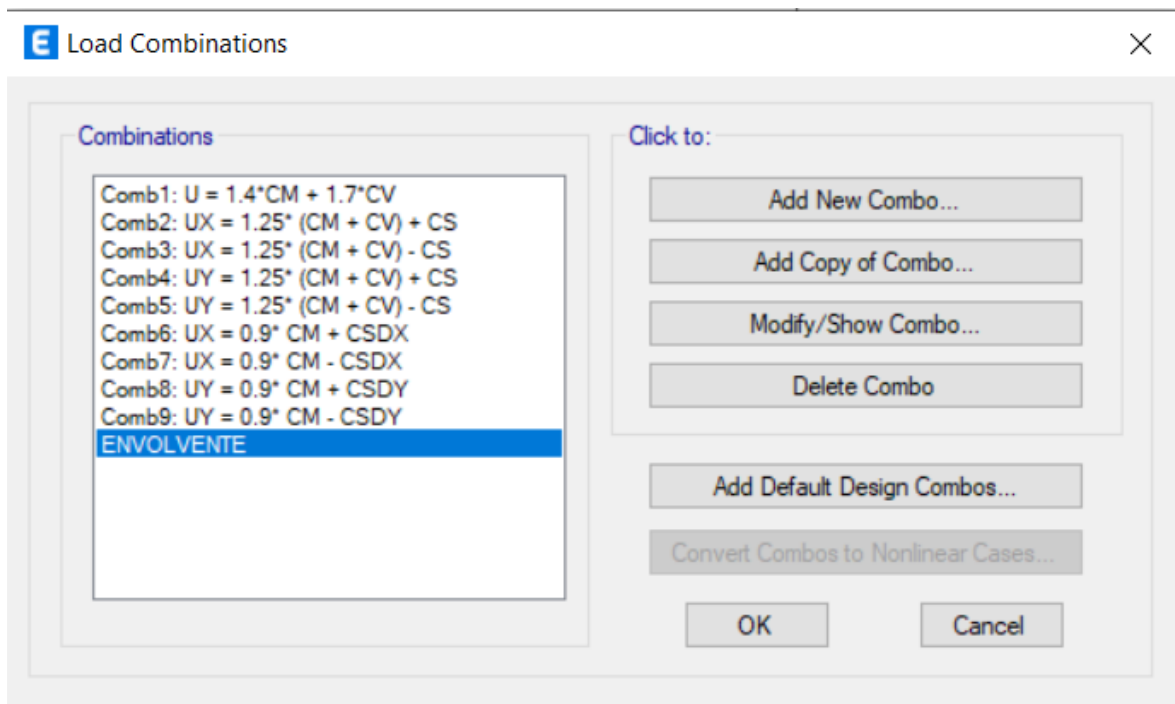
Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

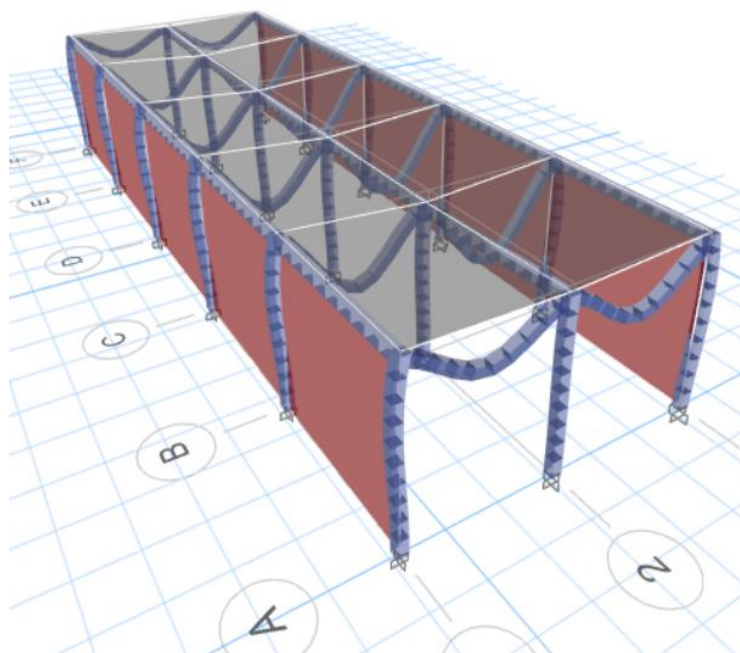
Definición de las combinaciones de carga.

La combinación envolvente contiene a las otras combinaciones.

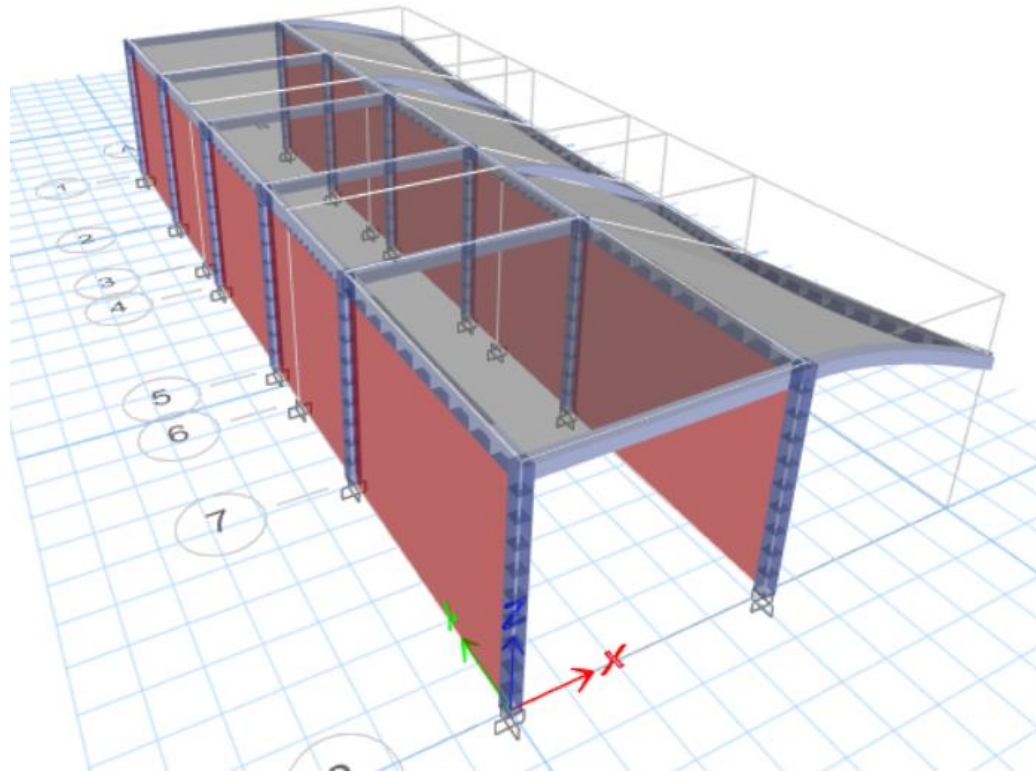


Se procedió a analizar la estructura y se obtuvieron los siguientes comportamientos en cada módulo.

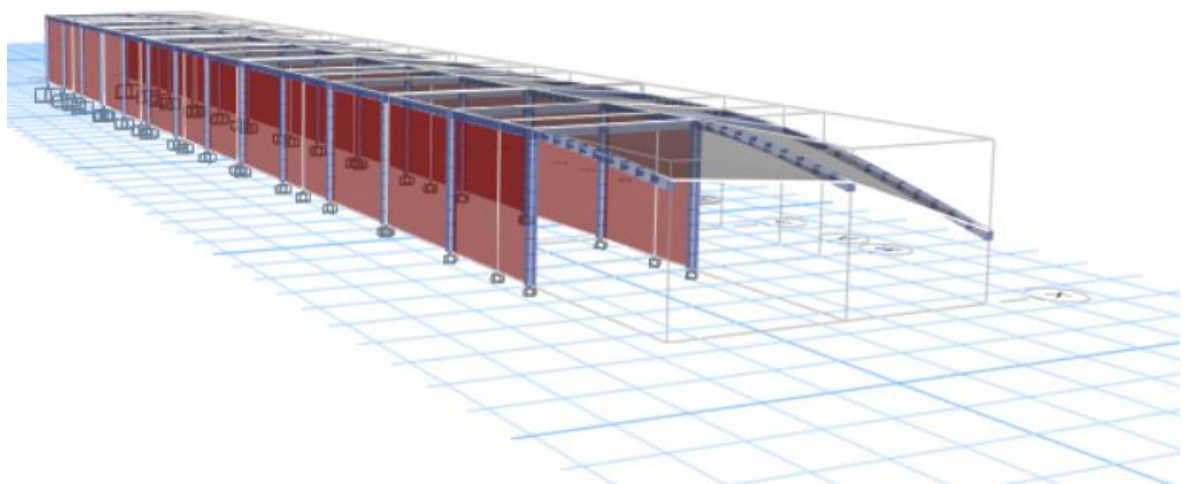
Módulo 1.



Módulo 2.



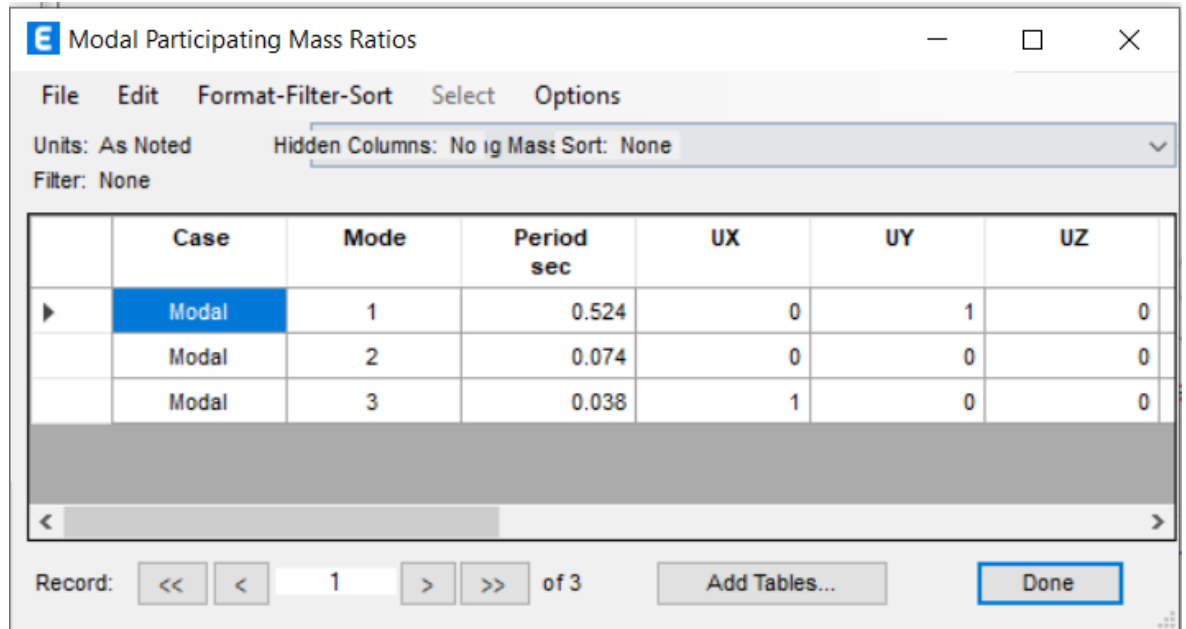
Módulo 3.



Periodo fundamental de la estructura.

Los periodos obtenidos por cada módulo son los siguientes:

Módulo 1.

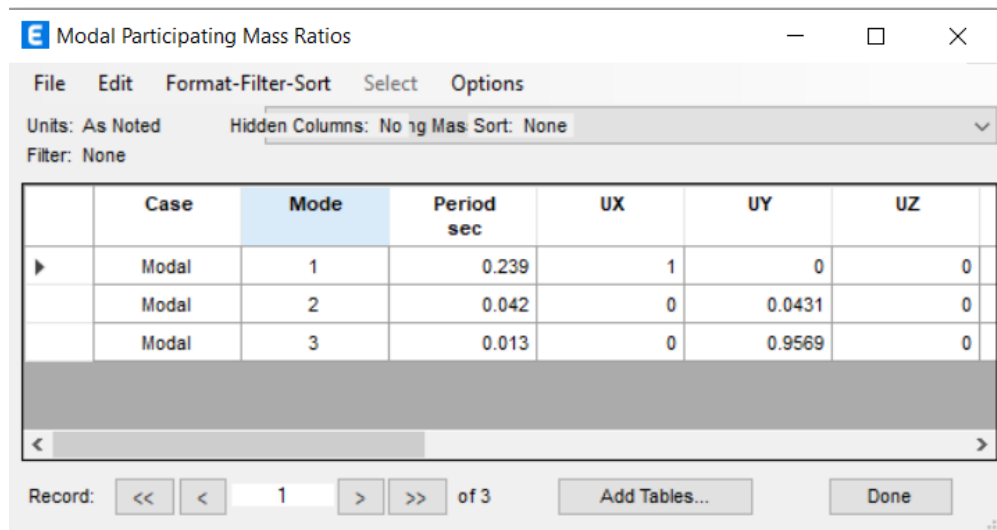


	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
▶	Modal	1	0.524	0	1	0
	Modal	2	0.074	0	0	0
	Modal	3	0.038	1	0	0

El periodo en la dirección X: $T_x = 0.038$ segundos

El periodo en la dirección Y: $T_y = 0.524$ segundos

Módulo 2.

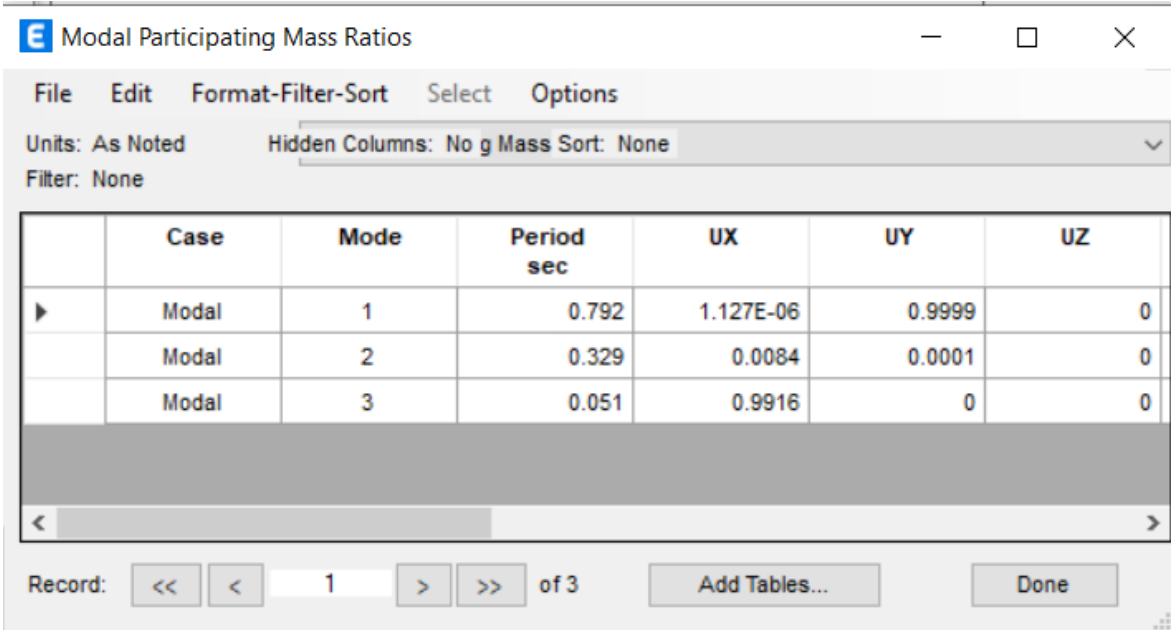


	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
▶	Modal	1	0.239	1	0	0
	Modal	2	0.042	0	0.0431	0
	Modal	3	0.013	0	0.9569	0

El periodo en la dirección X: $T_x = 0.239$ segundos

El periodo en la dirección Y: $T_y = 0.013$ segundos

Módulo 3.



	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ
▶	Modal	1	0.792	1.127E-06	0.9999	0
	Modal	2	0.329	0.0084	0.0001	0
	Modal	3	0.051	0.9916	0	0

El periodo en la dirección X: $T_x = 0.792$ segundos

El periodo en la dirección Y: $T_y = 0.051$ segundos

Con dichos periodos en cada dirección se estima C_x y C_y respectivamente y con ZUCS/R, se halla el coeficiente basal estático.

En los módulos 1 y 2 se aplica la condición siguiente:

Para T menor o igual a 0.5 segundos, el valor de K será igual a 1.

En cambio, para el módulo 3 se tendrá que realizar lo siguiente:

Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0.75 + 0.5 T) = 1.146$

Coeficiente basal para el análisis estático

Para los módulos 1 y 2 se tuvo lo siguiente:

En la dirección X con $R = 3$ (albañilería)

The dialog box 'Seismic Load Pattern - User Defined' is shown with the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
 - X Dir
 - X Dir + Eccentricity
 - X Dir - Eccentricity
 - Y Dir
 - Y Dir + Eccentricity
 - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
 - Base Shear Coefficient, C: 0.171
 - Building Height Exp., K: 1
- Story Range:**
 - Top Story: Story1
 - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

En la dirección Y con $R = 8$ (pórticos)

The dialog box 'Seismic Load Pattern - User Defined' is shown with the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
 - X Dir
 - X Dir + Eccentricity
 - X Dir - Eccentricity
 - Y Dir
 - Y Dir + Eccentricity
 - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
 - Base Shear Coefficient, C: 0.455
 - Building Height Exp., K: 1
- Story Range:**
 - Top Story: Story1
 - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

Por otro lado, en el módulo 3 se aplicó lo siguiente:

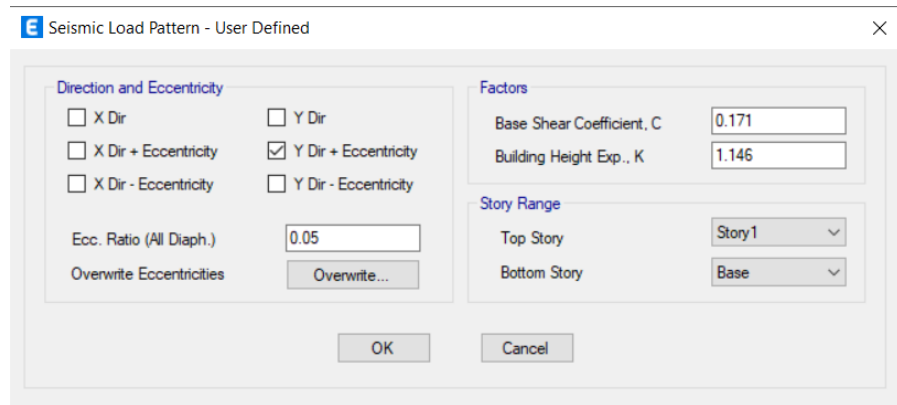
En la dirección X con $R = 8$ (pórticos)

The dialog box 'Seismic Load Pattern - User Defined' is shown with the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
 - X Dir
 - X Dir + Eccentricity
 - X Dir - Eccentricity
 - Y Dir
 - Y Dir + Eccentricity
 - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
 - Base Shear Coefficient, C: 0.455
 - Building Height Exp., K: 1
- Story Range:**
 - Top Story: Story1
 - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel

En la dirección Y con R = 3 (albañilería)



Se procedió a analizar nuevamente y se obtuvo los siguientes resultados.

Derivas

En el módulo 1.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic		Y	0.008649	40	17.92
Story1	Sismo Dinámico en Y	LinRespSpec	Max	Y	0.008614	3	0
Story1	Sismo Dinámico en X	LinRespSpec	Max	X	1.7E-05	33	17.92
Story1	S.Estático en X	LinStatic		X	1.8E-05	40	17.92

Piso	Análisis	Drift	Deriva*1000	Deriva Límite*1000	Condición
Piso 1	Estático en Y	0.008649	51.894	7	NO CUMPLE
Piso 1	Dinámico en Y	0.008614	51.684	7	NO CUMPLE
Piso 1	Estático en X	1.70E-05	3.83E-02	5	CUMPLE
Piso 1	Dinámico en X	1.80E-05	4.05E-02	5	CUMPLE

En la dirección X si se cumple las derivas, obteniendo como deriva máxima 0.04 ‰ y siendo la máxima permitida por la norma E.030 en el caso de albañilería de 5 ‰.

En la dirección Y no se cumple las derivas, obteniendo como deriva máxima 51.89 ‰ y siendo la máxima permitida por la norma E.030 en el caso de concreto armado de 7 ‰.

En el módulo 2.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic		Y	1E-05	20	3.94
Story1	Sismo Dinámico en Y...	LinRespSpec	Max	X	1.7E-05	7	0
Story1	Sismo Dinámico en X...	LinRespSpec	Max	X	0.000675	10	3.94
Story1	S.Estático en X	LinStatic		X	0.000681	10	3.94

Resultados del análisis con ETABS v20					
Piso	Análisis	Drift	Deriva*1000	Límite*1000	Condición
Piso 1	Estático en Y	0.00001	0.0225	5	CUMPLE
Piso 1	Dinámico en Y	0.000017	0.03825	5	CUMPLE
Piso 1	Estático en X	6.75E-04	4.05	7	CUMPLE
Piso 1	Dinámico en X	6.81E-04	4.09	7	CUMPLE

En la dirección Y si se cumple las derivas, obteniendo como deriva máxima 0.038 ‰ y siendo la máxima permitida por la norma E.030 en el caso de albañilería de 5 ‰.

En la dirección X si se cumple las derivas, obteniendo como deriva máxima 4.09 ‰ y siendo la máxima permitida por la norma E.030 en el caso de concreto armado de 7 ‰.

En el módulo 3.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic		Y	0.007885	100	50.92
Story1	Sismo Dinámico en Y	LinRespSpec	Max	Y	0.007519	100	50.92
Story1	Sismo Dinámico en X	LinRespSpec	Max	X	9.2E-05	90	50.92
Story1	S.Estático en X	LinStatic		X	0.000137	100	50.92

Resultados del análisis con ETABS v20					
Piso	Análisis	Drift	Deriva*1000	Deriva Límite*1000	Condición
Piso 1	Estático en Y	0.007885	17.74125	7	NO CUMPLE
Piso 1	Dinámico en Y	0.007519	16.91775	7	NO CUMPLE
Piso 1	Estático en X	9.20E-05	0.55	5	CUMPLE
Piso 1	Dinámico en X	0.000137	0.82	5	CUMPLE

En la dirección X si se cumple las derivas, obteniendo como deriva máxima 0.82 ‰ y siendo la máxima permitida por la norma E.030 en el caso de albañilería de 5 ‰.

En la dirección Y no se cumple las derivas, obteniendo como deriva máxima 17.74 ‰ y siendo la máxima permitida por la norma E.030 en el caso de concreto armado de 7 ‰.

Verificación de la relación entre la cortante estática y dinámica.

La norma E.030 señala que la cortante dinámica debe ser al menos el 80% de la cortante estática para estructuras regulares, y del 90% para estructuras irregulares.

En el módulo 1 se tuvo en la dirección X, Y lo siguiente:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic		Bottom	0	0	-27.6071	-272.3514	99.3855
Story1	Sismo Dinámico en Y	LinRespSpec	Max	Bottom	0	4.439E-06	27.6072	247.6031	99.386
Story1	Sismo Dinámico en X	LinRespSpec	Max	Bottom	0	10.3527	1.665E-06	163.4096	5.993E-06
Story1	S.Estático en X	LinStatic		Bottom	0	-10.3754	0	166.953	0

Dirección	V. estática (tonf)	V. dinámica (tonf)	0.8*V. estática	Cumple
X	10.3754	10.3527	8.30032	SI
Y	27.6071	27.6072	22.08568	SI

Si se cumple la condición en ambas direcciones.

En el módulo 2 se tuvo en la dirección X, Y lo siguiente:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic		Bottom	0	0	-54.3762	-190.7996	195.7542
Story1	Sismo Dinámico en Y...	LinRespSpec	Max	Bottom	0	0.0003	52.1007	121.6685	187.5627
Story1	Sismo Dinámico en X...	LinRespSpec	Max	Bottom	0	20.3912	0.0001	187.7686	0.0004
Story1	S.Estático en X	LinStatic		Bottom	0	-20.4359	0	206.9585	0

Dirección	V. estática (tonf)	V. dinámica (tonf)	0.8*V. estática	Cumple
X	20.4359	20.3912	16.34872	SI
Y	54.3762	52.1007	43.50096	SI

Si se cumple la condición en ambas direcciones.

En el módulo 3 se tuvo en la dirección X, Y lo siguiente:

The screenshot shows the 'Story Forces' window with a table of results. The table has the following columns: Story, Output Case, Case Type, Step Type, Location, P tonf, VX tonf, VY tonf, T tonf-m, and MX tonf-m. The data is as follows:

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m
Story1	S.Estático en Y	LinStatic		Bottom	0	0	-56.4329	-1639.4064	203.1583
Story1	Sismo Dinámico en Y	LinRespSpec	Max	Bottom	0	0.085	56.3016	1488.6356	202.6859
Story1	Sismo Dinámico en X	LinRespSpec	Max	Bottom	0	148.8971	0.2265	2236.2399	0.8156
Story1	S.Estático en X	LinStatic		Bottom	0	-150.1576	0	2521.3171	0

Dirección	V. estática (tonf)	V. dinámica (tonf)	0.8*V. estática	Cumple
X	-150.1576	148.8971	-120.12608	SI
Y	-56.4329	56.3016	-45.14632	SI

Si se cumple la condición en ambas direcciones.



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 - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método Italiano y la Norma E.030 en el Mercado Central de Huamachuco, La Libertad 2022", cuyo autor es RUIZ RODRIGUEZ DELY SORAIDA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, 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.

TRUJILLO, 09 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEZA RIVAS JORGE LUIS DNI: 17902304 ORCID: 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 10-12- 2022 05:24:57

Código documento Trilce: TRI - 0480189