



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación de resonancia por método modal espectral
en la edificación La Libertad, Huaraz 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Amado Espinoza, Bengel Juan (ORCID: 0000-0002-8710-0797)

Huachaca Antonio, Yerson Max (ORCID: 0000-0003-1881-4785)

ASESOR:

Mtro. Marín Cubas, Percy Lethelier (ORCID: 000-0002-9103-9490)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Y Estructural

HUARAZ – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta tesis se lo dedico a Dios por darme las fuerzas y ser inspirador. A mis padres; Fortunata y Juan por ser pilares importantes en mi vida, por su amor, por su esfuerzo y dedicación para lograr mis objetivos. A mi hermana Yaraldine, por su apoyo incondicional y estar en cada momento de mi vida, por motivarme a seguir adelante.

A mis hermanos(as) 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 nos han apoyado, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Amado Espinoza, Bengel Juan.

La presente tesis lo dedico principalmente a Dios por darme salud y a mis padres; Cirilo y Sonia por ser mi motivo e inspiración para salir adelante, también lo dedico a mi hermano Santos y hermana Leydi para ser una guía en su futuro profesional.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Huachaca Antonio, Yerson Max.

Agradecimiento

A Dios por ser nuestra fortaleza, darnos una vida, una gran familia y por habernos puesto en nuestros caminos grandes personas. A nuestros padres y hermanos, por confiar en nosotros y brindarnos el apoyo incondicional, la motivación y sus consejos. A todas las personas que hicieron valiosos aportes en este trabajo, como a los ingenieros de nuestra majestuosa Universidad Cesar Vallejo.

Por eso, le agradecemos con toda humildad desde nuestros corazones.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras y Gráficos.....	vii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables, operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	50

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Frecuencias cíclicas (f_n) Hz por modal espectral de la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.</i>	22
Tabla 2. <i>Frecuencias registradas en la Estación parque de la reserva, del sismo registrado del 31 de mayo de 1970.</i>	23
Tabla 3. <i>Frecuencias del suelo, datos por microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.</i>	24
Tabla 4. <i>Frecuencias angulares (W_n) rad/s de la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.</i>	25
Tabla 5. <i>Frecuencias registradas en la Estación parque de la reserva, del sismo registrado del 31 de mayo de 1970.</i>	27
Tabla 6. <i>Frecuencias del suelo, datos por microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.</i>	27
Tabla 7. <i>Los periodos por modal espectral del edificio en estudio.</i>	29
Tabla 8. <i>Periodos registrados en la Estación parque de la reserva, del sismo registrado del 31 de mayo de 1970.</i>	30
Tabla 9. <i>Periodos del suelo, datos por microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.</i>	30
Tabla 10: <i>Desplazamientos en XX por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.</i>	32
Tabla 11. <i>Desplazamientos en YY por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.</i>	34
Tabla 12. <i>Matriz de consistencia.</i>	57
Tabla 13. <i>Cargas vivas mínimas repartidas</i>	58
Tabla 14. <i>Peso propio de la losa según su espesor de 20 cm de la edificación en estudio.</i>	58
Tabla 15. <i>Carga viva de techo con cobertura liviana.</i>	59
Tabla 16. <i>Zonificación sísmica.</i>	59

Tabla 17. <i>Factores de Zona</i>	60
Tabla 18. <i>Condiciones geotécnicas: clasificación de los perfiles de suelo</i>	60
Tabla 19. <i>Parámetros de Sitio: Factor de suelo "S"</i>	60
Tabla 20. <i>Parámetros de Sitio: Periodos "Tp" y "TL"</i>	61
Tabla 21. <i>Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)</i>	62
Tabla 22. <i>Categoría y sistemas estructurales</i>	63
Tabla 23. <i>Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (Ro)</i>	63
Tabla 24. <i>Categoría de la Edificación e Irregularidades</i>	64
Tabla 25. <i>Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles</i>	64
Tabla 26. <i>Centro de Masa y Centro de Rigidez procesados en Etabs 2016</i> . .	65

Índice de Figuras y Gráficos

Figura 1. Ubicación de la edificación La Libertad, Huaraz.....	66
Figura 2. Definición de materiales en el programa Etabs 2016.	66
Figura 3. Secciones definidas losa aligera y cobertura en el programa Etabs 2016.	67
Figura 4. Secciones definidas de vigas y columnas en el programa Etabs 2016.	68
Figura 5. Secciones definidas de muro en el programa Etabs 2016.	69
Figura 6. Cargas distribuidas de tabiquería en el eje 2 de la viga secundaria, procesado en Etabs 2016.....	70
Figura 7. Cargas distribuidas de tabiquería en el eje 1 de la viga secundaria, procesado en Etabs 2016.....	71
Figura 8. Cargas totales insertados en el Etabs 2016.	72
Figura 9. Estimación de peso.	73
Figura 10. Análisis estático; coeficientes sísmicos cargado al programa Etabs 2016.	73
Figura 11. Análisis Dinámico modal espectral: aceleraciones espectrales cargado al programa Etabs 2016.	74
Figura 12. Vista del modelo de presentación preliminar del proyecto arquitectónico del edificio en estudio en Etabs 2016.	74
Figura 13. Modelo estructural simulado a cargas del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	75
Figura 14. Primer modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	76
Figura 15. Segundo modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	77
Figura 16. Tercer modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	78

Figura 17. Cuarto modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	79
Figura 18. Quinto modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	80
Figura 19. Sexto modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.	81
Figura 20. Grafica de los desplazamientos máximos XX de pisos del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.....	82
Figura 21. Grafica de los desplazamientos máximos YY de pisos del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.....	83
Figura 22. Combinaciones de diseño y la envolvente al Etabs 2016.....	84
Figura 23. Factor de amplificación sísmica según la norma E.030 2018.....	84
Gráfica 1. Valores de frecuencias cíclicas (f_n) de la edificación La Libertad.	23
Gráfica 2. Frecuencias: edificio La Libertad, sismo del 31 de mayo de 1970 y Suelo en la ciudad de Huaraz.....	24
Gráfica 3. Valores de frecuencias angulares (ω_n) de la edificación la libertad. ..	26
Gráfica 4. Frecuencias: edificio La Libertad, sismo del 31 de mayo de 1970 y Suelo en la ciudad de Huaraz.....	28
Gráfica 5. Valores de Periodos naturales (T_n) de la edificación la libertad.	29
Gráfica 6. Periodos: edificio La Libertad, sismo del 31 de mayo de 1970 y Suelo en la ciudad de Huaraz.....	31
Gráfica 7. Desplazamientos en dirección XX de la Edificación La Libertad en la ciudad de Huaraz.	33
Gráfica 8. Desplazamientos en dirección YY de la Edificación La Libertad en la ciudad de Huaraz.	34
Gráfica 9. Fuerza cortante XX.	85

Gráfica 10. Fuerza cortante YY.	85
Grafica 11. Fuerza cortante XX Recalculado.....	86
Gráfica 12. Fuerza cortante YY Recalculado.....	86

Resumen

La presente investigación, comprende la evaluación de la resonancia por modal espectral en la edificación La Libertad, la cual es un centro educativo con dos niveles y está ubicado en la ciudad de Huaraz. Además, después de ser devastado por el catastrófico terremoto del año 1970 el gobierno edificó aulas, pero solo duró hasta el 2013 porque presentaba deterioro en su infraestructura y después el gobierno regional de Áncash efectuaría una obra moderna que finalizó y entró en funcionamiento en 2015. Así mismo como el fenómeno de la resonancia está presente en muchas situaciones de la vida, es por ello y más factores que nos llevó a evaluar y analizar si la estructura presenta resonancia.

El enfoque de la investigación es cuantitativo y diseño no experimental, porque se realizó sin ningún tipo de intervención que altere directamente. Así mismo se examinó los estudios previos y fue de carácter transversal explicativo.

La evaluación de la frecuencia natural del sistema estructural no es igual a la frecuencia de excitación externa del suelo y sismo del 31 de mayo de 1970, porque las frecuencias de excitación externa son menores a la frecuencia angular del sistema. Así mismo, los periodos de la estructura en estudio son menores por lo rígida que esta es, así mismo los periodos externos (suelo y sismo) son mayores a los periodos que se presentan en la estructura.

Por lo tanto, no se presenta la resonancia en la edificación la libertad en ningún modo de vibrar de la estructura, ya que es muy favorable. Además, para que el sistema entre en resonancia la exposición tiene que ser duradera para que alcanzara la amplitud máxima. Así mismo el efecto de resonancia está presente en muchas situaciones de nuestra vida, de tal forma todo análisis sísmico debe considerar una evaluación de efectos de resonancia, así evitar pérdidas económicas y pérdidas de vidas humanas.

Palabras clave: Resonancia, Modal espectral, Frecuencia, Periodo.

Abstract

The present investigation, includes the evaluation of the resonance by spectral modal in the La Libertad building, which is an educational center with two levels and is located in the city of Huaraz. In addition, after being devastated by the catastrophic earthquake of 1970, the government-built classrooms, but it only lasted until 2013 because it presented a deterioration in its infrastructure and then the regional government of Ancash would carry out a modern work that was completed and came into operation in 2015. Likewise, as the phenomenon of resonance is present in many life situations, it is for this reason and more that led us to evaluate and analyze if the structure presents resonance.

The research approach is quantitative and non-experimental design, because it was carried out without any type of intervention that directly alters. Likewise, previous studies were examined and were of a cross-sectional explanatory nature.

The evaluation of the natural frequency of the structural system is not equal to the frequency of external excitation of the ground and earthquake of May 31, 1970, because the frequencies of external excitation are lower than the angular frequency of the system. Likewise, the periods of the structure under study are less because of how rigid it is, likewise the external periods (soil and earthquake) are greater than the periods presented in the structure.

Therefore, there is no resonance in the Libertad building, in no any mode of vibrate of the structure, since it is very favorable. In addition, for the system to come into resonance, the exposure has to be long-lasting so that it reaches the maximum amplitude. Likewise, the resonance effect is present in many situations of our life, in such a way all seismic analysis must consider an evaluation of resonance effects, thus avoiding economic losses and loss of human lives.

Keywords: Resonance, Spectral Modal, Frequency, Period.

I. INTRODUCCIÓN

La situación problemática, actualmente gestar un análisis de evaluación por método modal espectral en estructuras modernas, es de mucha consideración, más aún si son de estructuras antiguas, por consiguiente, las investigaciones y conocimientos que se recolectaba de dichas construcciones frente a un movimiento telúrico eran reducidas, en paralelo hoy por hoy el reglamento E.030 estructuró movimiento telúrico firme dicha renovación es importante.

Por lo tanto, el Perú somos es un país que se encuentra en el cinturón de fuego, estamos expuesto ante movimientos sísmicos, y por siguiente un temblor de gran resonancia con epicentro marino frente a Lima, podría alterar la costa central y la región andino respectivamente. Sus consecuencias podrían sentirse en gran parte del territorio peruano, La planificación para replicar desastres y situaciones de emergencia se inicia por el escenario hipotético de eventos probables, lo cual nos sirve para el esbozo de eventualidad, por ende, deben tomar en cuenta la historia de los sismos de una región, el aumento de ciudades, la ocupación territorial y características sociales y urbanas, entre otros factores que cambian la atmosfera.

Por consiguiente, es patente realizar el desarrollo durante la trayectoria del proyecto de una edificación podrían desempeñarse sólo en las edificaciones recientes. Pero, de aquellas las cifras llega a ser extremadamente último en encarnación respecto a la sigla de las edificaciones totales que existen en un territorio.

Por consecuente, la minimización de los perjuicios debido a los movimientos telúricos es requerida establecer todavía la disposición de las antiguas edificaciones. La urgencia ha establecido los principios de la enseñanza de las edificaciones sísmicas vulnerables. Es impreciso de tal enseñanza, pronosticar las perdidas dadas en una organización, en un comité de edificaciones o un departamento urbano terminado, imaginando un sismo de una cierta difusión. Dividiendo el mencionado presagio de perdidas, es probable definir la vulnerabilidad estructural de las soluciones de economía y, por último, de los daños esperados.

Por consiguiente el autor, (Aguilar, Reinoso y Niño, 2018, p. 18), menciona, que por desgracia, en el proyecto sísmico de una construcción, se da el mínima interés a los argumentos de cada parte no estructural y, si se tomara en consideración la

seguridad de las personas que se ven expuestas a una posible alteración de cada elemento, o precio de la devolución, o las pérdidas implicadas y la postergación de las actividades del mismo proyecto, es notorio que es de mucha importancia el cumplimiento sísmico de estos elementos.

En cuanto a la **formulación del problema**, luego de dar una breve descripción de la problemática de los conceptos, tenemos como problema general; ¿Cómo interviene la evaluación de resonancia por método modal espectral de diseño en la edificación La Libertad, Huaraz 2020?, del mismo modo tenemos los siguientes problemas específicos; ¿Cómo contribuye la frecuencia de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad?, también tenemos, ¿Cómo influyen los periodos por método modal espectral en la edificación La Libertad?, y por último, ¿Cómo influyen los desplazamientos por el método modal espectral en la edificación La Libertad?

Sumando a esto determinaremos una breve historia del objeto de estudio, sumando a esto, el colegio la libertad - Huaraz, es una institución educativa estatal de primaria y secundaria que su ubicación es en la ciudad de Huaraz, distrito de Huaraz. La fundación del colegio fue en el año de 1828 con la denominación de “Colegio de la Libertad”, que en años previos tal construcción era un convento de los españoles, que en el año de 1828 el congreso general constituyente del Perú la transformó en colegio, esto solo perduró hasta el 31 de mayo de 1970, que fue consumido y devastado por el catastrófico terremoto de gran magnitud.

Por lo tanto luego del nefasto desastre natural el gobierno edificó 21 aulas, que fueron construidos en los años de 1972 a 1982, pero consecuentemente el colegio solo duró hasta el año de enero del 2013 ya que con el periodo señalaba deterioro de la infraestructura, y el gobierno regional de Ancash, efectuaría una obra de un Complejo Educativo Integral, por un monto de 8 millones de soles, para dar paso a una nueva obra moderna, la empresa constructora encargada de la obra dio entrega de la obra el 18 de diciembre del 2015.

Por otra parte, el presente trabajo denominado “Evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad – Huaraz, 2020” nos llevara a evaluar, experimentar y analizar si la infraestructura presenta resonancia estructural cuando la frecuencia de movimiento del suelo se asemeja a la frecuencia

natural de la edificación, nos obstante utilizaremos instrumentos, una ficha de recolección de datos del expediente, con la Norma E.0.30 y softwares (ETABS). Por consiguiente, la infraestructura por ser de categoría de edificaciones esenciales, se debió haber construido con la norma E.30 “diseño sismorresistente”, por lo cual la presente investigación se basará en ver cómo influye la evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad – Huaraz, 2020.

De esta manera **la justificación de la investigación**, se realizó de manera práctica que si el colegio La Libertad, ante un fenómeno natural presentaría resonancia espectral, ya que el fenómeno de la resonancia está presente en muchas situaciones de la vida y en sismos muchas estructuras fueron destruidas por ello, es por eso se procedería a evaluar y analizar si la infraestructura presenta resonancia estructural cuando la frecuencia de movimiento del suelo se asemeja a la frecuencia natural la edificación, que algunas construcciones de categoría de edificaciones esenciales por normativa restringen irregularidades y por ello más aún no deberían de presentar resonancia, ya que si se produce la resonancia, conlleva gastos económicos y pérdida de vidas humanas.

Por lo tanto, tenemos el siguiente **objetivo general**: Evaluar la resonancia por método modal espectral de diseño en la edificación La Libertad, Huaraz 2020. Además, tenemos los siguientes objetivos específicos: Determinar la frecuencia por modal espectral en la edificación la Libertad. Así mismo, determinar el periodo por modal espectral en la edificación La Libertad. Y, por último, determinar los desplazamientos por modal espectral en la edificación La Libertad.

Para finiquitar, este trabajo de investigación tenemos la siguiente **hipótesis**; La resonancia por método modal espectral de diseño no interviene de manera significativa en la edificación la libertad, Huaraz 2020, además tenemos las siguientes hipótesis específicas; la frecuencia por modal espectral no contribuye de manera significativa en la edificación La Libertad por espectro, también tenemos, el periodo por modal espectral no influye de manera significativa en la edificación La Libertad, añadiendo a esto tenemos, los desplazamientos por modal espectral no influyen de manera significativa en la edificación La Libertad.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos es una síntesis de los antecedentes investigados a nivel internacional, nacional y local. Así mismo tenemos a nivel internacional al autor:

Calvo, R (2012) en su artículo titulado: “Resonancia suelo - estructura y norma de construcción sismorresistente española”, presentada a la universidad de Granada, Granada en España, para obtener el Máster universitario de estructuras. Los objetivos de esta investigación fue poner de evidente la importancia de caracterizar dinámicamente la superficie terrestre sobre el que se va a edificar una edificación, y ver la consecuencia que puede crear (prevista o no en los cálculos) entre el suelo y la estructura. Por lo tanto, el autor llegó a una conclusión, los cálculos estructurales se han puesto evidente al modo convencional de analizar una estructura que puede implicar a resultados no previstos, debido a errores en el pensamiento de la fase primordial de vibración.

Por consiguiente, también tenemos a Garduño y *et al.* (2009), en su Revista titulado: Zonificación de los periodos naturales de oscilación superficial en la ciudad de Pátzcuaro, Mich., México, con base en microtemores y estudios de paleosismología, Presentada al instituto de ingeniería, universidad nacional Autónoma de México. Con el objetivo de mencionar, que el centro y sur de México están dentro de un territorio sísmico, en donde anteriormente han sucedido varios terremotos de una inmensa magnitud, por lo tanto, es importante examinar la historia de estos fenómenos para comprender mejor, cuándo, dónde y cómo se dio la intensidad en el pasado, y si en un futuro sucederá lo mismo.

Por otro lado, Jorquera, Ruiz y Torres (2017, p.21), nos menciona que los edificios históricos de Santiago se debe observar algunas singularidades geométricas especiales resistentes a los sismos en común, como respuesta de un proceso largo de indagación de prueba y error luego de cada sismo.

Desde luego tenemos, Asimismo, como investigaciones nacionales a Huaripata y Torres (2020), en su tesis titulada “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación esencial y otra común utilizando espectros de sitio y análisis dinámico modal espectral según normas sudamericanas”, presentada a la universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima en Perú, para obtener el grado de Bachiller de ingeniería civil. Donde el autor llegó a la siguiente conclusión, que

el comportamiento sísmico estructural de edificaciones se evaluará en edificaciones una esencial y otra común, mediante la norma E.030 (peruana) y NCh433 (chilena) con el objetivo de estimar los efectos de espectro sitio, por la cual se usará el programa ETABS, con un principal objetivo evaluar el efecto que genera los espectros de sitio en la respuesta sísmica estructural. En cambio, Melchor (2015), como lo detalla en su tesis titulada “Análisis de vibraciones en estructuras simples mediante el método LPD”, presentada a la universidad Nacional De Ingeniería, Lima en Perú, para obtener el grado académico de maestro en ciencias con mención en física. Donde el autor da un objetivo general del proyecto, que es, calibrar las frecuencias de las oscilaciones transversales en tres estructuras simples para exponer la efectividad del método no convencional óptico (LPD). Por consiguiente, llega a la siguiente conclusión, los datos obtenidos se comprueban que el método LPD, tiene la capacidad de determinar tantas frecuencias como la hace el acelerómetro en una medición.

Por otro lado, a nivel regional o local se tiene la siguiente investigación al autor Villarreal (2018), en su proyecto titulada “evaluación del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la facultad de ingeniería civil de la unasam” presentada a la universidad Santiago Antúnez De Mayolo, Huaraz en Perú, para obtener el título profesional de ingeniería civil. Donde el autor con los resultados obtenidos del proyecto, se llegó a la siguiente conclusión, la elaboración de la infraestructura estaba diseñada inicialmente para una construcción de 5 pisos y no de 7 pisos como se encuentra ahora, y que según la norma peruana de construcción E-0.30 nos indica que una edificación de categoría A no debe tener irregularidades en altura y planta y la edificación en el estudio si lo presenta.

Con respecto a las teorías relacionadas al tema tenemos que según la Real Académica Española define que la resonancia es un fenómeno que se produce al coincidir la frecuencia propia de un sistema mecánico, eléctrico, etc., con la frecuencia de una excitación externa.

Así mismo, según Bozzo y Barbat (2004, p. 82), define que la resonancia suelo – estructura, es bien conocido el efecto de suelo de las condiciones de suelo, tanto globales como locales, en la respuesta de una estructura sometida a cargas sísmicas, en general, se observa un mayor daño en estructuras flexibles cuando

las condiciones locales de suelo corresponden al suelo blando y una mayor concentración de daño en estructuras rígidas en condiciones de suelo firme, por ello se recomienda emplear estructuras flexibles en un suelo firme y estructuras rígidas en un suelo blando, a pesar de que esto ocasiona problemas de cimentación en el caso de las estructuras rígidas apoyadas sobre suelo blando. Las condiciones globales del suelo también son importantes, porque determinan el contenido de frecuencias del terremoto.

Según Villareal (2016, p. 07), define que las vibraciones libres sin amortiguamiento son aquellas vibraciones que se producen sin cargas externas, bajo la acción de la energía potencial de las fuerzas elásticas y fuerzas inerciales. Las vibraciones libres pueden ser sin amortiguamiento y con amortiguamiento, produciéndose el amortiguamiento como consecuencia de las fuerzas internas del material y debido al medio externo.

Por consiguiente, según Bazán (2002, p.109), menciona sobre vibraciones libres no amortiguadas, conviene considerar el caso más simple en el que no existe amortiguadores y no existen movimiento en el terreno, dicha ecuación está en función de masa por aceleración espectral más rigidez por desplazamiento e igualando a cero, todas las construcciones elásticas pueden presentar una resonancia libre en tal forma que al desplazarse, cada parte de su peso con razón a su postura de proporción inmóvil llega a ser equivalente al producto de la utilidad de dicha postura de peso controlada por una parte del transcurso, que es idéntico para todos los pesos.

Por otra parte, según Paz (1992, p. 230), menciona que la vibración simple una obra sencilla es cuando una construcción no es puesta a las alteraciones superiores (opresión o traslado de la base) y la vibración es dirigido por las disposiciones iniciales, se comprende que se encuentra en un movimiento libre. Existen casualmente cuando es preciso establecer los movimientos de la construcción en condiciones de los movimientos libres, aun así, son situaciones particulares. Aunque, el análisis de la construcción en vibración libre nos da a conocer las características dinámicas más relevantes de la construcción, que llegarían a ser las frecuencias naturales y los correspondientes modos normales.

Luego tenemos al autor Bazán (2002, p. 110), menciona sobre frecuencias y modos de vibración, Siendo n el valor de grados de libertad, Por ende, lo especificado halla mediante una ecuación algebraica de grado n , por lo tanto, n posee frecuencias naturales de vibración denominado w , que retribuye a otros periodos naturales. Para las construcciones estables los datos determinantes de w^2 son: (reales y positivos), y sus raíces son frecuencias naturales. Las frecuencias se habitúan de orden creciente, por consiguiente, la primera frecuencia denominada frecuencia fundamental posee en valor mínimo, y por final la frecuencia mayor obtenemos vectores de modos diferentes a cero y cada una de ellos se llama modo de vibración. Así mismo las frecuencias se calculan a partir de matriz de masas y rigideces, y los modos naturales de vibración son cantidades escalares que se denominan masa y rigidez generalizadas de desplazamientos.

Así mismo, según Chopra (2014, p. 407) define que la frecuencia y modos de vibraciones naturales; la ecuación de frecuencia contiene n raíces reales y positivas para ω^2 ya que la matriz de masa y rigidez estructural, son (simétricas y positivas). Las estructuras soportadas tienen una matriz positiva de rigidez, de una manera que impide el movimiento de masas aseguradas y cuerpos rígidos. Las frecuencias naturales de vibración se disponen por convención en sucesión de menor a mayor. Las propiedades de vibración se califican al termino natural y que depende de sus propiedades de rigidez y masa. El primer modo se le denomina como el modo fundamental, el subíndice n indica el número de modo.

Según Bazán (2002, p. 148), Menciona que el periodo natural de vibración de edificación se determina de la relación que hay entre la masa y rigidez como es $T=2\pi/\omega$, el periodo tiene que estar en segundos, por ende, refleja la respuesta máxima a un sismo en el periodo de vibración, la respuesta grafica de esta variación se le conoce como espectro de diseño. así mismo, el reglamento de construcción estipula espectro de diseño cuyas ordenadas dependen del periodo de vibración, como también prescriben factores de reducción para considerar el comportamiento inelástico, cuyo valor también depende del periodo a vibrar.

Por consiguiente, según Arnold (1987, p. 39), Manifiesta que el periodo y resonancia, usualmente los periodos naturales del suelo son entre 0.5 y 1 segundo, del modo que es posible que el edificio y el suelo tengan el mismo periodo

fundamental. Por tanto, hay una alta probabilidad de que el edificio se aproxime a un estado de resonancia parcial, denominada cuasiresonancia. Es conveniente calcular los períodos fundamentales tanto del edificio como del lugar, a fin de hacer una comparación para ver si existe la probabilidad de cuasiresonancia. Si en los estudios iniciales se ve que esto es así, entonces sería cambiar las características de resonancia del edificio (ya que las del lugar son fijas)

Así mismo, según Arnold (1987, p. 40), Al relacionar el periodo estimado de un edificio nuevo con del terreno, se trazarán curvas que representen un límite de respuestas del terreno; éstas mostrarán los periodos en que se representa la respuesta máxima. Entonces, parte del problema de diseño sísmico es sintonizar el edificio de tal manera que su propio periodo esté fuera del intervalo de los períodos probables del terreno, lo que reduce o elimina la posibilidad de una amplificación forzada por resonancia. Así mismo en vez de tratar de sincronizar el edificio, el diseñador puede elegir cambiar el tipo de diseño desde el principio para reducir la posibilidad de resonancia. Por último, en general se puede esperar que una estructura flexible y de periodo largo experimente fuerzas menores proporcionalmente que un edificio más rígido, el terreno está compuesto de un manto rocoso, el cual transmitirá eficientemente vibraciones de periodo corto mientras que filtra movimientos de períodos más largos

Según Aguiar (2008, p. 28), Nos informa que un sismo tiene diferentes registros que se encuentran sobre el mismo suelo ya sea que en la zona registrada, presente distintos tipos de suelo ya sea duro, blando, a esto registros se le denomina espectros de diseño. Por ende, América no cuente con registros de sismos al tipo de suelo por eso se nos toca investigar los registros de los espectros con magnitudes mayores a 4 o aceleraciones máximas al 10% de la gravedad, con un propósito de reducir la aceleración de ciertos sismos, por otro lado, se trabaja e indaga de forma probabilística.

Así también, Según Bazán (2002, p. 239), Define al espectro de diseño como temblores reales, que presentan variaciones y forma irregular en función del periodo natural bruscas en la respuesta máxima. por lo siguiente, una edificación que presenta las mismas características dinámicas, responde de manera distinta a un sismo, en lo practico a primera vista este hecho tiene menos importancia de lo que

parece, la influencia de amortiguamiento hace menos brusca la variación de espectros.

Según García (1998, p. 507), menciona sobre análisis modal espectral que aunque la capacidad de los computadores, La adquisición de la respuesta dinámica se ha venido aumentando insospechablemente por medio de técnicas de los estudios cronológicos aun así siguen siendo dispendiosa de difícil interpretación para efectos del proyecto, la respuesta de un sistema dinámico de un grado de libertad corresponde al valor máximo que podría tener, llegándose a determinar el valor máximo de la respuesta que puede tener un grado de libertad desacoplado en términos de desplazamiento, velocidad o aceleración y por lo tanto se puede utilizar estos valores que tendría un sistema de varios grados de libertad para determinar la máxima respuesta.

Por otra parte, también tenemos a Gutiérrez, Bedolla y Cortés (2013, p.20), nos da a entender, que es habitual obtener los métodos modales de un sistema a partir de los desenlaces de las pruebas de vibración, en las que una fuerza moderada se aplica a la estructura para calcular la solución vibratoria en uno o más puntos.

También tenemos a Hortencia y Jentzsch (2013, p.15), nos menciona que, una manera de entender las relaciones espectrales H / V es pensar que el campo sísmico es difuso y contiene todo tipo de ondas elásticas, por consiguiente, la relación espectral H / V se podría calcular en términos de la parte imaginaria de la función de Green.

Por consiguiente, tenemos a Castro y *et al.* (2015, p. 236), en sus estudios denominado Fuerzas Dinámicas donde los autores explican que es fundamental recalcar que el método empleado para la simulación numérica por el método de resonancia posee aplicaciones limitadas a edificaciones ubicadas en terrenos suburbanos o rurales, esta teoría simplifica el análisis a una representación de fuerzas dinámicas equivalentes que actúan sobre la casa.

Por otro lado, tenemos a Domínguez (2014, p.25), nos menciona en su teoría "Reacción dinámica", que de una construcción a lo largo de un sismo depende de la conexión entre el período de vibración de las ondas sísmicas y el mismo periodo de vibración. En la dimensión en que los dos períodos tengan igualdad en sus valores y su relación se aproxime a la unidad la edificación entra en resonancia,

incrementando significativamente las imperfecciones y rapidez de la construcción y en conclusión los esfuerzos en sus elementos estructurales.

Del mismo modo tenemos a Barbat, Oller y Vielma (2005, p. 170), menciona la teoría en su estudio denominado “Estudio estocástico” donde el autor explica los espectros sísmicos de respuesta ha sido perseverante incluso al estudio no lineal de edificaciones. teórico. De tales teorías llegamos a una conclusión, el diseño sísmico resistente debe imponer a la utilización de construcciones con elevada cabida, permitiendo que esta no linealidad se concentre en ciertas áreas preestablecidas de la estructura para deteriorarse en el campo inelástico.

Por consiguiente, tenemos al autor Barcia y Barboza (2003, p. 25), donde hace referencia a la teoría en su estudio denominado “environmental measurement” donde el escritor expresa el método de Nakamura, se pueden emplear para predicciones de respuesta sísmica y aluviones, se aborda como principal propósito fundamental emplear el equipo de mediciones ambientales para precisar las frecuencias predominantes de construcciones de media altura.

A continuación, tenemos a Rodríguez y *et al.* (2017, p. 19), nos explica en la siguiente teoría “construction and terrain response” por consiguiente el autor nos da a entender una construcción que se impone a varios ciclos de comportamiento plástico tendrá un resultado acumulado en términos de degradación y deterioro por fatiga, subsecuentemente la aptitud de influencia de deformación de la construcción se reduce. Por otro lado, el objetivo de evaluar la ductilidad cíclica en sistema de un grado de libertad, con comportamiento no lineal que representan construcciones sismorresistentes.

Por otro lado, tenemos a Tolentino y Ruiz (2015, p.15), nos menciona, que la protección de un sistema estructural se abastece especificando capacidades a los elementos estructurales que implícitamente ejecutan con un nivel de confiabilidad aceptable; sin embargo, el sistema estructural seguidamente está exhibido a condiciones de carga de eventos naturales (ej. sismo, viento, oleaje, inundación, etc.).

por otro parte tenemos a Valenzuela *et al.* (2018, p.11), nos menciona que las edificaciones simétricas en fluencia se extienden a oscilar alrededor de su postura no deformada cuando se ven sujetas a excitaciones sísmicas, y sus requerimientos

de deformación plástica tienen a contrarrestarse entre ellas. Por otro lado, las estructuras con asimetría en fluencia tienden a reunir las demandas de imperfección plástica en su dirección más debilitado, es decir, que ejecutan direcciones “duro” y “débil”.

Después tenemos Miranda (2008, p. 3), donde menciona en uno de sus teorías denominado “Respuesta de sistemas mecánicos” en donde el autor nos da a conocer que adaptamos esta teoría a los sistemas mecánicos de dos grados de libertad, donde la M representa la masa, C constante de amortiguamiento y K rigidez horizontal, los procedimientos puestos, son menores por lo tanto son tolerables.

Por consiguiente, tenemos a Ciriaco (2019, p. 3), donde nos da a conocer su teoría titulada “Silencio sísmico” en donde el autor menciona que es probable identificar los lugares que se ha liberado energía en varias décadas, ya que hay mayor probabilidad de que esta energía se libere en cualquier momento y haya un sismo y por consiguiente toda esta información es por los datos obtenidos en los sismos anteriormente.

También tenemos a los autores Morejón, Llanes y Paulette (2019, p. 40), nos menciona, que, en la actualidad, el diseño sismorresistente denota que la resistencia lateral que debe abastecerse a una construcción de ocupación estándar, para que obtenga un rol estructural conveniente cuando se imponga a excitaciones sísmicas, reduce conforme aumenta su volumen de alteración plástica. Así mismo según los autores Barradas y Ayala (2014, p. 10), menciona, que los argumentos básicos de la dinámica fundamental y realiza el manejo de análisis modales espectrales, ya que se puede efectuar con el uso de programas comerciales de análisis estructural, siendo de forma posible su funcionamiento en la práctica del diseño trazado.

Por otro lado, Pinto, Francisco y Ledezma (2019), nos da a conocer que las indagaciones y los códigos de diseño consideran que en edificaciones de gran altura la interrelación dinámica suelo-estructura (DSSI) es de gran importancia y puede cambiar la solución sísmica respecto a estimaciones de referencias simplificadas convencionalmente ejecutada en los análisis y códigos de diseño estructural.

Luego tenemos a los autores Diaz, Terán y Reyes (2013), nos da a entender, que, al utilizar los sistemas semejantes de un grado de independencia, se aprecia la pertinencia del uso que hoy por hoy se da al factor de importancia del proceso del diseño sísmico de estructuras esenciales desplantadas en un terreno flexible. Así también a Segovia y Fuertes (2018), nos manifiesta, que el comportamiento estructural de las construcciones heredadas, es primordial para arquitectos reparadores e ingenieros estructurales a causa de los efectos de los terremotos dañando vidas humanas y dejando pérdidas materiales.

También Tapia y Tena (2013, p. 10), nos da a conocer que el fin de cooperar al conocimiento obtenido del proyecto sísmico de edificios estructurados con marcos momento resistente dúctiles de acero contra vientos, se aprecia una metodología del proyecto por el volumen adaptada al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Por consiguiente, según Navas, Cervera y Benito (2017, p. 8), nos menciona, que durante los últimos años los planos sísmicos de las normativas han padecido importantes cambios. Estas exigían a algunos edificios construidos a soportar incrementos notorios de resistencia para concretar con los requisitos presentados en la actualidad.

También, Rojas (2017, p.7), nos menciona, que las modificaciones que definen un terremoto se distinguen por ser aleatorias (ubicación, magnitud, profundidad, etc.) y las normas sísmicas buscan fingir solicitaciones similares a las que una construcción estaría sometido durante un suceso de parecidas condiciones. El análisis de los daños en los diversos tipos de construcciones ha conducido a los ingenieros desde mediados del siglo pasado hasta a la actualidad a la continua indagación con el fin de planificar las construcciones por lo menos para proteger la vida de sus habitantes durante la ocurrencia de un terremoto de particularidades precisas.

Por finalizar tenemos a los autores López y Ayala (2013) nos hace referencia, que la finalidad de la ingeniería sísmica es, desde un comienzo es asegurar que las construcciones actúen de manera apropiada a lo largo de los sucesos sísmicos que se pueden exponer durante su vida útil.

El enfoque conceptual de la investigación es cuantitativo

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Fue de investigación aplicada por que busco conocer, actuar, construir y modificar.

Según (Fernández y Baptista, 2014, p. 4), indica que el “enfoque cuantitativo se utiliza mediante recolección de datos, con ello probar las hipótesis con base en análisis estadístico y la medición numérica, con el objetivo de probar teorías y establecer pautas de comportamiento.

El enfoque que plantearon los investigadores fue de tipo cuantitativo, porque se examinó y midió los factores que correlacionan en el estudio, siguiendo pasos ya determinados con el que se explica y responde cada una de las preguntas de la investigación.

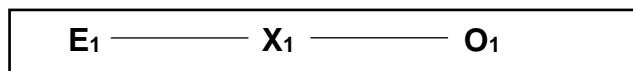
Por consiguiente, el presente proyecto de investigación fue considerado como una investigación explicativa, porque especifica los fenómenos o conceptos es decir están determinados a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales, por eso el siguiente trabajo de investigación se encargó de evidenciar, demostrar, probar las causas de la resonancia modal espectral en las edificaciones, con el propósito de determinar el diseño sismorresistente.

Diseño de investigación:

Según (Fernández y Baptista, 2014, p. 152), nos indicia que, la investigación no experimental es el empleo de variables pero que no se utiliza debido a que el acontecimiento ya ha ocurrido. Las consecuencias sobre la coherencia entre las variables se ejecutarán sin ningún tipo de intervención que altere directamente o indirectamente, de forma que se visualiza tal como está en su área natural.

De acuerdo al título del proyecto de investigación, fue de carácter no experimental, porque se examinó los estudios previos, también fue de carácter

transversal explicativo ya que la investigación se basó en evidenciar, demostrar y probar la resonancia estructural.



E₁: Estructura de la edificación La Libertad (Pabellón B).

X₁: Resonancia en la edificación

O₂: Análisis para determinar la evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad (Pabellón B)

3.2. Variables, operacionalización

Ver anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Estructura de la edificación La Libertad, Huaraz.

Muestra

La muestra fue por elección a criterio de los investigadores, ya que se buscó un sistema estructural adecuada, con parámetros de construcción más recientes, de esa forma realizar un análisis y desarrollo respetivo, por eso y más factores se eligió el pabellón B.

Muestreo

No probabilístico por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se usó:

- Antecedentes de la resonancia en la edificación y determinación de la resonancia por modal espectral de diseño.

Para la recolección de información se usó:

- Base de datos propuestos: Alicia Concytec, Redalyc, Renati.sunedu, repositorio de las universidades, Google académico, y revistas relacionados al tema propuesto.
- Revistas virtuales de la web y libros. (Scielo Perú, Redalyc, Google books, springer, etc), todas las paginas estudiadas.

3.5. Procedimientos

El análisis de los datos estuvo enfocado a la evaluación de la resonancia por método modal espectral del edificio, tomando como base los datos obtenidos mediante los distintos planos de ejecución y la evaluación se realizó solo en el pabellón B del edificio La Libertad.

A continuación, se modeló en Etabs 16.2.1, los planos de arquitectura, elevación del pabellón B que se emplearon para determinar la resonancia en la edificación (comparar las frecuencias naturales del sistema estructuras con las frecuencias de excitación externa que son: suelo y sismo del 31 de mayo de 1970).

Por último, se desarrolló en Excel para verificar cada modo de vibración de la resonancia en la edificación, empleando el método Modal Espectral de Diseño, que consta de unos parámetros, así mismo siguiendo las exigencias del Reglamento de Edificaciones E.020 de cargas, E.030 – 2018 diseño sismorresistente, E.060 de concreto armado y E.70 de albañilería.

3.6. Método de análisis de datos

El estudio se ejecutó por medio de un análisis explicativo, ya que la recolección de datos se realizó por medio del expediente técnico con una ficha técnica de recolección de datos en la edificación y con los estudios de zonificación sísmica y registros sísmicos del 31 de mayo de 1970 en la ciudad de Huaraz, con ello distinguir y seguir los parámetros que nombra el método, de tal manera que se desarrolló cada apartado revisando la norma técnica peruana, de esa forma poder decidir la resonancia por método modal

espectral de diseño en la edificación La Libertad y conocer el estado de vulnerable que es el edificio La Libertad Pabellón B de Huaraz.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto de investigación fue veraz por los investigadores y los datos obtenidos son con el consentimiento de la edificación La Libertad de Huaraz, es así que no atropella ningún reglamento vigente o norma la investigación realizada.

Así mismo se respetó las fuentes de información para este trabajo de investigación, citando bajo las normas ISO los conocimientos por tesis similares alcanzados.

Como también, influye de manera positiva el trabajo de investigación en la sociedad, así mismo en la ciudad en estudio y sus intereses no afectara, ya que todos los datos de la investigación obtenidos son eficientes, competentes y la veracidad de los resultados se tuvo en cuenta.

IV. RESULTADOS

Resultados de los objetivos de estudio

Para la evaluación de resonancia en la edificación La Libertad de Huaraz, aplicando el método modal espectral de diseño se empleó usando la norma técnica peruana E.030 – 2018.

La edificación la Libertad, es un centro educativo que se encuentra en Av. Agustín gamarra, Barrio San Francisco, Huaraz, Ancash, Perú, cuyo pabellón que fue evaluado es el B que tiene un área de 191.25 m² y para ver la figura de ubicación del colegio ir al anexo 5; Figura 1.

Así mismo, para la evaluación de la resonancia en la edificación La Libertad, que es una institución educativa se empleó por modal espectral en el pabellón B, cuya selección fue porque es la construcción más reciente, asimismo teniendo antecedentes de daños estructurales significativas con el sismo del 31 de mayo de 1970, así también la estructura es apta para un análisis por resonancia, además se verifico el artículo 16 de la norma E.030 o capítulo 3.2 y revisando los planos estructurales del edificio se difiere que es un edificio de Sistema mixto de concreto armado (sistema de pórtico en eje X y sistema de albañilería en el eje Y) y por ser edificación esencial.

Los elementos estructurales se obtuvieron de los planos de la edificación y las cuales fueron plasmados en el programa; se pudo utilizar algún software de cálculo como son: Etabs 2016, Sap 2000, Cypecad, Midas Gen, Robot Structural, Tekla. Todos los programas mencionados realizan lo mismo; por métodos de elementos finitos, criterios de falla, ensamblan matrices y hacen el cálculo, pero la idea es tener los conceptos claros y se puede utilizar cualquier programa mencionado. Es por ello que se utilizó el programa Etabs porque su interfaz es muy simple de aprender y es un software que funciona bastante bien.

Los materiales (concreto, acero, Albañilería y cobertura ligera), se ha defino en el programa Etabs 16.2.1. la cual se visualiza en el anexo 5; Figura 2. Así mismo las secciones de la losa, vigas, columnas, Muros, cobertura de H=0.5 cm, se visualiza en el la ficha de recolección de datos en el anexo 02 y se adjuntó las secciones definidas en el programa Etabs 16.2.1. en anexo 5; Figura 3, 4 y 5.

Con los materiales y secciones definidas en el programa se modela la edificación, y la vista del modelo del proyecto se visualiza en anexo 5: figura 12, después de ello se insertó datos para el metrado de cargas muertas y cargas vivas utilizando la norma E.020 de cargas e insertando al programa Etabs 2016, así mismo los cálculos de cargas los realizo en el programa. Los pesos unitarios se visualizaron en el anexo 1 de la norma E.020 de cargas y las cargas vivas de piso en el artículo 6, teniendo como base que es una edificación de centro educativo y por lo tanto según la norma pertenece en la categoría A2.

Así mismo se verifico con la norma los metrados de; Losa Aligerado (anexo 4; tabla 13 y 14) y Techo (anexo 4; tabla 15), metrado de tabiquería sobre vigas secundarias en el eje 2, asimismo metrado de tabiquería en el eje1, las cargas de tabiquería sobre la viga de voladizo y total de la edificación se visualiza en el anexo 5; figura 6, 7 y 8 consecutivamente.

El peso sísmico efectivo se determinó de acuerdo con lo indicado en el artículo 26 de la NTE E.030. El Peso (P), se calculó adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinó de la siguiente manera según el tipo de descripción pertinente para dicha edificación, por lo tanto, para edificaciones de categoría A y B (ver en anexo 5; figura 9), se tomará el 50% de la carga viva, en azoteas y techos se tomó el 25 % de la carga viva. Los resultados del peso total de la edificación del estudio es 357.27 toneladas, ver en Anexo 7 y las deformaciones en el anexo 5: figura 13.

Asimismo, los modos de vibración se visualizan en el anexo 8, la norma indica que para un nivel deberá considerarse por lo menos los 3 primeros modos predominantes en la dirección del análisis, y la edificación en estudio tiene 2 pisos y por lo tanto tiene 6 modos de vibración (se visualiza en el anexo 5; Figura 14, 15, 16, 17, 18 y 19 respectivamente), la cual fueron insertados al programa Etabs.

Por siguiente para el análisis estático y dinámico se extrajo del programa Etabs los periodos fundamentales de vibración del edificio que depende únicamente de la masa y la rigidez, como el programa tiene la masa, tiene la geometría, tiene los materiales, se obtiene el valor de periodo, visualizar en el anexo 8.

El análisis estático se visualiza en el anexo 17 y se cargó al programa Etabs los coeficientes sísmicos (anexo 5; figura 10). Después, se insertó la incorporación del espectro de diseño que obedece estrictamente a la aplicación del capítulo 4.6.2 de la norma, que permite graficar los valores de Pseudoaceleración (S_a) para un determinado periodo de vibración, la cual se visualiza en el anexo 27, así mismo estas las gráficas en direcciones XX y YY, periodos (T) y coeficientes sísmicos (C). Así mismo el análisis dinámico modal espectral la cual se visualiza en el anexo 18 y se cargó al programa (anexo 5; figura 11).

La fórmula para el cálculo del análisis dinámico modal espectral; aceleración espectral, según la norma E.030 es:

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

Z= Factor de zona, el cual encontramos en la tabla N°1 de la norma E.030 y podemos visualizar en (el anexo 4; Tabla 17 y según el anexo 6 se puede ver en qué zona sísmica que se encuentra Huaraz, así mismo la zonificación sísmica en el Anexo 4: tabla 16), por lo tanto, Z es 3.

U= Es el factor de uso, la cual depende de la categoría de la edificación (Anexo 4; Tabla 21), y por lo tanto para una categoría A (edificaciones esenciales) el valor de U es 1.5.

C= Factor de amplificación sísmica, se analiza respecto al periodo fundamental de la estructura (T), y la norma menciona en el artículo 14 tres condiciones y sus respectivos cálculos, la cual se puede visualizar las fórmulas en el anexo 5; Figura 23.

S= Es el factor de suelo, ya que tiene que ver con el estudio de suelos de la edificación la libertad, por ello de acuerdo a las condiciones locales establecidas en la tabla N°2 de la norma E.030 diseño sismo resistente la cual podemos visualizar en el anexo 4 (tabla 18: clasificación de los perfiles de suelo) por tener una resistencia del terreno en 0.84 kg/cm², pertenece a un perfil S2. Entonces visualizando el anexo 4 (tabla 19); que es factor de zona contra clasificación de los perfiles de suelo, la cual el factor de suelo es 1.15.

R= Es el coeficiente de reducción de fuerza sísmica, que depende del sistema estructural y material predominante, se verifico el plano de la edificación y se iniciara el análisis considerando que es un sistema mixto (estructura de pórticos en eje X y Albañilería en eje Y), por lo tanto, según la norma menciona que para pórticos es $R_o = 8$ y albañilería es $R_o=3$, se visualiza en anexo 4 (tabla 23).

Así mismo los periodos cortos (T_p) y Periodos largos (T_L) según el perfil del suelo se visualiza en anexo 4: tabla 20, que T_p es 06 y $T_L=2$ segundos para un suelo S2.

En el programa Etabs 2016, los desplazamientos en las direcciones XX y YY son obtenidos en tablas y de forma visual en gráficas (ver anexo 5; Figura 20 de desplazamientos máximos en eje XX y anexo 5: Figura 21 de desplazamientos máximos en eje YY), las derivadas de piso, que son desplazamientos relativos de cada piso. La norma E.030 – 2018 en su artículo 32 menciona los límites de los desplazamientos laterales admisibles para cada material predominante, la edificación por ser un sistema mixto: concreto armado en el eje X y albañilería en el eje Y, los máximos permisibles son 0.007 y 0.005 consecutivamente, la cual se visualiza en el anexo 4: tabla 25 y los resultados de los desplazamientos en XX y YY de visualiza en la tabla 10 y tabla 11, la cual cumplen con las restricciones de la norma.

Con los datos mencionados de verifico las irregularidades en altura (I_a) e irregularidad en planta (I_p), según la norma E.030 tabla 08 (ver anexo 25 y anexo 26), y los desarrollos de las irregularidades (I_a y I_p) existentes en la edificación, la cual se visualiza en el anexo 9 de irregularidades en altura y en el anexo 10 irregularidades en planta, así mismo como datos de análisis y presentes a evaluación con cuadros por el diseño de la edificación tenemos para las dos direccione de análisis:

Dirección XX:

- Irregularidad en altura: Los cálculos realizados de; Irregularidad de rigidez – piso blando y pisos débil, además Irregularidad extrema de rigidez ver en el anexo 11 y anexo 12 consecutivamente, y se difiere que no se presenta piso blando, no piso débil y tampoco irregularidad extrema.

- Irregularidad en planta: Los cálculos realizados de Irregularidad Torsional e Irregularidad Torsional Extrema se visualiza en el anexo 15 y como el ratio es menor a 1.3 no se presenta torsión, asimismo el ratio no es mayor a 1.5 y tampoco existe torsión extrema.

Dirección YY:

- Irregularidad en altura: Los cálculos realizados de; Irregularidad de rigidez – piso blando y pisos débil, además Irregularidad extrema de rigidez ver en el anexo 13 y anexo 14 consecutivamente, y se difiere que sí se presenta piso blando, pero no piso débil y tampoco irregularidad extrema.
- Irregularidad en planta: Los cálculos realizados de Irregularidad Torsional e Irregularidad Torsional Extrema se visualiza en el anexo 16 y como el ratio en el primer piso es menor a 1.3 no se presenta torsión y en techo si es mayor a 1.3, por lo tanto, si existe torsión techo, asimismo el ratio no es mayor a 1.5 y no existe torsión extrema.

Así mismo las combinaciones de diseño y la envolvente para el cálculo de cortantes se ingresaron al programa Etabs 2016, la cual se puede visualizar en el anexo 05; Figura 22.

El cálculo del cortante por modal espectral es la determinación mediante la incorporación de un espectro de diseño que combinado todos los efectos producidos por las formas modales mediante métodos conocidos de combinación modal se logra obtener un valor para el cortante en la base. Para determinar este valor, primero debemos establecer casos de carga que incorporan el espectro de diseño. Así mismo la norma E.030 – 2018 en el artículo 29.4. menciona que para estructuras regulares las fuerzas cortantes en el primer entrepiso no deben ser menor que el 80 % del valor calculado según el artículo 25 y para estructuras irregulares no debe ser menor a 90%. Así mismo las cortantes máximas en cada dirección del análisis (Eje XX y Eje YY): En el anexo 19 se visualizan las cortantes estáticas y en el anexo 20 la cortante dinámica por cada nivel.

Con todas las consideraciones y parámetros utilizados, así mismo mencionados anteriormente, se responde los objetivos planteados por los investigadores.

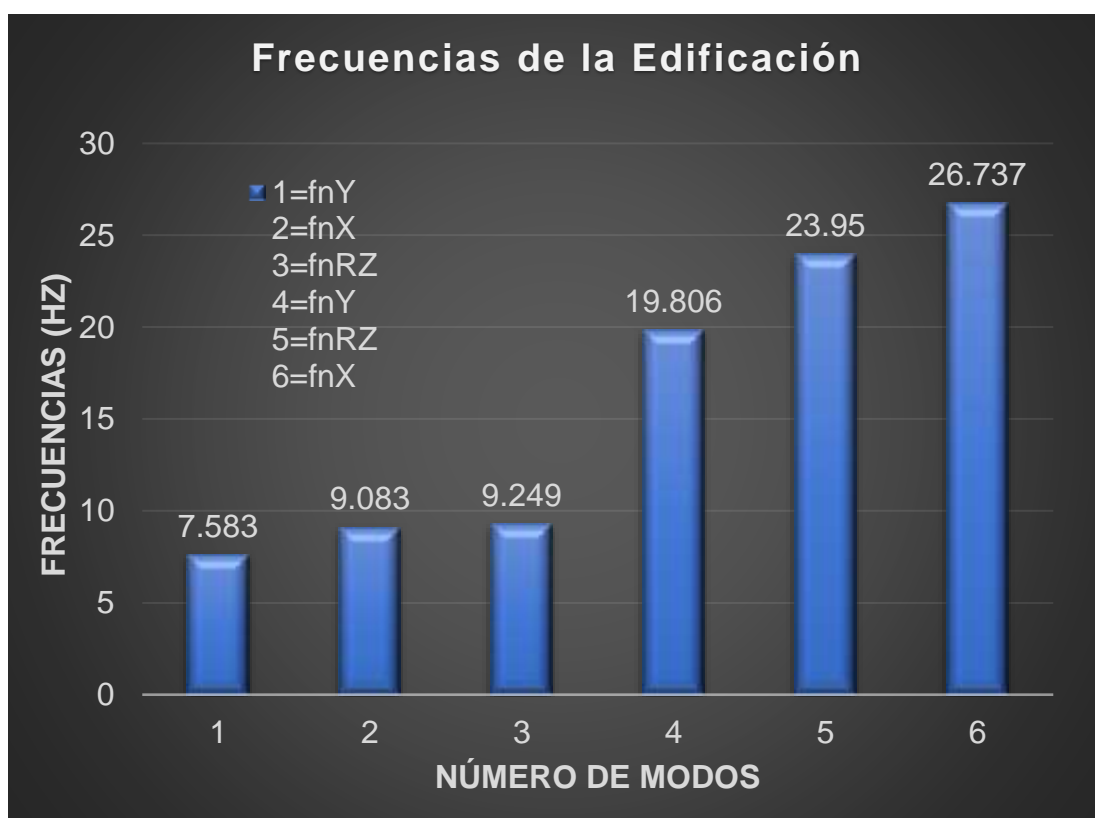
Resolviendo al objetivo general: Para la evaluación de la resonancia por método modal espectral en edificación la libertad, se ha calculado todos los datos necesarios en páginas anteriores, por lo tanto, para el cálculo de la frecuencia cíclica de la edificación es $f_n = \frac{1}{T} = \frac{W_n}{2*\pi}$ (Hz) que netamente su variación dependerá de la frecuencia angular del sistema estructural (W_n), la cual los resultados se ve en anexo 24. Entonces para se presente el fenómeno de la resonancia; la frecuencia cíclica del sistema estructural (f_n) debe coincidir con la frecuencia cíclica exterior (f), la cual en la investigación se realizó con el suelo y el sismo del año 1970, ya que fue uno de los eventos más catastróficos suscitados en la ciudad de Huaraz, así mismo se visualiza en el anexo 26 los datos de registro acelerográfico de la estación PQR (Lima), como son: epicentro, magnitud, intensidad y aceleraciones espectrales, además se muestran graficas de análisis tiempo historia de componentes: este – oeste, Norte – sur y verticales. A continuación, se muestran frecuencias cíclicas: de la edificación, suelo y sismo.

Tabla 1. Frecuencias cíclicas (f_n) Hz por modal espectral de la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

Case	Mode	Frequency
		cyc/sec
Modal	1	7.583
Modal	2	9.083
Modal	3	9.249
Modal	4	19.806
Modal	5	23.95
Modal	6	26.737

Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020

Gráfica 1. Valores de frecuencias cíclicas (fn) de la edificación La Libertad.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

Respecto a la gráfica se visualiza las distintas frecuencias del sistema estructural en estudio para cada modo de vibración, como modos predominantes son los primeros: f_Y (frecuencia en dirección Y) = 47.6476 Hz, f_X (frecuencia en dirección X) = 57.0713 Hz y f_{RZ} (frecuencia rotacional en Z) = 58.1143 Hz.

Tabla 2. Frecuencias registradas en la Estación parque de la reserva, del sismo registrado del 31 de mayo de 1970.

Amax	f (Hz)	Dirección
45.92	2.29	E-O
51.49	2.67	N-S
32.48	1.75	V

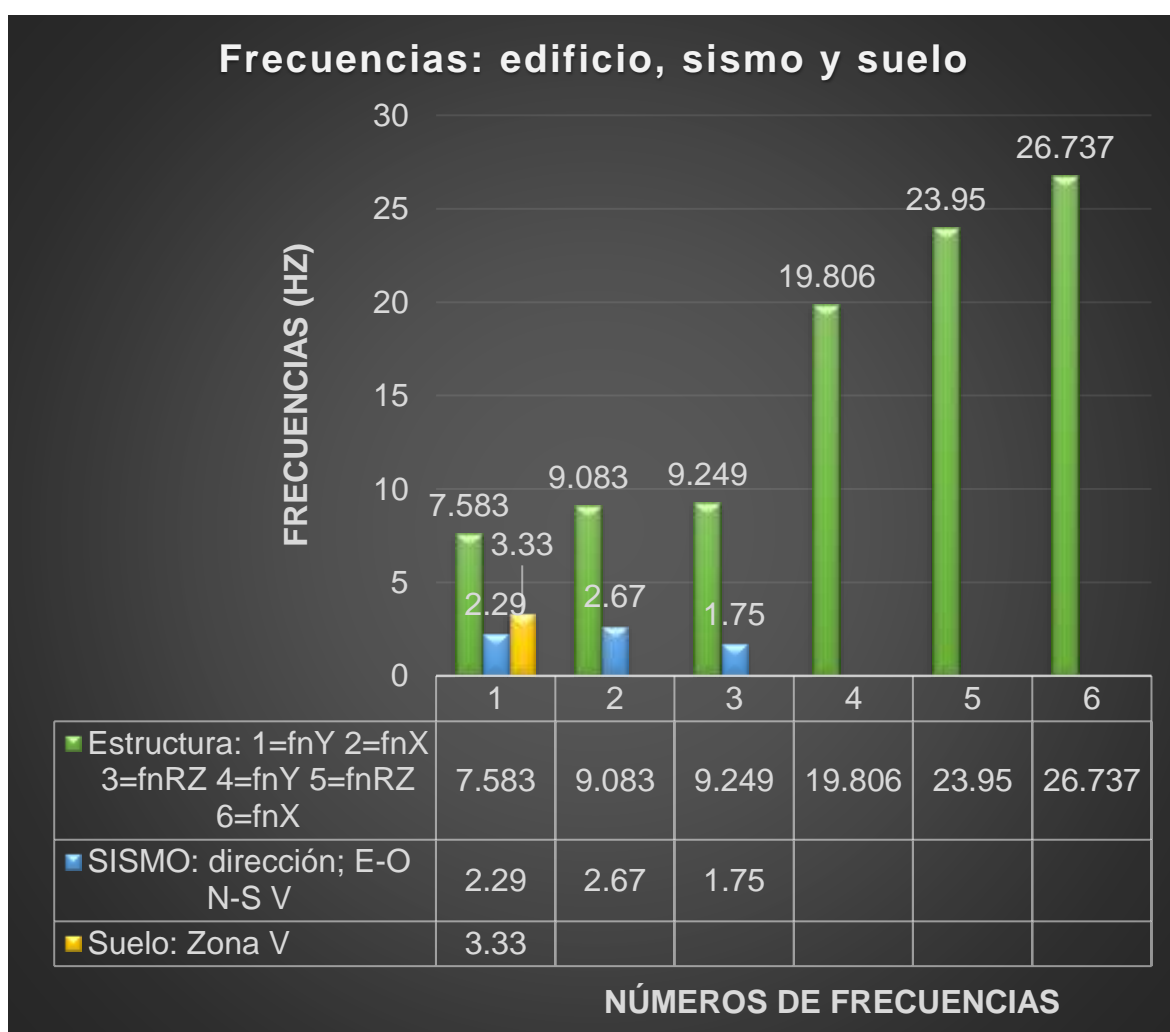
Fuente: Alva, 2020.

Tabla 3. Frecuencias del suelo, datos por microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.

ZONA	f (Hz)	
I	6.67	5.00
II	3.33	2.50
III	3.33	2.50
IV	3.33	2.50
V	3.33	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 2. Frecuencias: edificio La Libertad, sismo del 31 de mayo de 1970 y Suelo en la ciudad de Huaraz.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

En la gráfica se observa seis frecuencias cíclicas del edificio, tres frecuencias para el sismo y una frecuencia del suelo. Entonces para que se presente resonancia o amplificaciones en la estructura, una de las frecuencias de excitación externa (sismo o suelo) tiene que ser igual a la estructura. Por lo tanto, no se presenta el fenómeno de resonancia en la estructura. Así mismo, respecto a la hipótesis general, la resonancia por método modal espectral no interviene de forma significativa en la edificación la libertad, porque la estructura presenta características diferentes a la frecuencia de excitación externa.

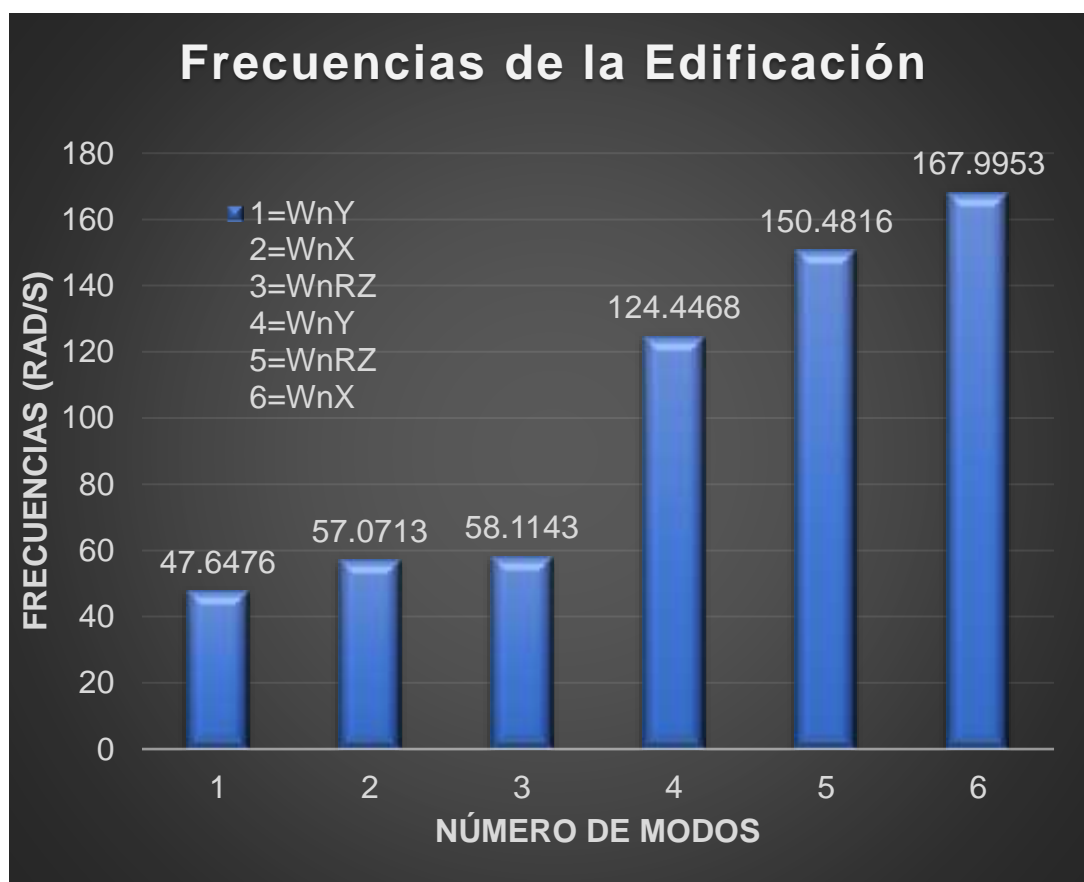
Resolviendo el Objetivo Específico N° 01: Para la determinación de la frecuencia por modal espectral en la edificación la Libertad, la fórmula para determinar es $\omega_n = \sqrt{\frac{K}{m}} \left(\frac{rad}{s}\right)$, netamente se necesita valores de masa (M) y rigidez (K), porque son los valores que determinan dicha frecuencia, así mismo la tabla de frecuencias fueron procesadas y obtenidas del programa Etabs 2016.2.1 para los 6 modos de vibración de la edificación, se visualiza en el anexo 22, y a continuación se presenta la tabla específica de frecuencias del sistema estructural.

Tabla 4. Frecuencias angulares (ω_n) rad/s de la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

Case	Mode	Circular Frequency
		rad/sec
Modal	1	47.6476
Modal	2	57.0713
Modal	3	58.1143
Modal	4	124.4468
Modal	5	150.4816
Modal	6	167.9953

Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

Gráfica 3. Valores de frecuencias angulares (W_n) de la edificación la libertad.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020

En la gráfica se observa las distintas frecuencias del sistema estructural en estudio para los seis modos de vibrar, las variaciones que presentan son de acuerdo a masas (M) y rigideces (K) de la estructura, como modos predominantes son los primeros: WY (frecuencia en dirección Y) = 47 47.6476 rad/s, WX (frecuencia en dirección X) = 57.0713 rad/s y WRZ (frecuencia rotacional en Z) = 58.1143 rad/s. por lo tanto, se observó que si las rigideces aumentan las frecuencias tienden incrementar, así mismo si las masas aumentan, las frecuencias tienden a disminuir.

Respecto a las frecuencias externas: sismo (ver anexo 28 el registro de Acelerográfico Estación PQR) y las frecuencias del suelo (ver anexo 32: microzonificación sísmica en Huaraz).

Tabla 5. Frecuencias registradas en la Estación parque de la reserva, del sismo registrado del 31 de mayo de 1970.

Amax	W (Rad/s)	Dirección
45.92	14.388	E-O
51.49	16.776	N-S
32.48	10.996	V

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se observa las frecuencias registradas del sismo en tres direcciones: Dirección Este y Oeste (E-O) con 14.388 rad/s, Dirección Norte y Sur (N-S) con 16.776 rad/s y Dirección Vertical (V) con 10.996 rad/s.

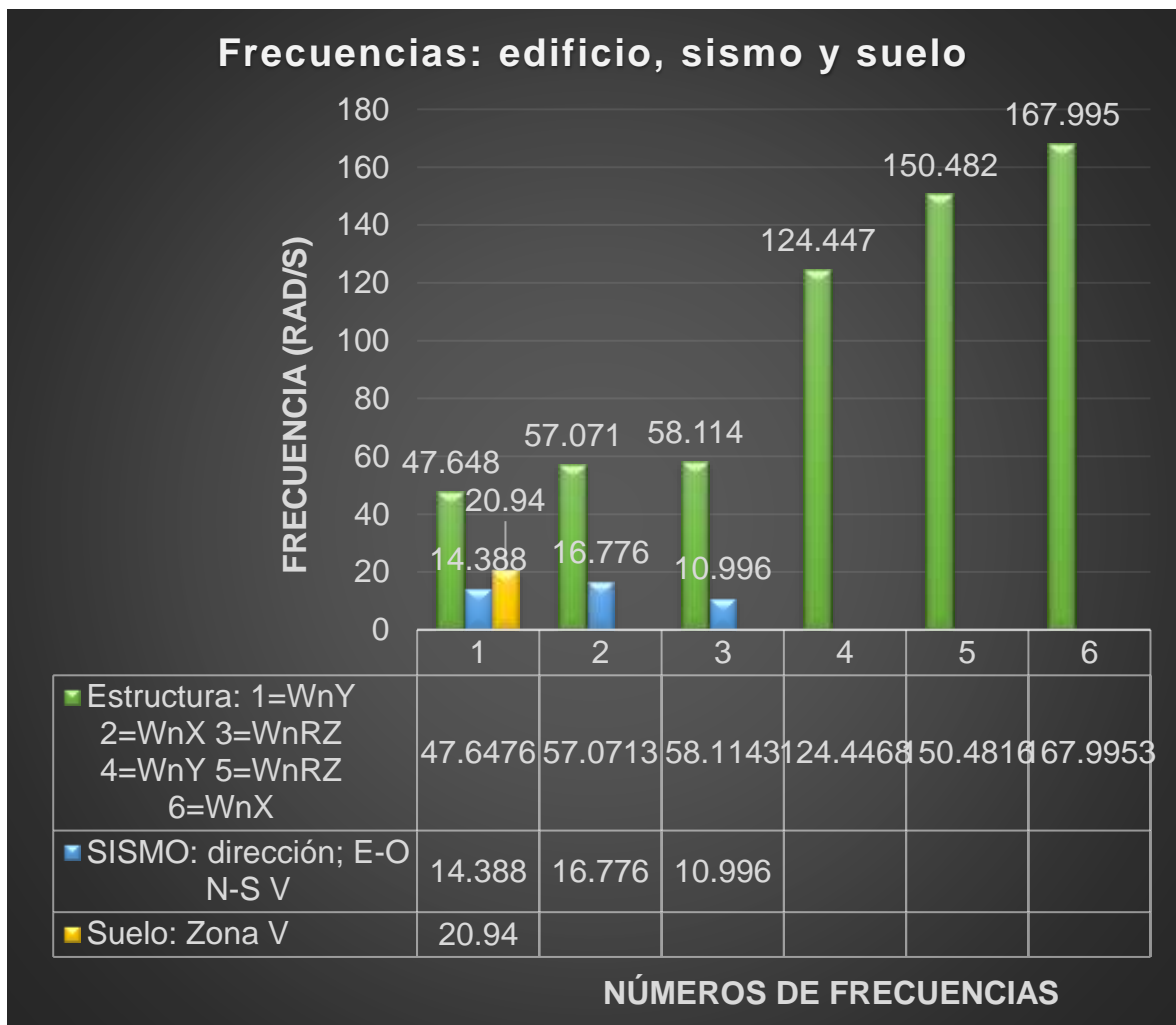
Tabla 6. Frecuencias del suelo, datos por microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.

ZONA	W (Rad/s)	
I	41.89	31.42
II	20.94	15.71
III	20.94	15.71
IV	20.94	15.71
V	20.94	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se observa periodos distintos para cada zona en la ciudad de Huaraz, así mismo verificando el anexo 32, se difiere que el proyecto en estudio pertenece a la zona V, por lo tanto, frecuencia del suelo (Ws) es de 20.94 rad/s.

Gráfica 4. Frecuencias: edificio La Libertad, sismo del 31 de mayo de 1970 y Suelo en la ciudad de Huaraz.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

En la gráfica se observa seis frecuencias angulares o naturales del edificio (W_n), y las dos frecuencias de excitación externa (W) (tres del sismo y una del suelo). Entonces para que se presente resonancia una de las frecuencias del edificio tiene que ser igual a la frecuencia de excitación externa (sismo o suelo), $W_n=W$. Por lo tanto, se ve que las frecuencias externas no son iguales con ninguna frecuencia natural de la estructura, por ello no se presenta el efecto de la resonancia. Además, que las frecuencias del sistema estructural sean mayores, quiere decir que tengas mayor rigidez que las frecuencias de excitación. Y por último de la hipótesis específica 1, la frecuencia por modal espectral no contribuye de manera significativa en la edificación.

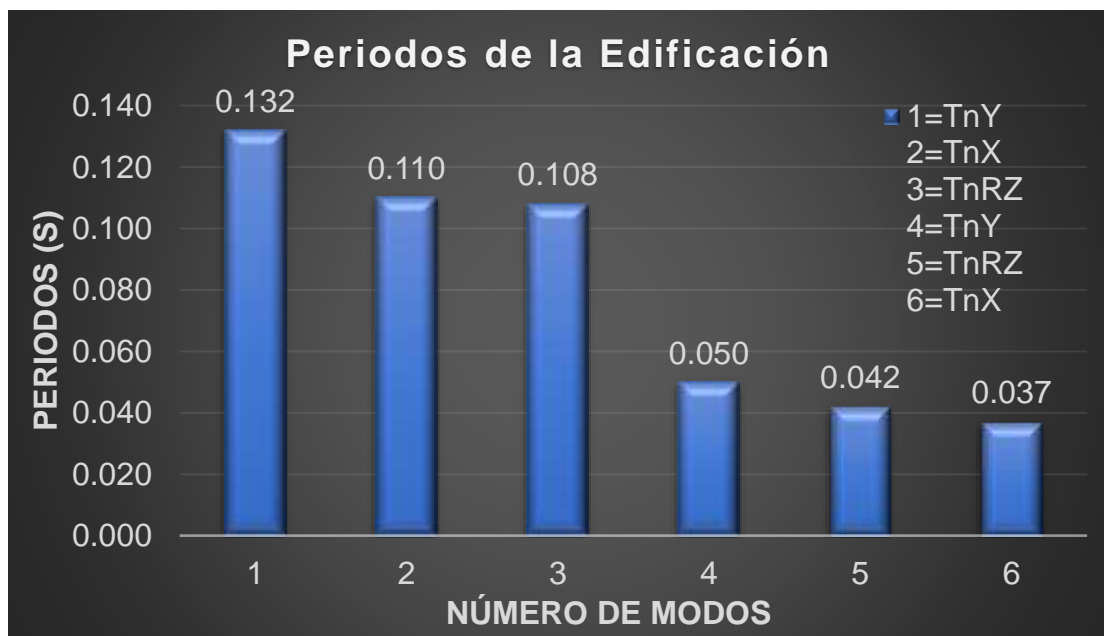
Resolviendo el objetivo N° 02: los resultados obtenidos en la determinación del periodo por modal espectral en la edificación La Libertad, la fórmula para calcular es $T_n = \frac{2*\pi}{\omega_n}$ (s), así mismo fueron procesadas en el programa Etabs 2016.2.1 para los 6 modos de vibración de la edificación las cual se visualiza en el anexo 23, a continuación, se presenta la tabla de periodos del sistema estructural.

Tabla 7. Los periodos por modal espectral del edificio en estudio.

Case	Mode	Period
		sec
Modal	1	0.132
Modal	2	0.110
Modal	3	0.108
Modal	4	0.050
Modal	5	0.042
Modal	6	0.037

Fuente 09: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

Gráfica 5. Valores de Periodos naturales (ω_n) de la edificación la libertad.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

En la gráfica se visualiza los seis periodos obtenidos que se presentan en la edificación y por piso se presenta tres: $1=T_nY$ (periodo en dirección Y) = 0.132 segundos, para T_{nx} (periodo en dirección X) = 0.110 s, y T_{nRZ} (periodo de rotación en Z) = 0.108 s. Por lo tanto, son los periodos predominantes y fundamental como la máxima respuesta, la cual nos indica que la edificación en estudio es rígida

Tabla 8. *Periodos registrados en la Estación parque de la reserva, del sismo registrado del 31 de mayo de 1970.*

Amax	Ts (s)	Dirección
45.92	0.437	E-O
51.49	0.375	N-S
32.48	0.571	V

Fuente: Elaboración propia.

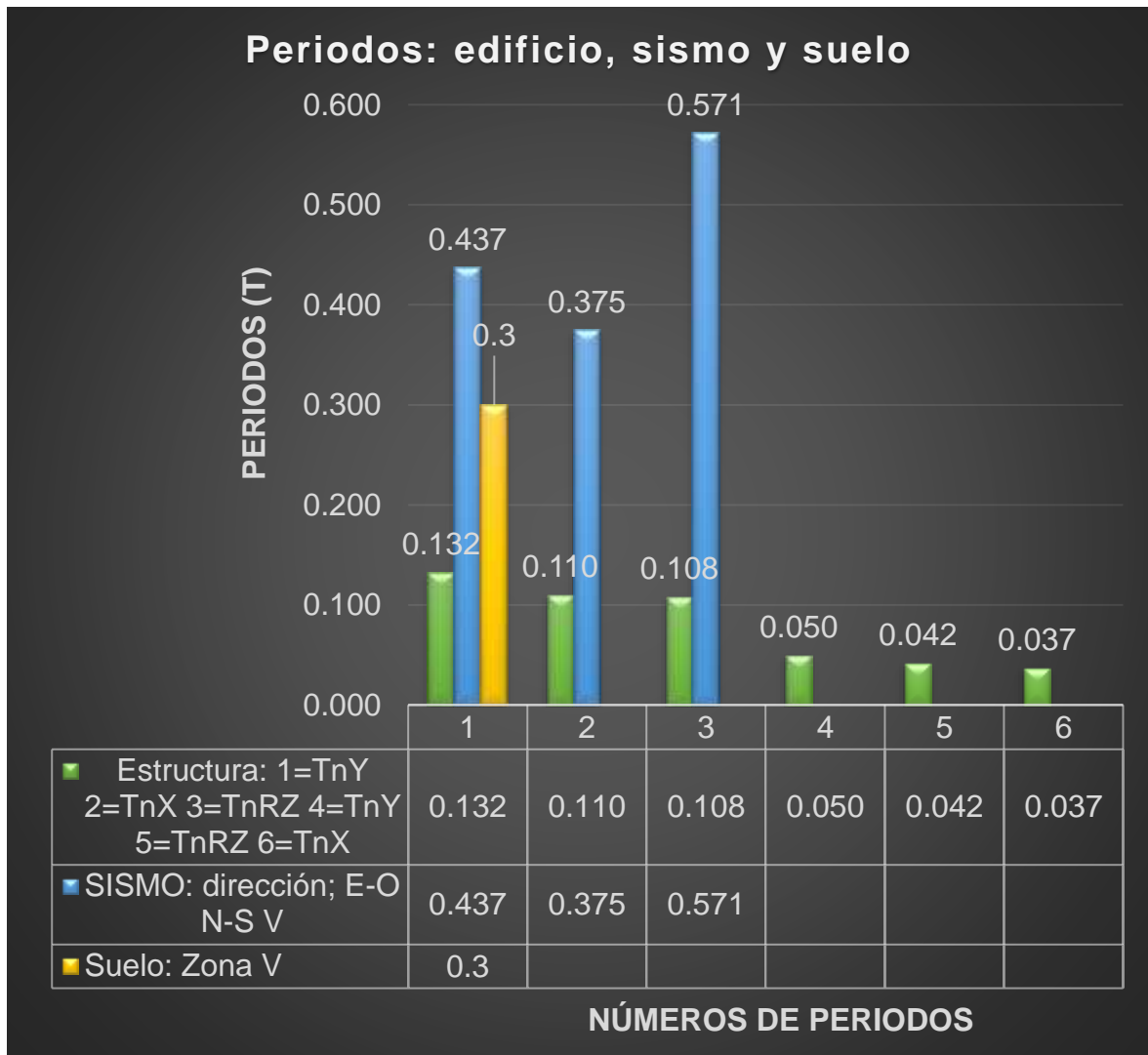
Tabla 9. *Periodos del suelo, datos por microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.*

ZONA	Ts (s)
I	0.15 - 0.20
II	0.30 - 0.40
III	0.30 - 0.40
IV	0.30 - 0.40
V	0.3

Fuente: Gonzáles, 1994.

En la tabla se observa periodos distintos para cada zona en la ciudad de Huaraz, así mismo verificando el anexo 32, se difiere que el proyecto en estudio pertenece a la zona V, por lo tanto, el periodo suelo (T_s) es de 0.3 segundos.

Gráfica 6. Periodos: edificio La Libertad, sismo del 31 de mayo de 1970 y Suelo en la ciudad de Huaraz.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

En la gráfica se observa seis periodos fundamentales del edificio, tres periodos para el sismo y un periodo del suelo. El periodo de la estructura predominante de la estructura (T_{nY}) es 0.132, la cual nos quiere decir que las aceleraciones son mayores y cuando el periodo tiende a crecer las aceleraciones disminuyen, además el periodo de la estructura nos indica que es un sistema rígido. Entonces no se presenta el efecto de la resonancia porque el periodo es $2\pi/W_n$ donde W_n es la frecuencia angular del sistema estructural en estudio. Por último, de la hipótesis específica 2, el periodo por modal espectral no influye de manera significativa en la edificación.

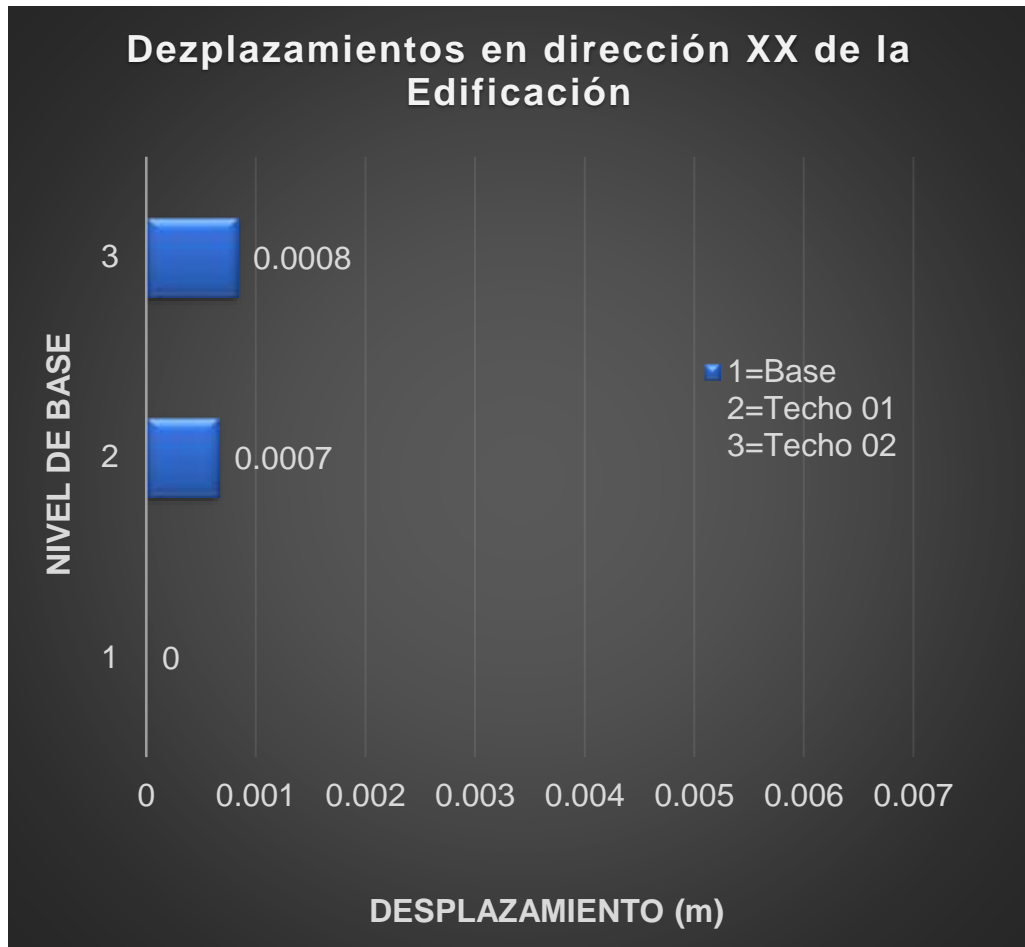
Resolviendo el Objetivo Específico N° 03; los resultados obtenidos para la determinación de los desplazamientos por modal espectral en la edificación La Libertad, de tal forma que calculados las fuerzas cortantes en la base de la edificación de los resultados obtenidos estáticamente y dinámicamente según la norma E.030 2018, la estructura en estudio es un sistema regular en dirección XX (por lo tanto la cortante de diseño debe ser mayor que el 80% del cortante estático y los desplazamientos para el cálculo se halla multiplicando 0.75 por R (coeficiente básico de reducción sísmica)) y un sistema irregular en dirección YY (la cortante de diseño no debe ser menor que 90% para estructuras irregulares y los desplazamientos se halla multiplicando de 0.85 por R). Así mismo los resultados no deberán ser mayor a 0.007 (para sistema de pórtico en dirección XX) y 0.003 (albañilería).

Tabla 10: *Desplazamientos en XX por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Techo 02	DERIVA XX Max	X	0.000833	16	20.2	7.4	7.05
Techo 01	DERIVA XX Max	X	0.000661	5	4.58	0	3.6

Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

Gráfica 7. Desplazamientos en dirección XX de la Edificación La Libertad en la ciudad de Huaraz.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

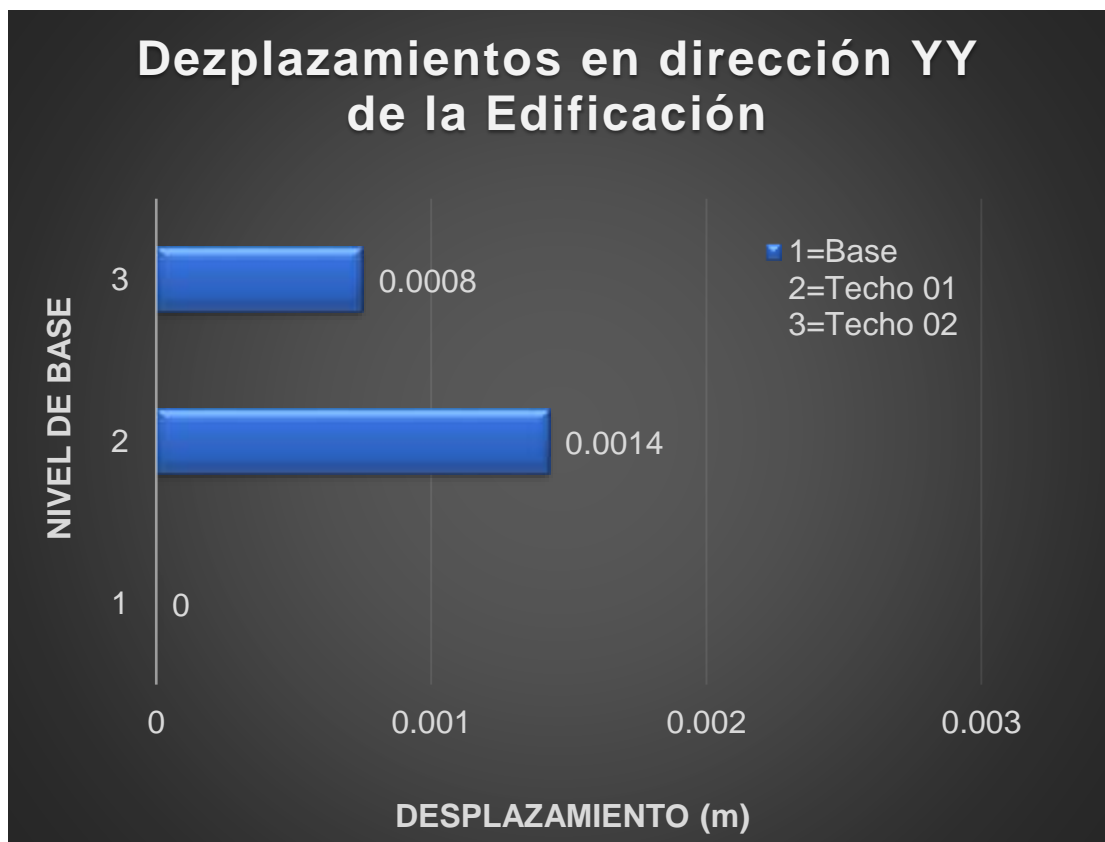
En la gráfica se observa los desplazamientos del techo 01 = 0.0007 m y el techo 02 = 0.0008 m, siendo cada nivel de la edificación La Libertad, ya que el máximo valor del desplazamiento del nivel no debe exceder de 0.007 m para un sistema de pórtico que es la estructura en estudio, por tanto, los desplazamientos de la estructura son menores a 0.007 m y se difiere que están dentro del rango permitido por la norma.

Tabla 11. Desplazamientos en YY por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Techo 02	DERIVA YY Max	Y	0.000752	10	24.78	7.4	7.05
Techo 01	DERIVA YY Max	Y	0.001430	10	24.78	7.4	3.6

Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

Gráfica 8. Desplazamientos en dirección YY de la Edificación La Libertad en la ciudad de Huaraz.



Fuente: Base de datos del propio investigador, Noviembre – 2020.

En la gráfica se observa los desplazamientos del techo 01 = 0.0014 m y el techo 02 = 0.0008 m, siendo cada nivel de la edificación La Libertad, ya que el máximo valor del desplazamiento del nivel no debe exceder de 0.003 m para un sistema de albañilería que es la estructura en estudio, por tanto, los desplazamientos de la estructura son menores a 0.003 m y cumplen con los desplazamientos laterales exigidos por la norma.

Por lo tanto, los desplazamientos en las direcciones XX y YY cumplen con lo indicado en la norma E.030 2018, así mismo respecto a la hipótesis específica 3, los desplazamientos por modal espectral no influyen de manera significativa en la edificación La Libertad.

V. DISCUSIÓN

El resultado de la investigación para determinar la evaluación de la resonancia en la edificación la libertad pabellón "B" por el método modal espectral, siguiendo cada uno de la exigencia de la norma E.020 de cargas, E.030 de diseño sismo resistente 2018, E.060 de concreto armado y E.070 de albañilería para el análisis sísmico y de tal forma determinar las frecuencias angulares, periodos y frecuencias cíclicas de la edificación, las cuales verificar si se asemejan a las frecuencias de excitación que es suelo y el sismo del 31 de mayo de 1970.

Por lo tanto utilizando el programa Etabs 2016.2.1 y cumpliendo las exigencias de la norma se determinaron los datos requeridos del estudio que son: periodo de 0.132 segundos resultante, es una estructura rígida, por ello las frecuencias angulares fueron de 47.648 rad/s y con una frecuencia cíclica de 7.583 Hz, como datos predominantes de la estructura, de la misma forma los desplazamientos en dirección XX para pórtico que es de 0.007 y en la dirección YY que es de albañilería con 0.005 según indicado en la norma E.030 2018 cumplen con los máximo permitidos.

Respecto a las frecuencias de excitación que fueron: el suelo tuvo 3.33 Hz y sismo del 31 de mayo de 1970 tuvieron 2.29 Hz en dirección este a oeste y 2.67 Hz en dirección norte a sur y 1.75 Hz la vertical. Por lo que son bajos y no coinciden con la frecuencia natural del sistema estructural y por lo tanto no se presentó el fenómeno de la resonancia.

Contamos con el investigador Calvo Rubén (2012), donde en su artículo titulado: "Resonancia suelo - estructura y norma de construcción sismorresistente española", abarca todos los factores para la evaluación de resonancia: frecuencias, periodos, espectros, pero en este estudio no se entró en la discusión de la ampliación y las frecuencias de excitación, tomando valores de registros de la vida real como dato importante, ya que son muy catastróficos en caso se presente. Entonces la presente investigación abarca más campos de estudio que falta en muchos sectores del Perú, ya que por la variedad de suelos que cuenta, se requiere más estudios sectorizados por áreas.

Como también tenemos a Garduño y *et al.* (2009), en su revista titulado: Zonificación de los periodos naturales de oscilación superficial en la ciudad de Pátzcuaro, Mich., México, con base en microtemores y estudios de paleosismología, Presentada al instituto de ingeniería, universidad nacional Autónoma de México. Con el objetivo de mencionar, que el centro y sur de México están dentro de un territorio sísmico, en donde anteriormente han sucedido varios terremotos de una inmensa magnitud, por lo tanto, es importante examinar la historia de estos fenómenos para comprender mejor, cuándo, dónde y cómo se dio la intensidad en el pasado, y si en un futuro sucederá lo mismo. Sí bien cuenta con muchos estudios y gran almacén de datos respecto zonificación de los periodos naturales en distintas regiones que es un gran aporte al avance sísmico y comportamiento de dichas áreas, aún requiere que se compare con edificaciones y con ello conocer lo vulnerable que serían algunas estructuras en dichas regiones estudiadas.

Desde luego tenemos como investigaciones nacionales a Huaripata y Torres (2020), en su tesis: “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación esencial y otra común utilizando espectros de sitio y análisis dinámico modal espectral según normas sudamericanas”, presentada a la universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima en Perú, para obtener el grado de Bachiller de ingeniería civil. Donde el autor llegó a la siguiente conclusión, que el comportamiento sísmico estructural de edificaciones se evaluará en edificaciones una esencial y otra común, mediante la norma E.030 (peruana) y NCh433 (chilena) con el objetivo de estimar los efectos de espectro sitio, por la cual se usará el programa ETABS, con un principal objetivo evaluar el efecto que genera los espectros de sitio en la respuesta sísmica estructural. La cual, si bien son estudios en la estructura, faltan estudios en zonificación sísmica, con ello conocer el área donde la estructura yace, ya que de esa forma se tendría en cuenta si la estructura presente resonancia con la frecuencia del suelo y algún sismo importante registrado.

En cambio, Melchor (2015) como lo detalla en su tesis titulada “Análisis de vibraciones en estructuras simples mediante el método LPD”, presentada a la universidad Nacional De Ingeniería, Lima en Perú, para obtener el grado académico de maestro en ciencias con mención en física. Donde el autor da una mención de

su objetivo de estudio del proyecto, que es, calibrar las frecuencias de las oscilaciones transversales en tres estructuras simples para exponer la efectividad del método no convencional óptico (LPD). Por consiguiente, llega a la siguiente conclusión, los datos obtenidos se comprueban que el método LPD, tiene la capacidad de determinar tantas frecuencias como la hace el acelerómetro en una medición, donde se conoce más respecto las estructuras.

Además, el investigador Rojas, Dante (2017), en su tesis titulado “comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, la cual hizo los estudios del análisis sísmico estático, análisis dinámico modal espectral y el análisis modal tiempo historia, si bien son estudios que la norma Peruana exige, pero no abarco los factores de resonancia, la cual es muy importante porque es un fenómeno que se puede presentar en dichas edificaciones.

De tal forma en la investigación de Villarreal (2018) en su proyecto titulada “evaluación del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la facultad de ingeniería civil de la unasam”. Donde el autor con los resultados obtenidos del proyecto, se llegó a que la elaboración de la infraestructura estaba diseñada inicialmente para una construcción de 5 pisos y no de 7 pisos como se encuentra ahora, y que según la norma peruana de construcción E-0.30 nos indica que una edificación de categoría A no debe tener irregularidades en altura y planta y la edificación en el estudio si lo presenta. Donde si bien realiza los estudios que exige la norma E.030, pero los efectos de vibraciones y más aún como el fenómeno de la resonancia debe ser primordial dichos estudios, con ello conocer cuan apto está a las frecuencias externas.

Así mismo la presente investigación aporta de forma significativa a en dicha edificación, ya que los resultados obtenidos fueron alentadores, porque no presenta el fenómeno de la resonancia con la frecuencia de excitación externa del suelo y sismo, por lo tanto, se evidencia que al no presentarse tal fenómeno en sistema estructural con los estudios tomados de otros investigadores para el periodo del suelo en dicha zona, la cual es una de las debilidades, porque con un estudio propio de microzonificación sísmica en dicha edificación, se tendría valores más

relevantes. Así mismo esta investigación sirve como base para realizar verificaciones en otras edificaciones y así evitar daños catastróficos en otras estructuras que ya yacen y por yacer.

Por otra parte, ya que el fenómeno de la resonancia está presente en muchas circunstancias de nuestra vida, se tendría que tener muy en cuenta, ya que cada estructura tiene formas de vibrar diferentes por sus características físicas, así mismo se tendría mucho cuidado en edificaciones de mayor número de pisos, ya que desplazamientos pequeños tienen a afectar más y a las estructuras menores, las aceleraciones mayores. Es además en el sismo de México de 1985 la mayor de estructuras colapsadas fueron por temas de resonancia, ya que las frecuencias del sismo coincidieron con las frecuencias de la estructura construidas, además después del sismo de 31 de mayo de 1970 suscitado en la ciudad de Huaraz, la cual fue muy catastrófico y el centro educativo en estudio fue devastado por ello, entonces para evitar este fenómeno es que se realizó la evaluación de la resonancia en dicha edificación. Entonces se debe considerar en la norma E.030 diseño sismorresistente los efectos de resonancia de tal forma evitar pérdida de vidas humanas y lo más prestigiado que es la vida humana, es así que la

VI. CONCLUSIONES

Todo análisis sísmico estructural debe considerar una evaluación de efectos de resonancia, ya es un fenómeno que está presente en muchas situaciones de la vida real, de tal forma evitar los gastos económicos y lo más prestigiado que son las pérdidas de vidas humanas.

Primero: Las frecuencias cíclicas (f_n) en cada oscilación del sistema estructural son mayores a las frecuencias de excitación del suelo es 3.33 Hz y sismo del 31 de mayo de 1970 es 2.29 Hz, 2.67 Hz y 1.75 Hz entonces las frecuencias de excitación (suelo y sismo) no llegan a la frecuencia de 7.583 Hz que es la respuesta predominante del sistema estructural, por lo tanto, no se produce el fenómeno de la resonancia.

Segundo: Las frecuencias angulares (ω_n) obtenidos del sistema estructural son para los seis modos de vibrar de la estructura, de las cuales la frecuencia predominante como respuesta resulto ser ω_{nY} (Frecuencia angular de la estructura en dirección Y) = 47.6476 rad/s y las demás frecuencias son crecientes a las formas de vibrar de la estructura por los desplazamientos cada vez más cortos y número de oscilaciones, Así mismo la frecuencia de respuesta de la estructura quiere decir que es una estructura rígida, porque depende solo de la masa y rigidez de la estructura, ya que, a mayor rigidez de la estructura, mayor será la frecuencia angular del sistema estructural. Así mismo las frecuencias de excitación externa que fueron: suelo y sismo del 31 de mayo de 1970, fueron menores de las frecuencias naturales del sistema estructural. Por lo tanto, respecto a la hipótesis general; la resonancia por método modal espectral no interviene de forma significativa en la edificación la libertad, porque la estructura presenta características diferentes a la frecuencia de excitación externa.

Tercero: Los periodos de la estructura fueron seis, ya que son tres por nivel de la edificación. Por lo tanto, el periodo predominante de respuesta fue en dirección Y (TY) con 0.132 segundos y los demás periodos restantes fueron decrecientes, ya que a desplazamientos cada vez más cortos en cada oscilación el tiempo que tarda en recorrer un ciclo disminuirá, es por ello que los periodos tienden a ser cada vez más pequeños. Además, los

periodos externos fueron: suelo y sismos del 31 de mayo de 1970 con valores de 0.3 s y 0.437 s consecutivamente, entonces los periodos externos son mayores que los periodos de la estructura en cada oscilación, así mismo los periodos cortos de la estructura significa que es un sistema estructural rígida.

Cuarto: Los desplazamientos en el sistema estructural mixto; sistema de pórtico en dirección XX con 0.007 y sistema de albañilería en dirección YY con 0.005, las cuales los valores obtenidos en las dos direcciones son menores y cumplen con los parámetros de la norma en las dos direcciones de análisis, además se verifico los periodos de la edificación y por tener un periodo predominante en Y (T_Y) = 0.132 segundos, es estructura rígida, Por lo tanto los desplazamientos que son menores y tienen mejor funcionamiento es en dirección XX, ya que los desplazamientos en la dirección YY que es un sistema de albañilería tienden a ser un poco mayores que en dirección XX la cual es un sistema de pórtico.

VII. RECOMENDACIONES

- Primero: Se recomienda tener en cuenta la influencia de la resonancia en las edificaciones, ya que el fenómeno de la resonancia está presente en muchas circunstancias de la vida real, por lo tanto, la evaluación de las propiedades en cada uno de los elementos estructurales y comparar con las propiedades de los fenómenos externos sería muy beneficioso, más aún si son de categoría A (edificaciones esenciales), ya que si bien los cálculos estáticos, dinámicos y tiempo historia contemplan la norma E.030 2018, no menciona sobre los efectos de la resonancia en la estructura, ya que si uno de las frecuencias de excitación externa coincide con una de las frecuencias de estructura, se producirían daño estructural o colapso de la estructura si las amplitudes toman valores máximos y si la exposición fuera duradera.
- Segundo: En el uso del programa Etabs para los cálculos de peso, modos de vibración, frecuencias, periodos y más valores, se recomienda utilizar la versión 16.2.1, ya que la versiones 2018 presentan algunos errores de cálculos, dibujo, y exportación de valores. De tal forma tener datos reales y los valores necesarios para dicha evaluación.
- Tercero: El espectro de la norma E.030 2018 de diseño sismorresistente es solo para calcular las pseudo aceleraciones, los periodos cortos (T_p) y periodos largos (T_L) de la norma no son los periodos del suelo, muchos se confunden allí, por ejemplo, el T_p de la norma solo es el periodo que define la plataforma del factor de amplificación sísmica (C) y T_L es el periodo donde inicia el desplazamiento constante.
- Cuarto: Por otra parte, se requiere más estaciones acelerográficas, ya que en el sismo suscitado el 31 de mayo de 1970 no contamos con uno cercano al epicentro y la más cercana la cual registro fue en parque de la reserva en lima, si bien en el 2020 contamos con seis en Ancash, en la ciudad de Huaraz contamos solo con dos: en la UNASAM y colegio de ingenieros de Huaraz. Entonces para tener más valores reales y registros sísmicos, necesitamos con más estaciones acelerográficas.

Quinto: Así mismo se recomienda a los futuros investigadores realizar estudios geofísicos para así conocer más el comportamiento de los suelos y estudios de microtemores para conocer los periodos fundamentales de los suelos, así mismo con la ayuda de algunos programas como seismo signal o degtra se puede calcular el contenido de las frecuencias de los suelos a partir de los acelerogramas o señales sísmicas, de tal forma tener en cuenta en el diseño de cada estructura que se construya.

Sexto: En caso presente una sincronización entre la oscilación del sistema y fuerza externa se lograría una progresiva transferencia de energía, aunque no haya igualdad de frecuencias, como por ejemplo en cada dos ciclos de oscilación dando dos pulsos de fuerza. Por lo tanto, es vital tener en cuenta lo mencionado, así mismo realizar ensayos en laboratorios, para tener valores más reales y a escala del fenómeno de la resonancia.

REFERENCIAS

AGUIAR, Roberto. Análisis sísmico de edificios. Quito. 2008. 704 pp.

ISBN: 9789978301043

AGUILAR, Gerardo, REINOSO, Eduardo y NIÑO, Mauro. Seismic Behavior Of “Floor To Floor” Precast Concrete Facades. España: red de revistas de América Latina y el Caribe. Ingeniería Sísmica, 98(1): 77-94, Julio 2018.

ISSN:0185-092.

ALVA Hurtado, Jorge. El sismo del 31 de mayo de 1970 y las estaciones acelerográficas De Chimbote Y Huaraz actuales [en línea]. VIII simposio regional: Diseño estructural y prevención de desastres. Chimbote: Colegio de ingenieros del Perú: consejo departamental Ancash – Chimbote [Fecha de consulta: 27 de noviembre del 2020]. Disponible en: <http://www.jorgealvahurtado.com/files/SISMO%20DE%201970%20Y%20ESTACIONES%20DE%20CHIMBOTE%20Y%20HUARAZ%20B.pdf>

ARNOLD, Christopher y REITHERMAN, Robert. Configuración y diseño sísmico de edificios. México. Editorial Limusa, S.A. de C.V. 1987. 299 pp.

ISBN: 9681819888

BARBAT, H., OLLER, S. y VIELMA, J. Cálculo y diseño sismorresistente de edificios Aplicación de la norma NCSE-02. España: Universidad politécnica de Cataluña – Campus norte, 2005. 186 pp.

ISBN: 8495999897.

BARCIA, A. y BARBOZA, J. Determination of dominant periods in medium height buildings located. Revista Ciencia e Ingeniería. Venezuela, (24): 25-29. 2003.

ISSN: 2244-8780.

BARRADAS, José y AYALA, Gustavo. Displacement-Based Multi-Level Seismic Design Procedure For Reinforced Concrete Frame Structures. Revista de ingeniería sísmica. México, (91): 74-101, 2014.

ISSN: 0185-092.

BAZÁN, Enrique y MELI, Roberto. Diseño sísmico de edificios. México. Editorial Limusa S.A. De C.V. 2002. 200 pp.

ISBN: 9681853490, 978968185349

BOZZO, Luis y BARBAT, Alex. Diseño sismorresistente de edificios. Barcelona. Editorial Reverté, S.A. 2004. 108 pp.

ISBN: 8429120114

CALVO, Rubén. Resonancia Suelo-Estructura y norma de construcción sismorresistente española. Tesis (Master en estructuras). España: Universidad de Granada de España, 2012. pp. 60.

CASTRO, H., BORTOLI, M, PAZ, R.R. y MARIGHETTI, J., Una metodología de cálculo para la determinación de la respuesta dinámica longitudinal de estructuras altas bajo la acción del viento. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Calculo y Diseño en Ingeniería. Argentina, (31): 235-245, 2005.

ISSN: 1886158.

CIRIACO Molina, Miguel. Análisis Comparativo Del Comportamiento Estructural Fijo En La Base Y Con Aislador Sísmico Elastomérico (HDR) En La Base Del Bloque I - Oficina General De Estudios Unasam. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2019. Pp. 357.

CHOPRA, Anil. Dinámica de estructuras. 4.^a ed. México. Pearson Educación. 2014. 756 pp.

ISBN: 9786073222396

DIAZ, Gerardo, TERAN, Amador y REYES, Carlos. Diseño Basado En Desplazamientos De Estructuras Esenciales. Revista de ingeniería sísmica. México, (89): 78-100, 2013.

ISSN: 0185-092.

DICCIONARIO Real Académica Española. 23.^a edición. Madrid, 2014. Obtenido de: <https://dle.rae.es/resonancia>

DOMINGUEZ, Mauricio. Vibration periods of buildings. Revista de Arquitectura e ingeniería. Cuba, (8): 1-13, 2014.

ISSN: 1990-8830.

FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología De La Investigación. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. 2014. 634 pp.

ISBN: 9781456223960.

FONT, A. y MERUANE, V., 2018. Análisis Sísmico Con Métodos Modal Espectral Y Tiempo Historia Para Un Modelo Integrado De Turbo Generador De 375 Mw, Nch2369. Revista de Ciencias Físicas y Matemáticas. Chile, (2): 1-76, 2018.

ISSN: 2460-0768.

GARCÍA, Luis. Dinámica estructural aplicada al diseño sísmico. Bogotá. 1998. 574 pp.

ISBN: 9583307688.

GUTIÉRREZ, Enrique, BEDOLLA, Jorge y CORTÉS, Claudia. Identification of Close Vibration Modes of a Quasi-Axisymmetric Structure: Complementary Study. Ingeniería investigación y tecnología, (14): 207-222, 2013.

ISSN: 1405-7743.

GONZALES Obregón, C. Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Huaraz Sector Sur. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional de Ancash Santiago Antúnez de Mayolo, 1994.

HURIPATA, Fernando y TORRES, José. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de una edificación esencial y otra común utilizando espectros de sitio y análisis dinámico modal espectral según normas sudamericanas. Tesis (Bachiller en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2020. 30 pp.

HUAPAYA, R. Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Ricardo Palma, 2017. 182 pp.

HORTENCIA, Peter y JENTZSCH, Gerhard. H/V spectral ratio analysis and Rayleigh modelization in Eastern Thuringia, Germany. Geofísica Internacional, (52): 355-364, 2013.

ISSN: 0016-7169.

JORQUERA, Natalia, RUIZ, Jonathan y TORRES, Claudia. Analysis of seismic design criteria of Santo Domingo Church, a Colonial Heritage of Santiago, Chile. Revista de la construcción, (16): 388-402, 2017.

ISSN: 0718915.

LÓPEZ, Saúl y AYALA, Gustavo. Método De Diseño Sísmico Basado En Desplazamientos Para Marcos De Concreto Reforzado. Revista de ingeniería sísmica. México. (88): 91-111, 2013.

ISSN: 0185-092.

MELCHOR, M. Análisis De Vibraciones En Estructuras Simples Mediante El Método Lpd. Tesis (Grado de Maestro en Ciencias). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. 2015. 189 pp.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Estructuras: E.020 Cargas, E.060 Concreto armado y E.070 Albañilería. Lima: 2006. 434 pp.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Norma E.030 Diseño sismorresistente. Lima: 2018. 79 pp.

MIRANDA, J. Respuesta Sísmica De Componentes No Estructurales En Resonancia. Revista de Ingeniería Sísmica. EE. UU, (1): 1-22, 2008.

ISSN: 0185-092.

MOREJÓN, Grisel, LLANES, Carlos y PAULETTE, Zenaida. Methods For The Determination Of The Response Reduction Factor Of The Seismic Forces. Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe, (1): 23-35, 2019.

ISSN: 1027-2887.

NAVAS, Laura, CERVERA, Jaime y BENITO, Belén. Influencia Del Espectro Sísmico En Los Efectos De Los Terremotos En Las Edificaciones. Ingeniería Geomántica. Valencia. (1): 119-126, 2017.

ISSN:1405-0269.

ORDOÑEZ Human, Edwin. Estudio de la vulnerabilidad sísmica de Huaraz. Tesis (para optar el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Programa académico de ingeniería civil, 1984. 161 pp.

PAZ, Mario. Dinámica estructural. 3.^a ed. España. Editorial Reverté, S.A. 1992. 328 pp.

ISBN: 842914854X

PAZ, Mario y HOON, Young. Structural Dynamics [en línea]. 6.^{ta} ed. Suiza. Editorial Springer Nature Switzerland AG. 2019. [fecha de consulta: 4 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-3-319-94743-3>

ISBN: 9783319947426

PINTO, Francisco y Ledezma, Christian. Soil-structure interaction in high-rise buildings with subways in Santiago, Chile. Obras y Proyectos, (25): 66-75, 2019.

ISSN: 0718-2813.

RODRÍGUEZ, A., BOJÓRQUEZ, E., REYES, A. y AVILÉS, J. Determination Of Response Spectra Considering Cumulative Damage And Soil Structure-Interaction. Revista de Ingeniería Sísmica. México, (38): 18-38, 2017.

ISSN 0185-092.

RODRÍGUEZ, D. Análisis sismorresistente mediante el método modal espectral de un edificio habitacional ubicado en la comuna de tomé. Tesis (Grado de título en ingeniería civil). Chile: Universidad Católica de la Santísima Concepción. 2016. 105 pp.

ROJAS, Dante. Comparación Entre El Método Estático Y El Método Dinámico (Modal Espectral Y Tiempo Historia) Aplicados En Una Edificación Multifamiliar De Cuatro Niveles De Albañilería Confinada En La Ciudad De Cajamarca. Tesis (Grado de Título). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. 2017. 165 pp.

SEGOVIA, A. y FUERTES, A. Approach to the Structural Analysis and Seismic Protection of Heritage Buildings based on the Characterization of their Distinctive Technical Features. Revista ingeniería de construcción. Colombia. (33): 315-326, 2018.

ISSN: 0718-5073

Strength Amplification Factors for the Design of Structures with Asymmetric Yielding. Revista de ingeniería sísmica. México. (81): 48-81. 2018.

ISSN: 0185-092.

Tapia, Edgar y Tena, Arturo. Diseño Sísmico De Marcos De Acero Contraventados. Parte 1: Recomendaciones De Diseño. Revista de ingeniería sísmica. México. (68): 43-68, 2013.

ISSN: 0185-092.

TOLENTINO, Dante y RUIZ, Sonia. Evaluation Of The Confidence Factor Considering Seismic Structural Damage Over Time. Revista de ingeniería sísmica. México. (93): 1-19, 2015.

ISSN: 0185-092.

VARGAS, Y. Análisis estructural estático y dinámico probabilista de edificios de hormigón armado. Aspectos metodológicos y aplicaciones a la evaluación del daño. Tesis (Grado de doctor). España: Universidad Politécnica de Cataluña. 2013. 203 pp.

VILLARREAL, E. Evaluación Del Comportamiento Sismorresistente De La Infraestructura De La Facultad De Ingeniería Civil De La Unasam. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 2018. 197 pp.

VILLARREAL, Genner. Dinámica estructural. Lima. Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L. 2016. 60 pp.

ISBN: 9786120023662

Zonificación de los periodos naturales de oscilación superficial en la ciudad de Pátzcuaro, Mich., México, con base en microtemores y estudios de paleosismología. Revista Mexicana de ciencias geológicas. México, (26): 623-637, 2009.

ISSN: 10268774.

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Dimensión
<p><u>V.I.</u> Resonancia en la edificación</p>	<p>Son fenómenos o vibraciones que se producen al concordar la frecuencia propia de un sistema estructural con la frecuencia de excitación externa (suelo y sismo) que tienen periodos y frecuencias, las cuales son analizadas mediante el método modal espectral que perciben las edificaciones. (Vargas, 2013, p. 15)</p>	<p>Para definir la evaluación de resonancia por método modal espectral, se recopila la información bibliográfica: libros, tesis, revistas, artículos, también se hará uso de programas, según el tipo de plano de la estructura; es simétrica y por criterio de los investigadores se usará el programa Etabs 2016.</p>	<p>Vibraciones y Modal espectral</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Frecuencia ➤ Periodos. ➤ Modos de Vibración ➤ Aceleración espectral ➤ Criterios de combinación ➤ Fuerza de Cortante mínima ➤ Excentricidad accidental (efectos de torsión) 	<p><u>Escala De Razón</u></p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02. Instrumento de recolección de datos.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO					
1. Datos Generales:					
1.1. Tesis:		Evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad, Huaraz 2020			
1.2. Tesistas:		AMADO ESPINOZA, Bengel juan HUACHACA ANTONIO, Yerson Max			
1.3. Fecha:		20/10/2020			
1.4. Dirección:		Av. Agustín Gamarra / Barrio San francisco			
1.5. Distrito/Provincia/Región:		Huaraz, Huaraz, Áncash			
1.6. Número de pisos:		2			
1.7. Edificio N°:		Pabellón B - Colegio La libertad			
1.8. Área del proyecto:		191.25 m ²			
1.9. Área techada primer piso:		228.75 m ²			
1.10. Normativa Vigente:		NTE-E. 020 - cargas. NTE-E. 030 2018 - Diseño sismorresistente. NTE-E. 070 - Albañilería. NTE-E. 060 - Concreto armado.			
2. Parámetros Sísmicos (Norma E.0.30 - 2018):					
2.1. Zona Sísmica:	Z1		2.3. Categoría de la Edificación:	A: E. Esenciales	x
	Z2			B: E. Importantes	
	Z3	x		C: E. Comunes	
	Z4			D: E. Temporales	
2.2. Perfil del Suelo:	So: Roca Dura		2.4. Sistema Estructural	A: Pórticos	x
	S1: Roca o Suelo muy Rígido			B: Muros Estructurales	
	S2: Suelos Intermedios	x		C: Dual	
	S3: Suelos Blandos			D: Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada	
	S4: Condiciones Excepcionales			E: Albañilería Armada o confinada	x
3. DETALLES DE ESTRUCTURA					
3.1. DIMENSIONES TÍPICAS DE ELEMENTOS (m)					
Columnas	Vigas	Espesor de muros	NPT. cielo raso		
PRIMER PISO:	PRIMER PISO:	Espesor de los muros (muro de ladrillo) = 0.15 m	AREA DEL PRIMER PISO		
Columna en T = 150X50X30 cm	Viga principal = 30X50 cm		Primer Aula = 57.20		
Columna rectangular en eje Y = 25X105 cm	Viga secundaria = 30X50 cm		Segunda Aula = 57.20		
	Viga de voladizo XX = 25X40 cm		Tercer Aula = 57.20		

SEGUNDO PISO:	Viga de voladizo YY = 30X50 cm				AREA DEL SEGUNDO PISO
Columna en T = 150X50X30 cm	Viga principal de techo = 25X50 cm				Primer Aula = 57.20
Columna rectangular en eje Y = 25X105 cm	Viga secundaria de techo = 25X40 cm				Segunda Aula= 57.20
	Viga voladizo techo = 25X25 cm				Tercer Aula = 57.20
3.2. Tipo de Losa	Loza aligerada			H=20 cm	
3.3. Numero de Vanos	6				
3.4. Altura de Entre Piso Típicas	3.65 m				
3.5. Presencia de Volados (dimensión típica en cm)	1.55 m				
3.6. Numero de columnas	14				
3.7. TABIQUERIA EMPLEADA					
Bloque de concreto	Boques de arcilla	Ladrillos	Frisada	Otro (especifique)	
		X			
Concreto	Acero			Albañilería	
f'c=210 kg/cm ² γc=2.4 tn/m ³ Ec=15000√f'c kg/cm ² μ=0.15	f'c=4200 kg/cm ² γs=7.8 tn/m ³ Es=2x10 ⁶ kg/cm ²			f'c=25 kg/cm ² γm=1.8 tn/m ³ Em=500xf''m kg/cm ² μ=0.25	
4. Modelamiento y Análisis		Etabs 2016			

Anexo 03. Validez y confiabilidad

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, WALTER FALCON CORDOVA, titular de
DNI. N° 31673380, de profesión INGENIERO CIVIL, N°
CIP 178082, ejerciendo actualmente como
JEFE DE PROYECTOS, en
DATCO STH.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado la tesis titulada: Evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad, Huaraz 2020, con fines de validación del Instrumento (Ficha de recolección de Datos) de la Universidad Cesar Vallejo de los siguientes autores.

- Amado Espinoza, Bengel Juan.
- Huacha Antonio, Yerson Max.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de los ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y presión			X	
Pertinencia			X	

En Huaraz, a los 27 días del mes de JULIO del 2020.

Firma y Sello:



WALTER FALCON CORDOVA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 178082

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Lenin Campos Félix, titular de
DNI. N° 43724334, de profesión Ingeniero Civil, N°
CIP 189286, ejerciendo actualmente como
Proyectista, en
Independiente.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado la tesis titulada: Evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad, Huaraz 2020, con fines de validación del Instrumento (Ficha de recolección de Datos) de la Universidad Cesar Vallejo de los siguientes autores.

- Amado Espinoza, Bengel Juan.
- Huacha Antonio, Yerson Max.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de los ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y presión		X		
Pertinencia			X	

En Huaraz, a los 11 días del mes de Julio del 2020.



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

LENIN CAMPOS FELIX
INGENIERO CIVIL
CIP N° 189286

Firma y Sello: _____

Anexo 04. Tablas.

Tabla 12. Matriz de consistencia.

TÍTULO: Evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad, Huaraz 2020.				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo interviene la evaluación de resonancia por método modal espectral de diseño en la edificación La Libertad, Huaraz 2020?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cómo contribuye la frecuencia de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad?</p> <p>¿Cómo influyen los periodos por método modal espectral en la edificación La Libertad?</p> <p>¿Cómo influyen los desplazamientos por el método modal espectral en la edificación La Libertad?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la resonancia por método modal espectral de diseño en la edificación La Libertad, Huaraz 2020.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Determinar la frecuencia por modal espectral en la edificación la Libertad.</p> <p>Determinar el periodo por modal espectral en la edificación La Libertad.</p> <p>Determinar los desplazamientos por modal espectral en la edificación La Libertad.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La resonancia por método modal espectral de diseño interviene de manera significativa en la edificación la libertad, Huaraz 2020.</p> <p>Hipótesis Específicos:</p> <p>La frecuencia por modal espectral contribuye en la edificación de manera significativa en la edificación La Libertad por espectro.</p> <p>El periodo por modal espectral influye de manera significativa en la edificación La Libertad.</p> <p>Los desplazamientos por modal espectral influyen de manera significativa en la edificación La Libertad.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Resonancia en la edificación.</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>No posee variable dependiente.</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Es de investigación aplicada por que busca conocer, actuar, construir y modificar.</p> <p>El enfoque que plantea el investigador es cuantitativo, porque se examinará y medirá los factores que correlacionan en el estudio.</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>El determinado proyecto de investigación será de carácter no experimental, se examinarán los estudios previos, también será de carácter transversal explicativo.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Cargas vivas mínimas repartidas

**TABLA 1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2.5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3.0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4.0 (400)

Fuente: Norma técnica Peruana E.020

Tabla 14. Peso propio de la losa según su espesor de 20 cm de la edificación en estudio.

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Fuente: Norma técnica Peruana E.020

Tabla 15. Carga viva de techo con cobertura liviana.

Artículo 7.- CARGA VIVA DEL TECHO
 Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.

7.1. Carga Viva.- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:

a) Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).

b) Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m²).

c) Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m²).

d) Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.

e) Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1.

f) Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0 kPa (100 kgf/m²). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común o público, en cuyo caso la carga viva de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/m²). El peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada. Las zonas adyacentes a las porciones con jardín serán consideradas como áreas de asamblea, a no ser que haya disposiciones específicas permanentes que impidan su uso.

g) Cuando se coloque algún anuncio o equipo en un techo, el diseño tomará en cuenta todas las acciones que dicho anuncio o equipo ocasione.

Fuente: Norma técnica Peruana E.020

Tabla 16. Zonificación sísmica.

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
		COCHABAMBA		
		COLCABAMCA		
		HUANCHAY		
		HUARAZ		
ÁNCASH	HUARAZ	INDEPENDENCIA	3	TODOS LOS DISTRITOS
		JANGAS		
		LA LIBERTAD		
		OLLEROS		
		PAMPAS		
		PARIACOTO		
		PIRA		
		TARICA		

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 17. Factores de Zona.

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

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 18. Condiciones geotécnicas: clasificación de los perfiles de suelo.

Perfil	\bar{V}_v	\bar{N}_{60}	\bar{s}_{lr}
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 – 2018

Tabla 19. Parámetros de Sitio: Factor de suelo "S".

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

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 20. *Parámetros de Sitio: Periodos " T_p " y " T_L ".*

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

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 21. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U).

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR <i>U</i>
	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de *U* será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 22. Categoría y sistemas estructurales.

Tabla N° 6 CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
B	1	Cualquier sistema.
	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 23. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0).

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

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Tabla 24. Categoría de la Edificación e Irregularidades.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 – 2018

Tabla 25. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 – 2018

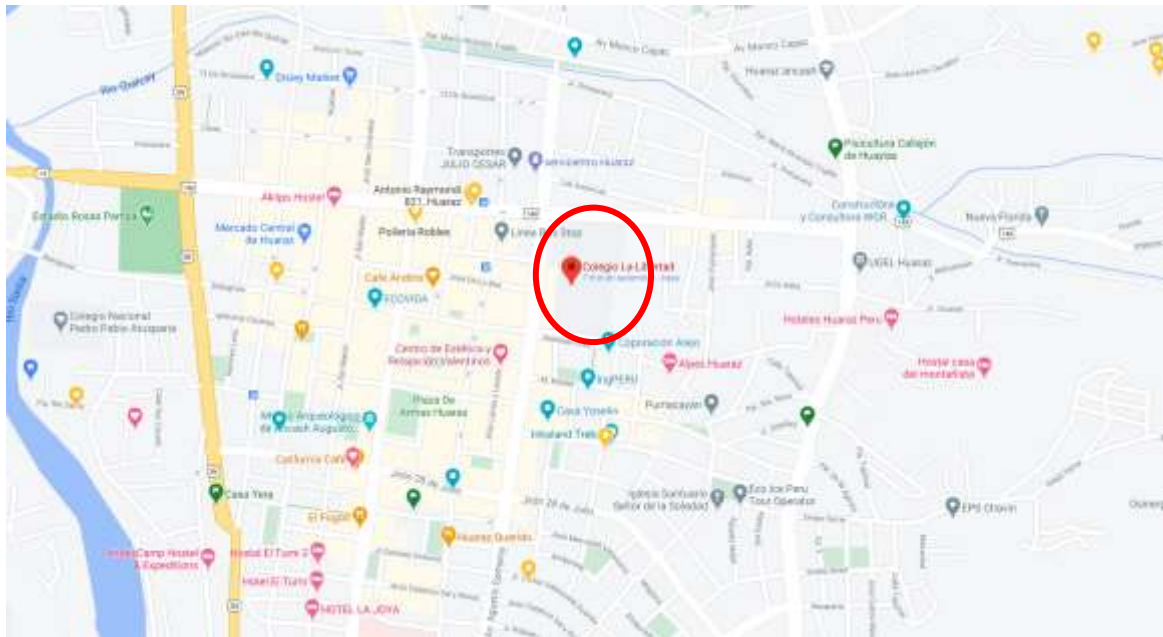
Tabla 26. Centro de Masa y Centro de Rigidez procesados en Etabs 2016.

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	CENTRO DE MASA		CENTRO DE RIGIDEZ	
								XCCM	YCCM	XCR	YCR
								m	m	m	m
Techo 01	D1	14.49055	14.49055	13.7165	3.4632	14.49055	14.49055	13.7165	3.4632	12.4199	3.6872
Techo 02	D2	6.95697	6.95697	13.7731	4.235	6.95697	6.95697	13.7731	4.235	12.4158	3.6807

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 – 2018.

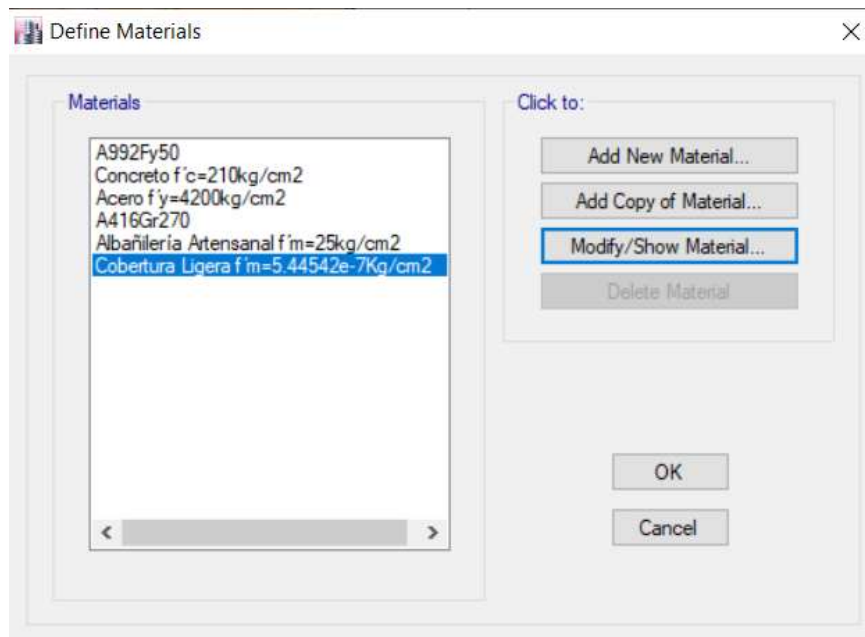
Anexo 05. Figuras y Gráficas.

Figura 1. Ubicación de la edificación La Libertad, Huaraz.



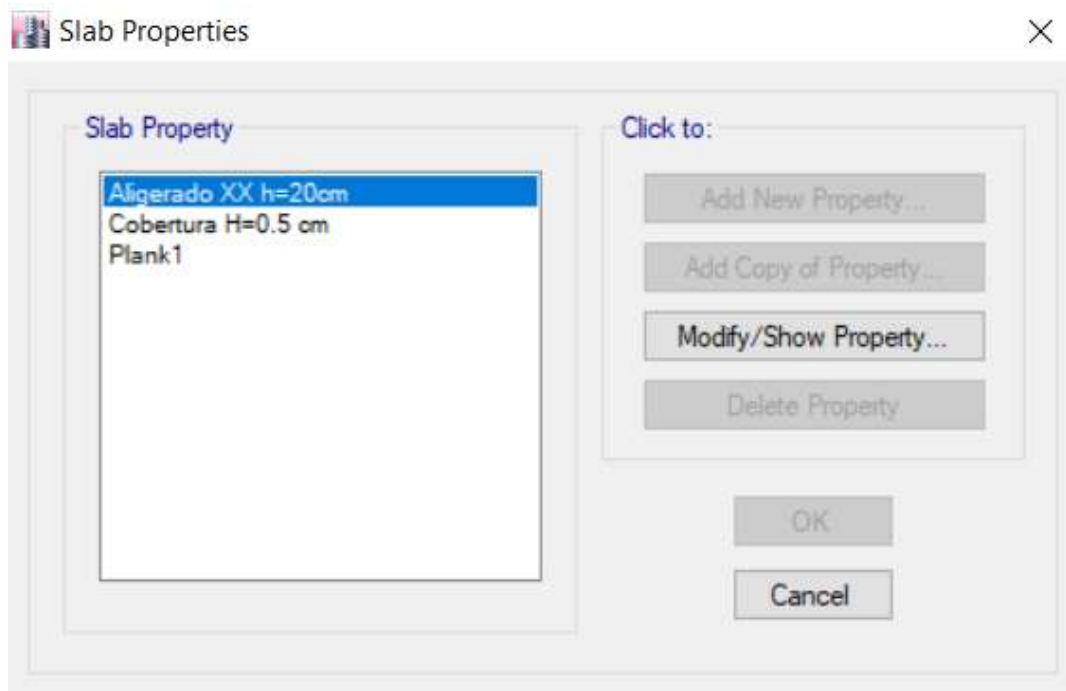
Fuente: Google maps.

Figura 2. Definición de materiales en el programa Etabs 2016.



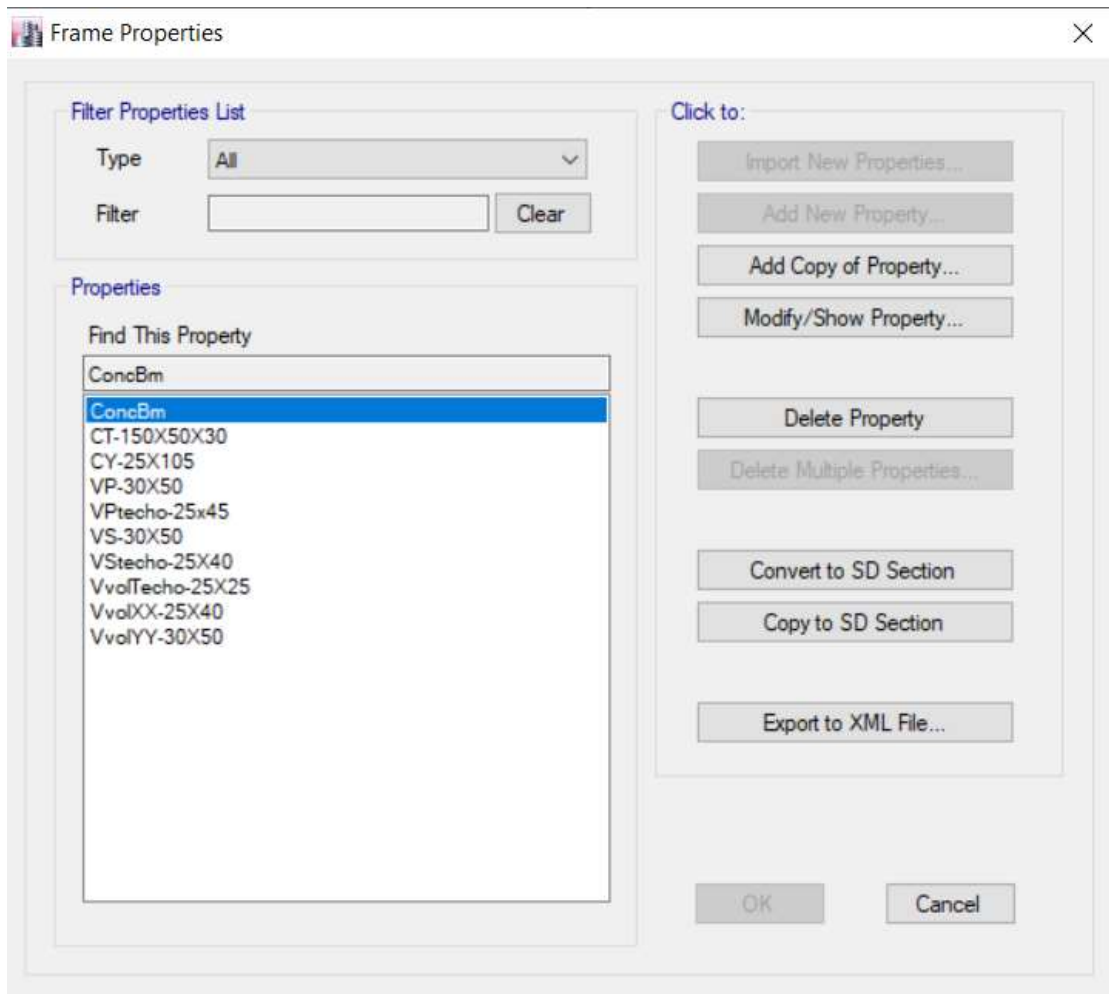
Fuente: Base de datos del investigador.

Figura 3. Secciones definidas losa aligera y cobertura en el programa Etabs 2016.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Secciones definidas de vigas y columnas en el programa Etabs 2016.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Secciones definidas de muro en el programa Etabs 2016.

Wall Property Data

General Data

Property Name	Muro KK
Property Type	Specified
Wall Material	Albañilería Artensanal f'm=25kg/or
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	 Change...
Property Notes	Modify/Show...

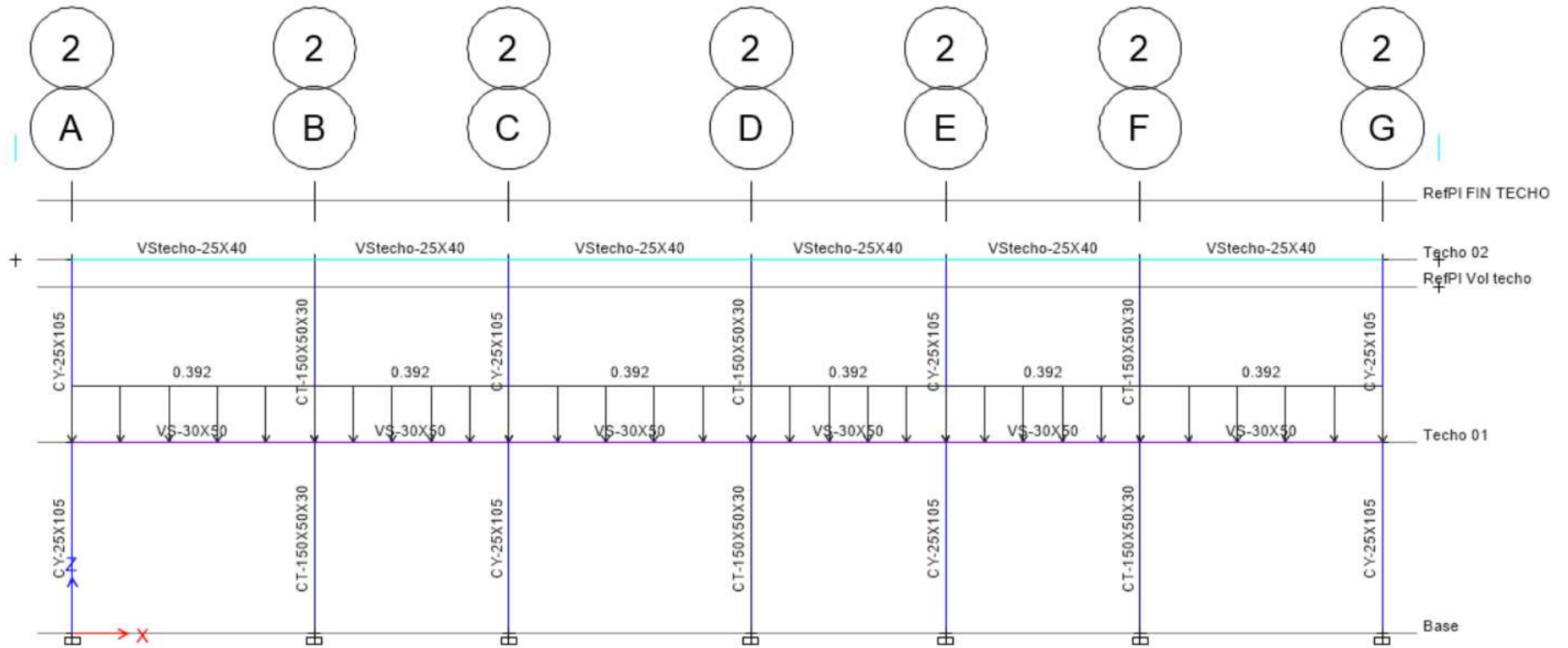
Property Data

Thickness	0.15 m
-----------	--------

OK Cancel

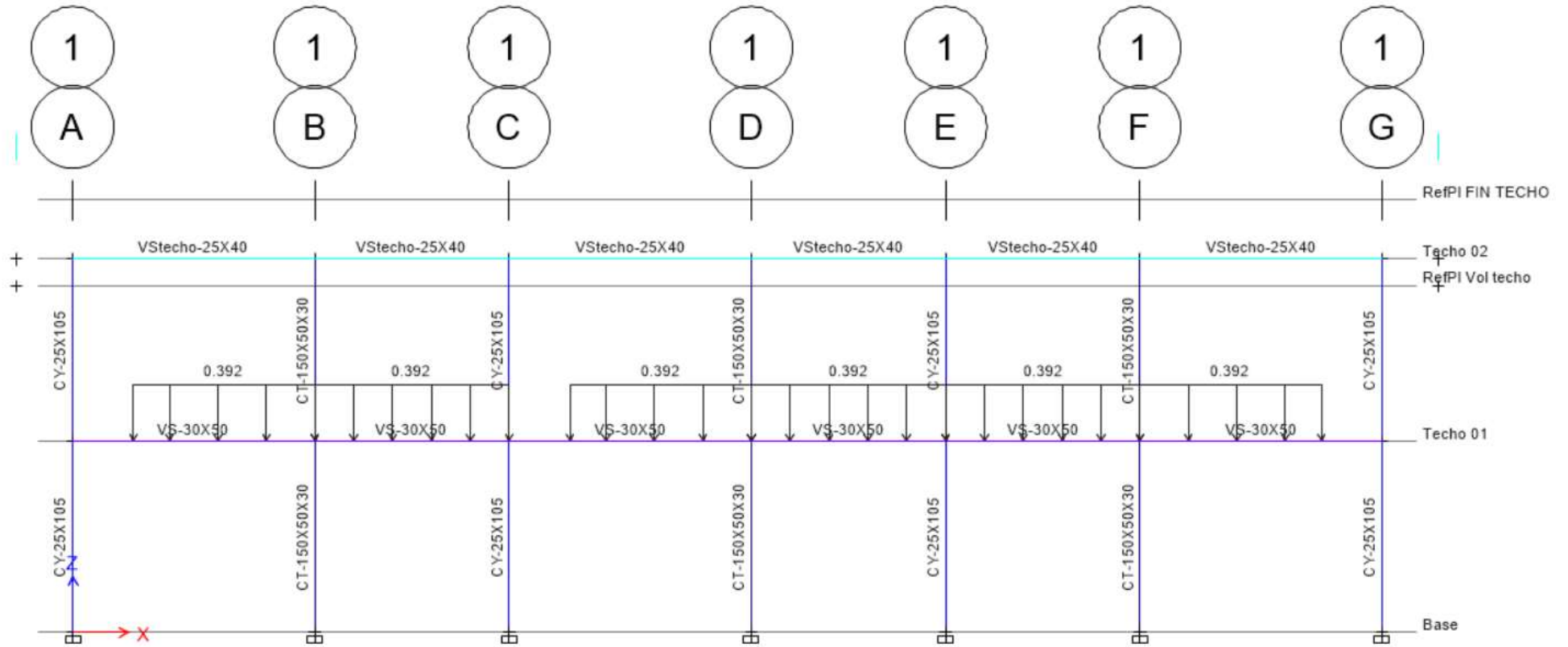
Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Cargas distribuidas de tabiquería en el eje 2 de la viga secundaria, procesado en Etabs 2016.



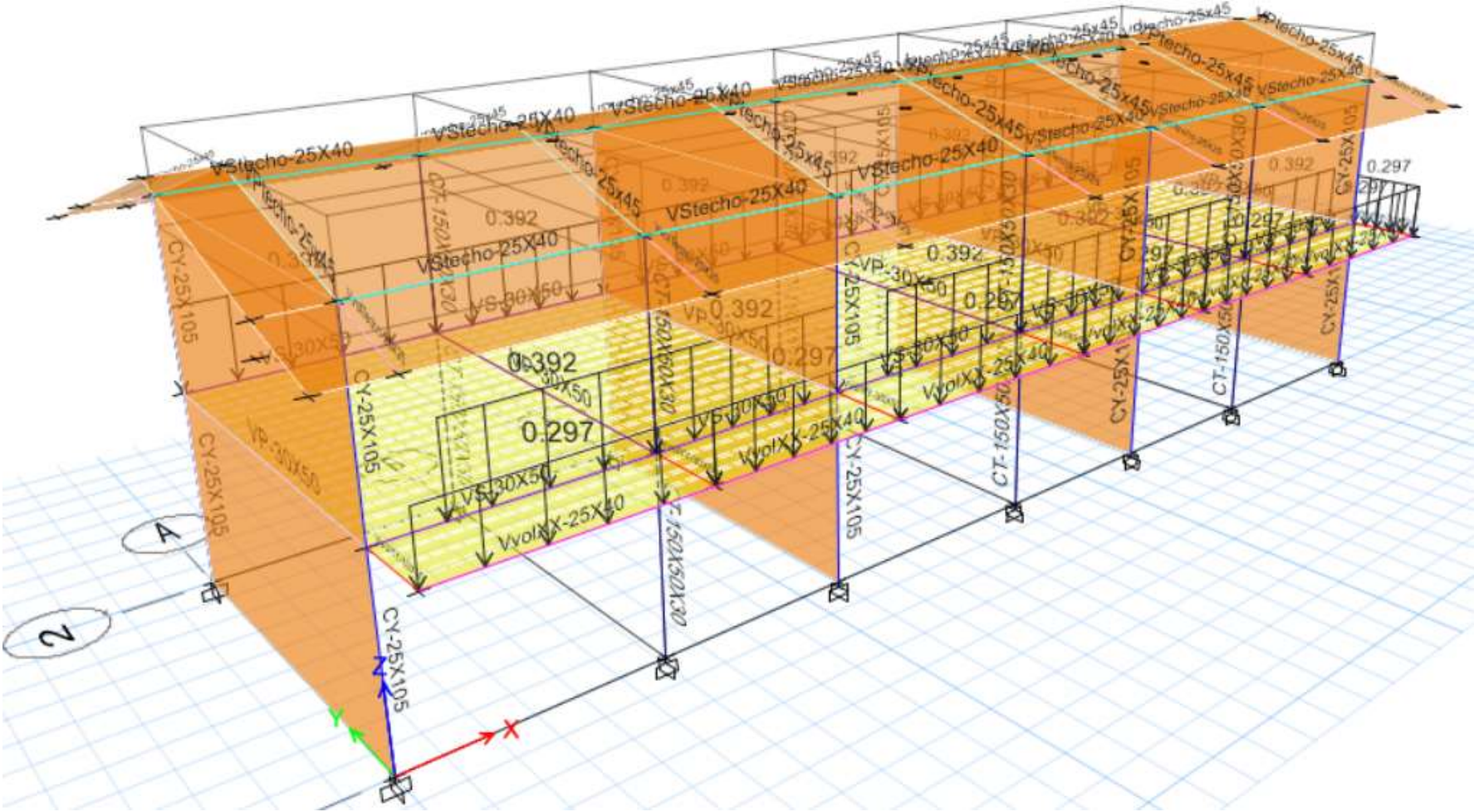
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Cargas distribuidas de tabiquería en el eje 1 de la viga secundaria, procesado en Etabs 2016.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Cargas totales insertados en el Etabs 2016.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Estimación de peso.

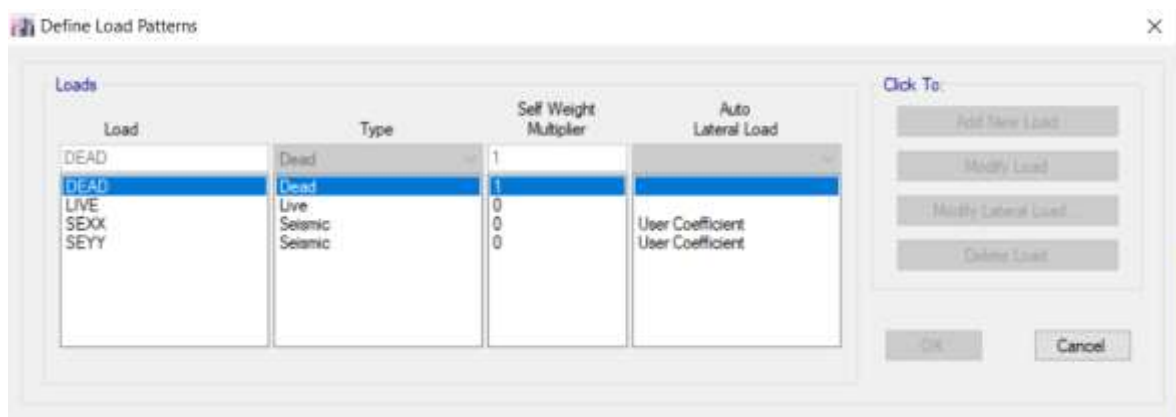
Estimación del Peso (P)

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

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

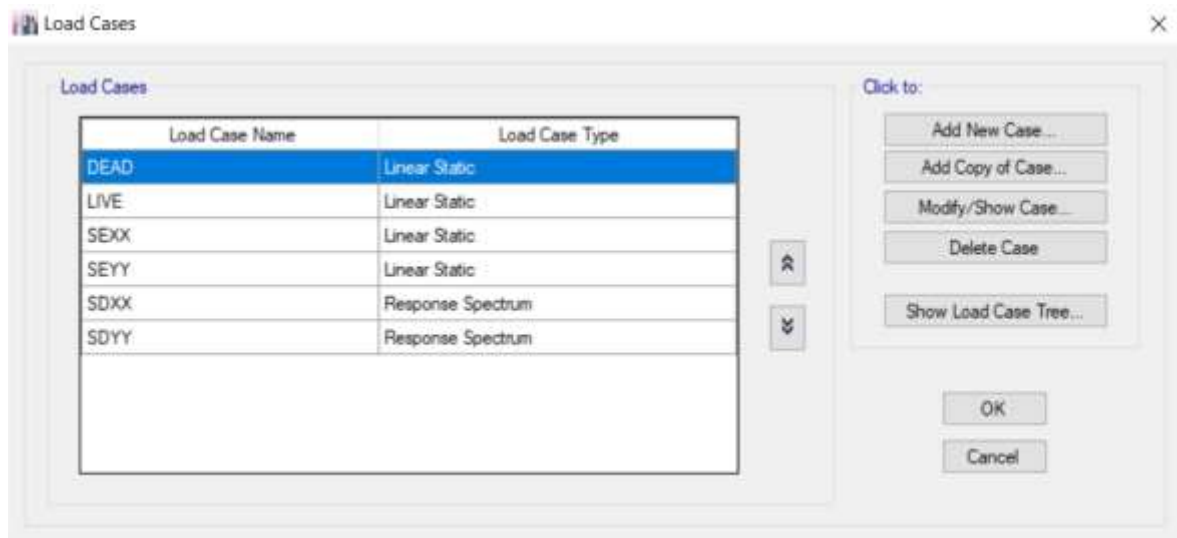
Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 2018

Figura 10. Análisis estático; coeficientes sísmicos cargado al programa Etabs 2016.



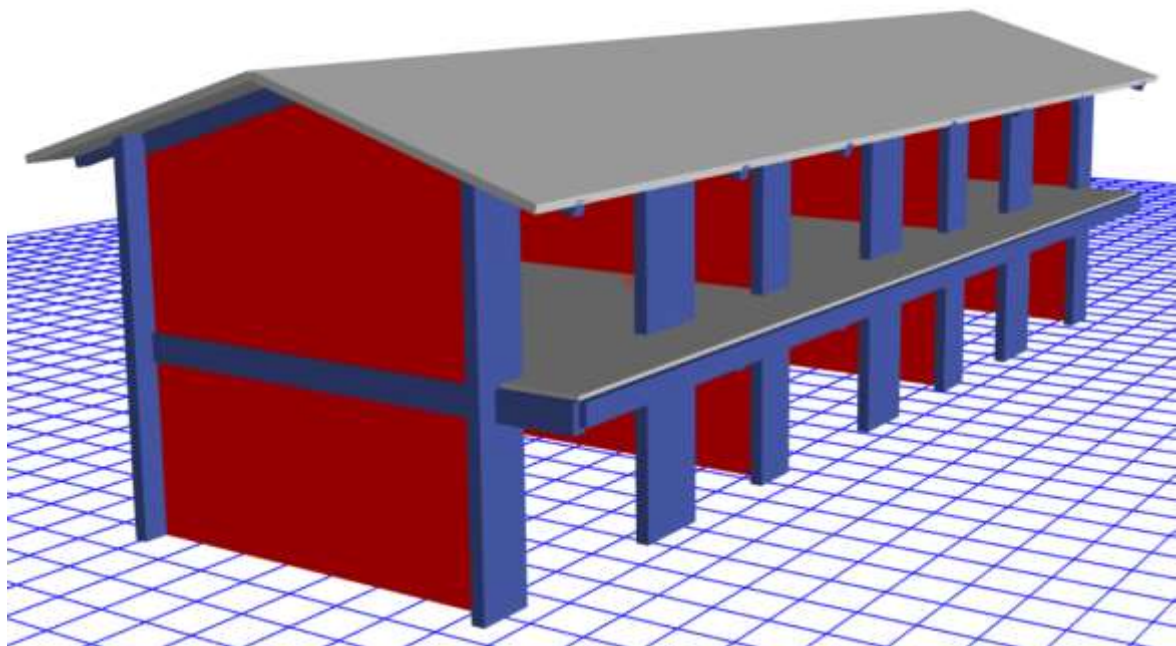
Fuente: Elaboración Propia

Figura 11. Análisis Dinámico modal espectral: aceleraciones espectrales cargado al programa Etabs 2016.



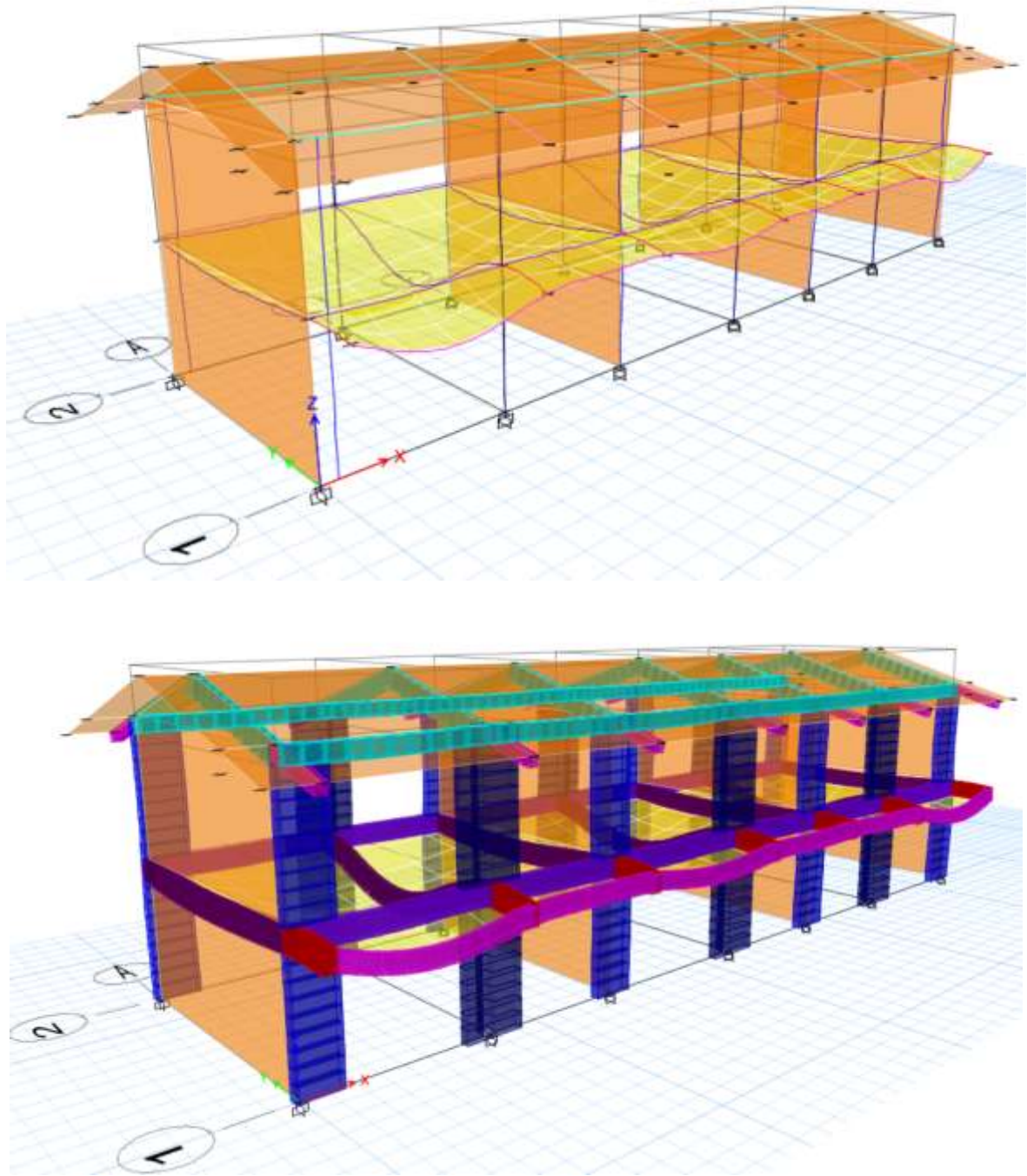
Fuente: Elaboración Propia

Figura 12. Vista del modelo de presentación preliminar del proyecto arquitectónico del edificio en estudio en Etabs 2016.



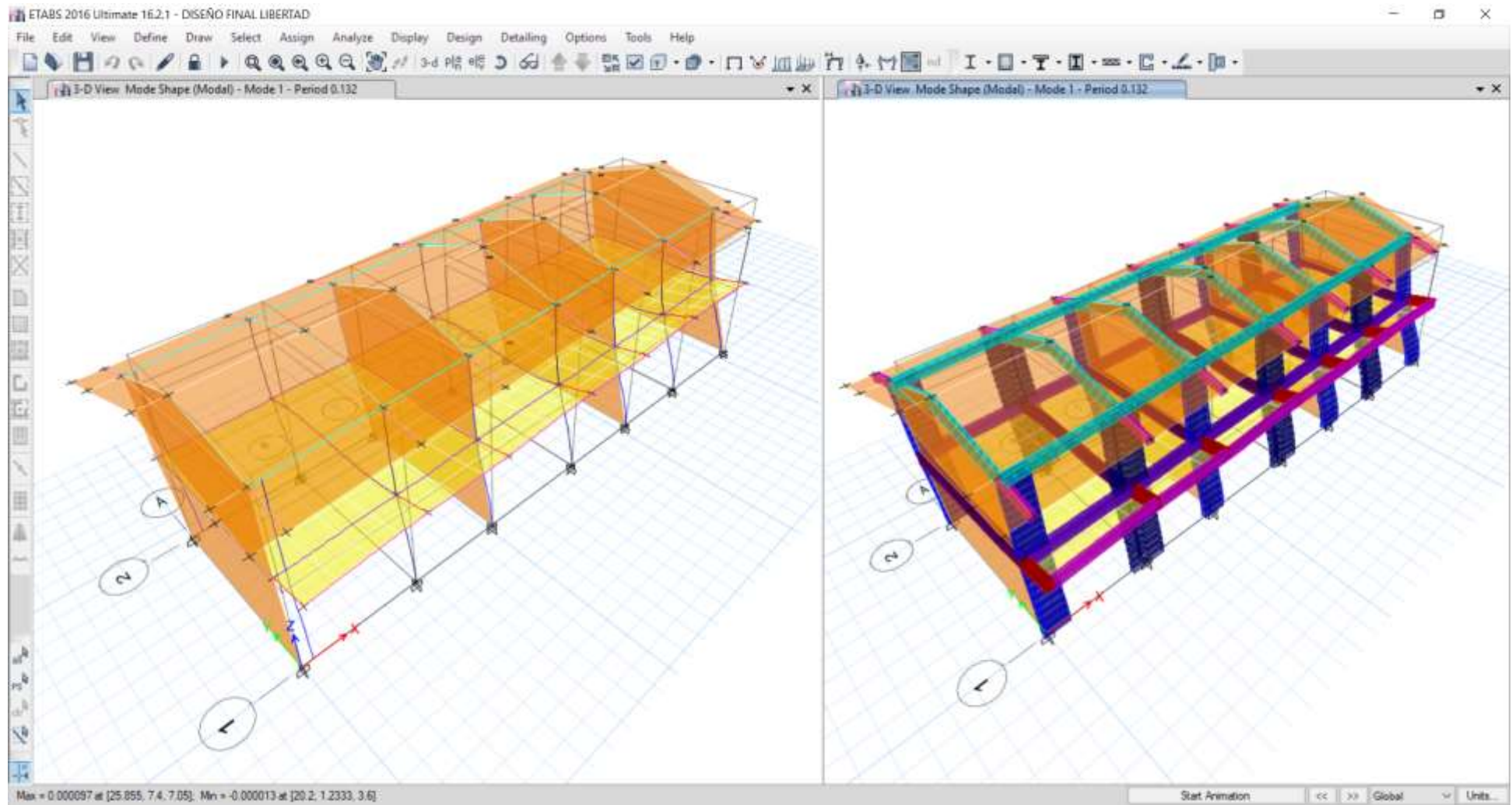
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Modelo estructural simulado a cargas del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



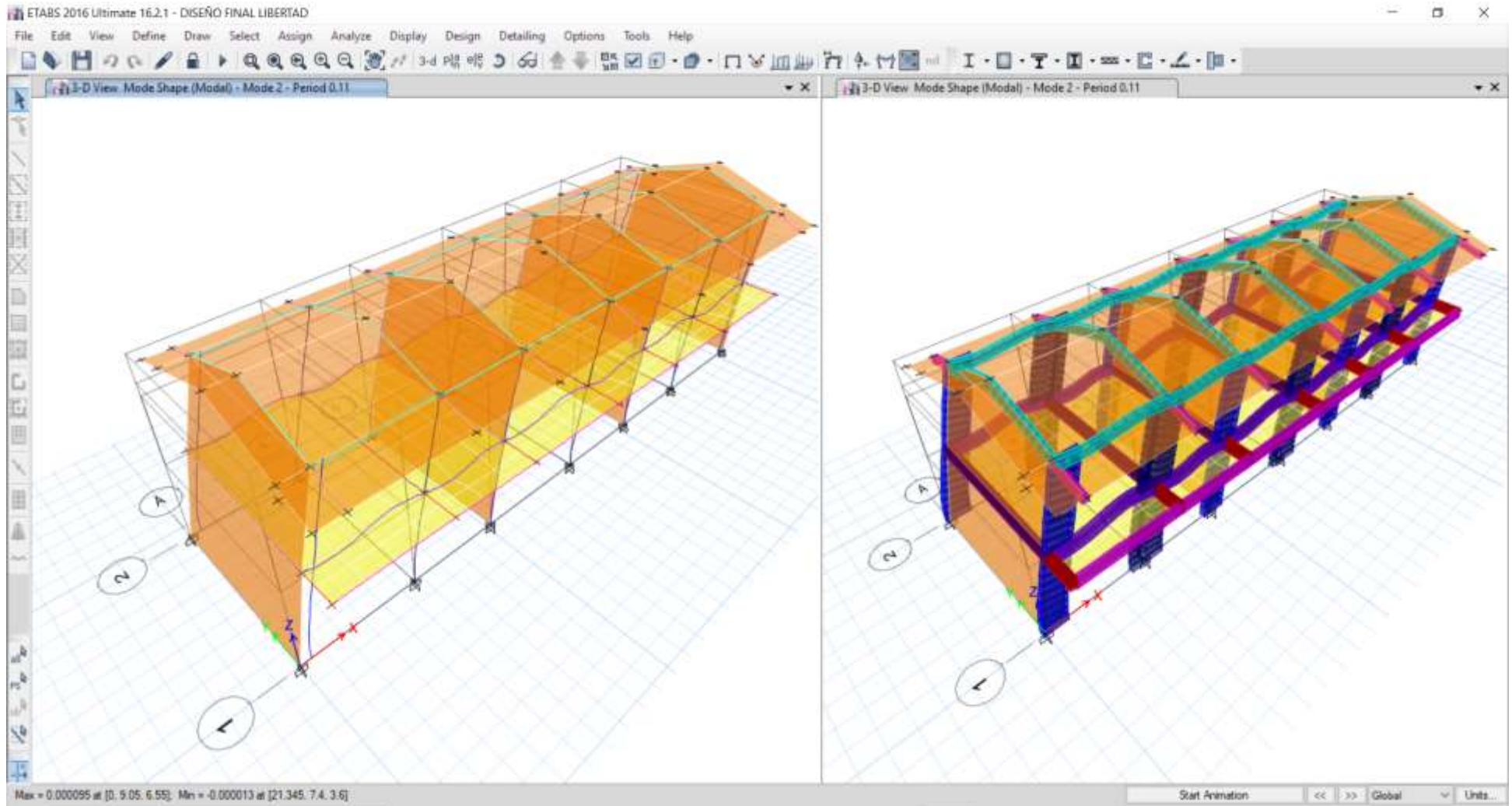
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Primer modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



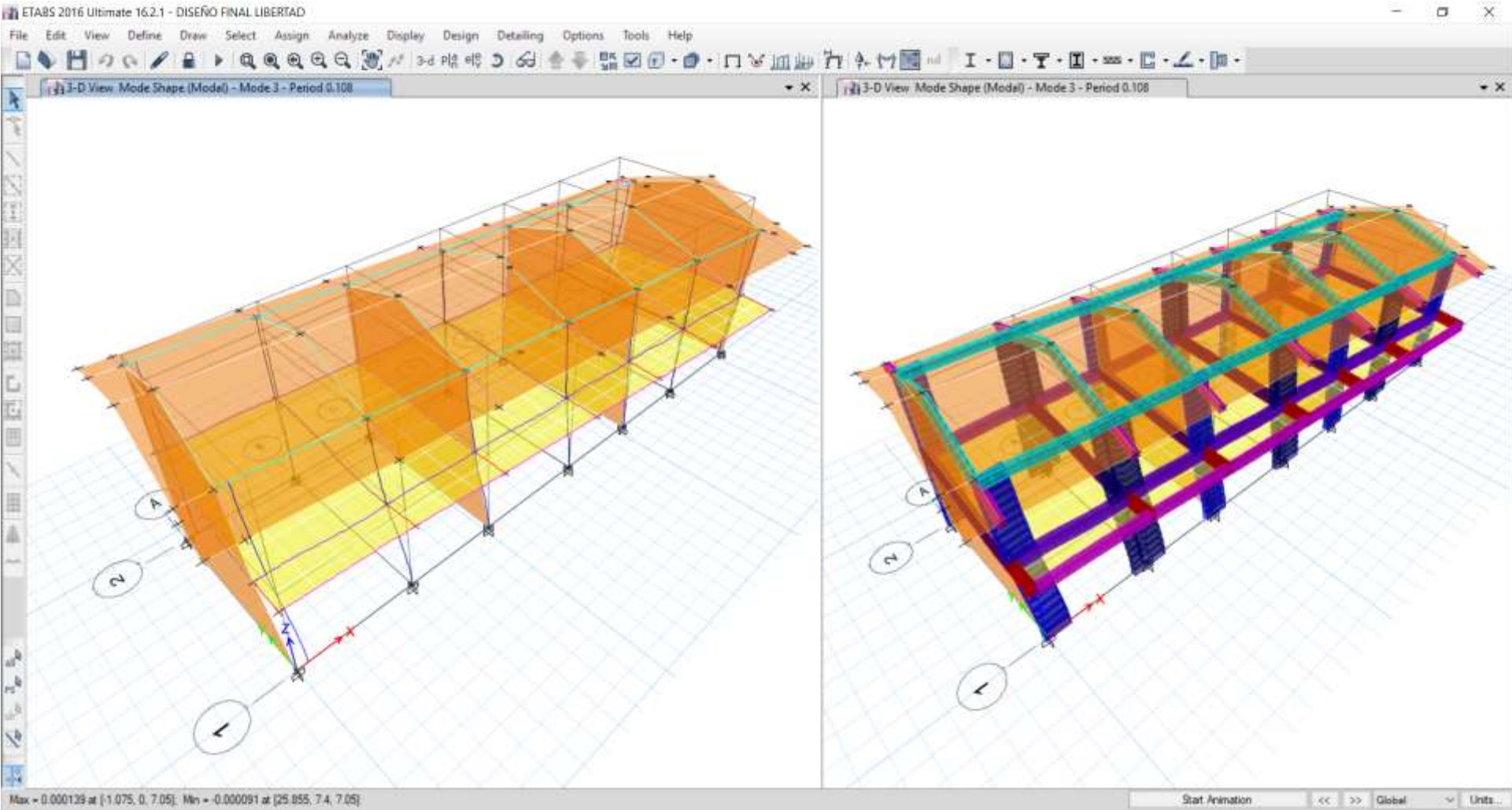
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Segundo modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



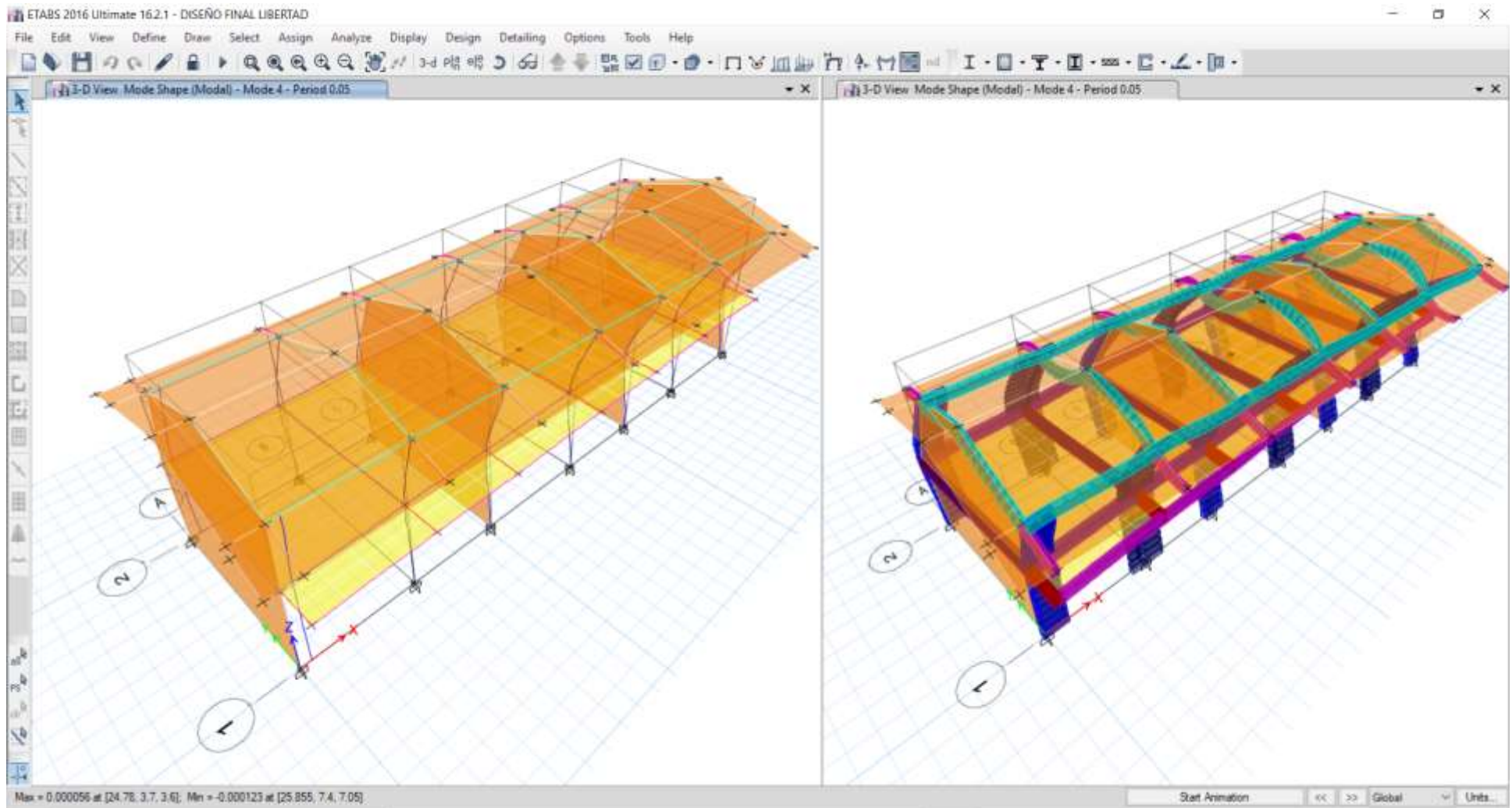
Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Tercer modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



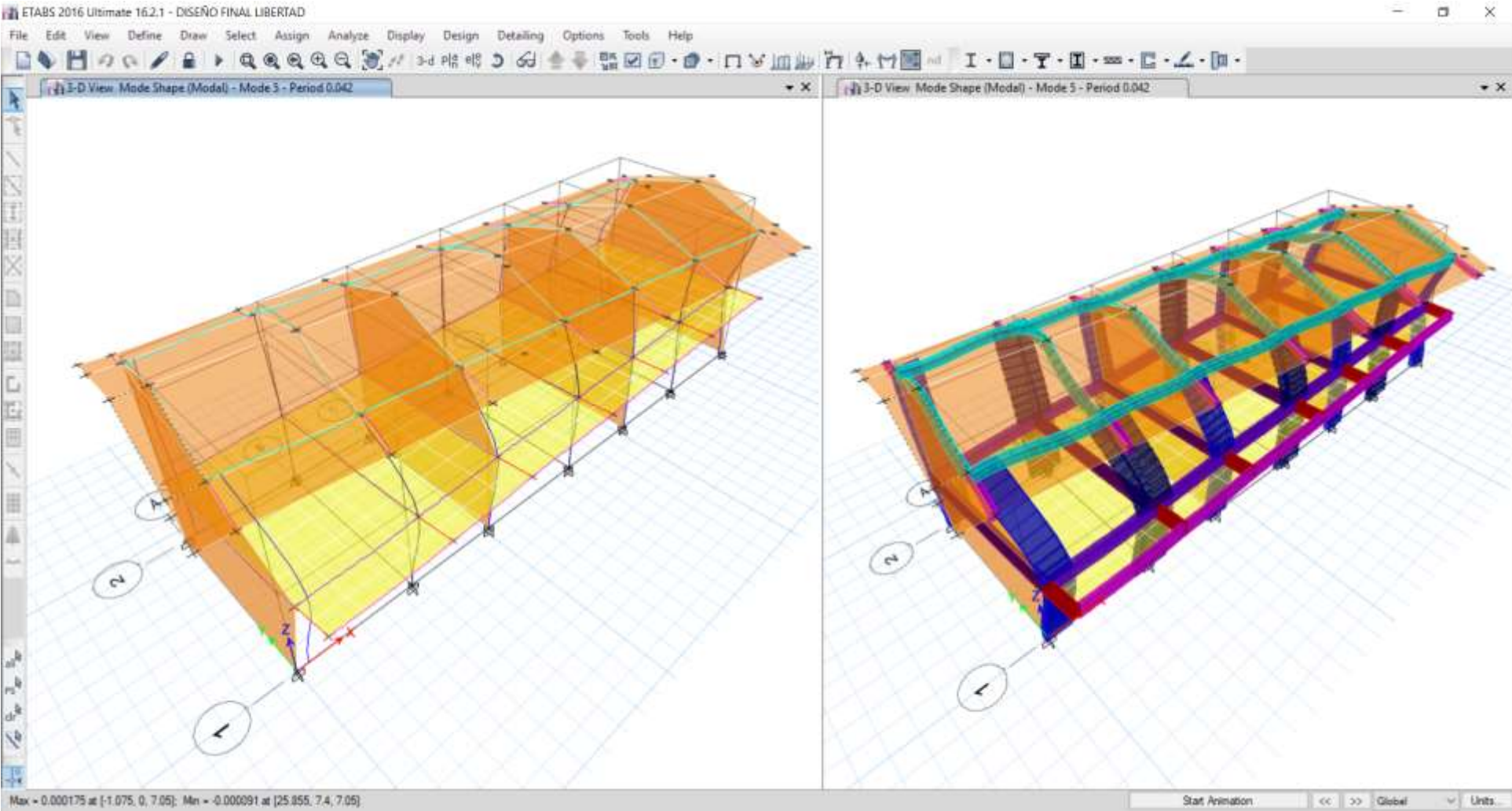
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Cuarto modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



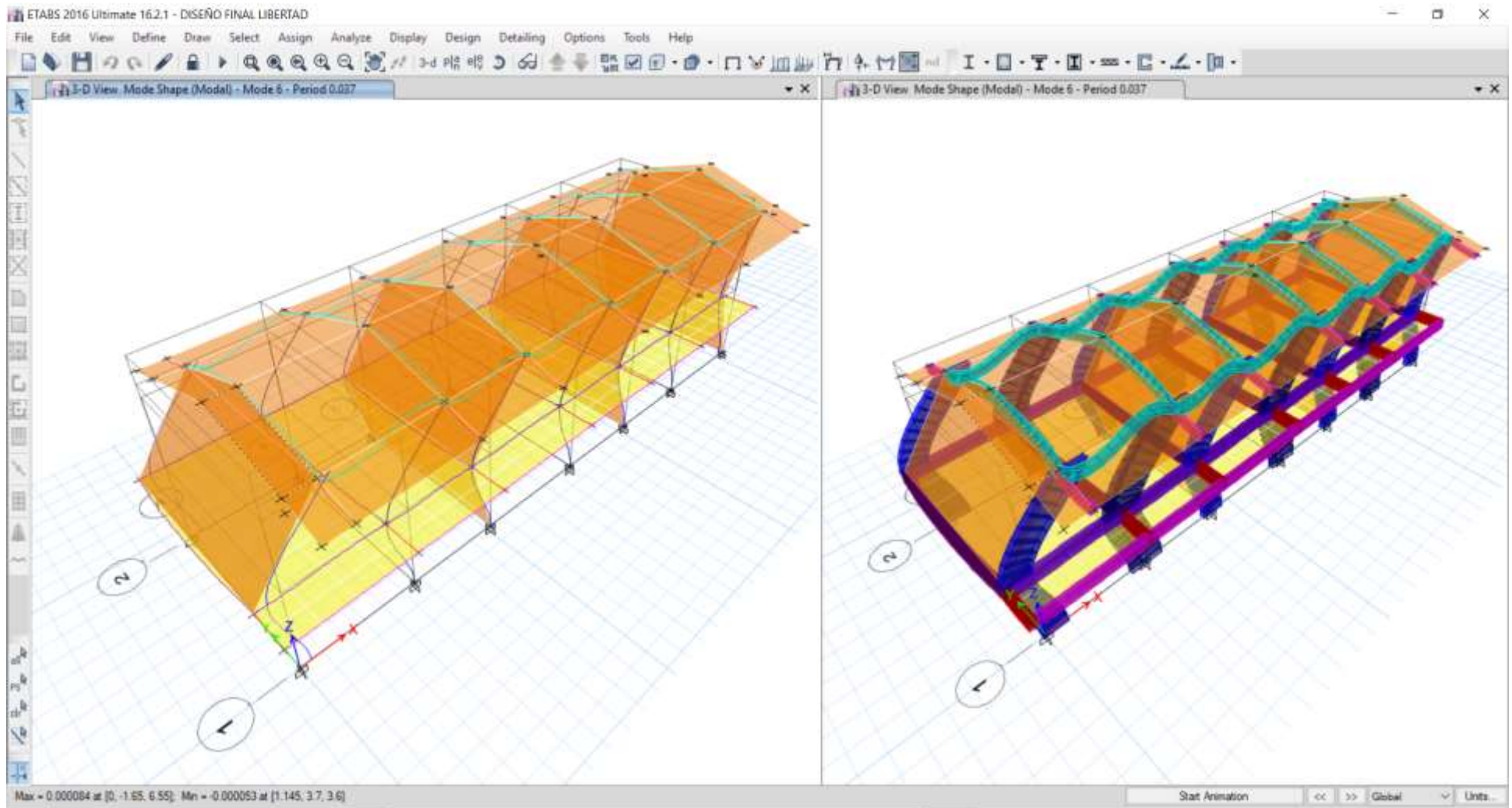
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Quinto modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



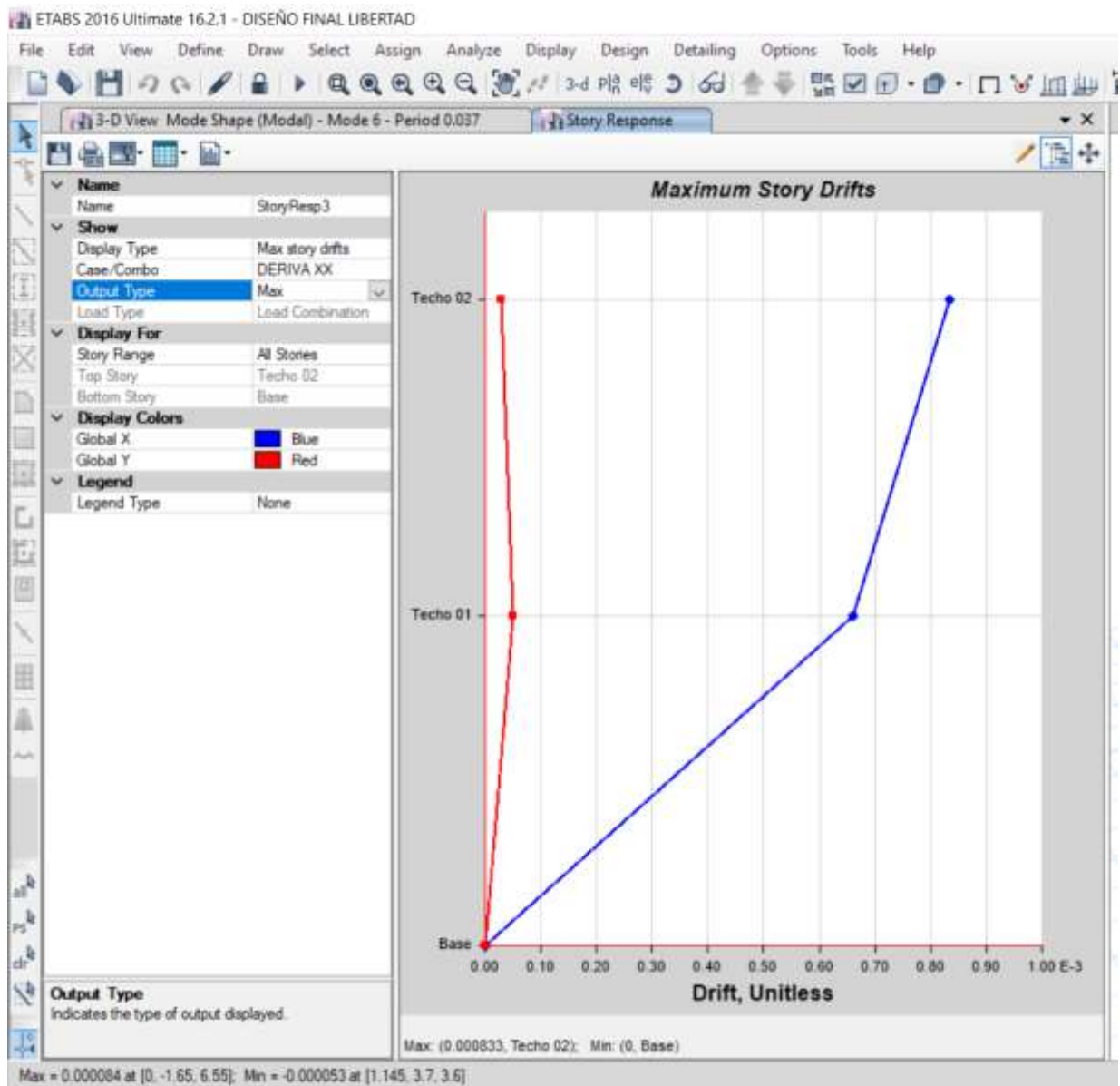
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Sexto modo de vibración del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



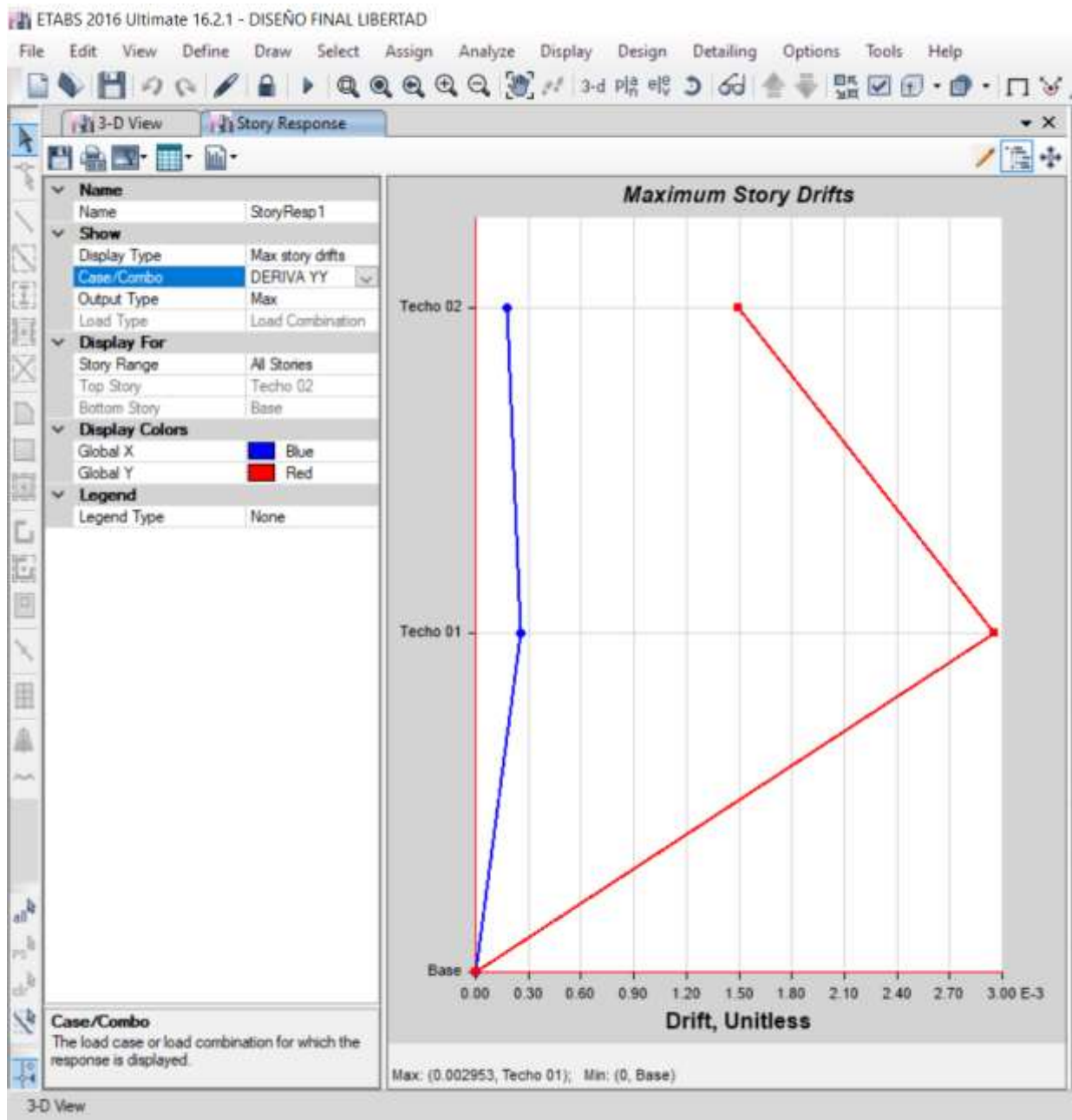
Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Grafica de los desplazamientos máximos XX de pisos del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



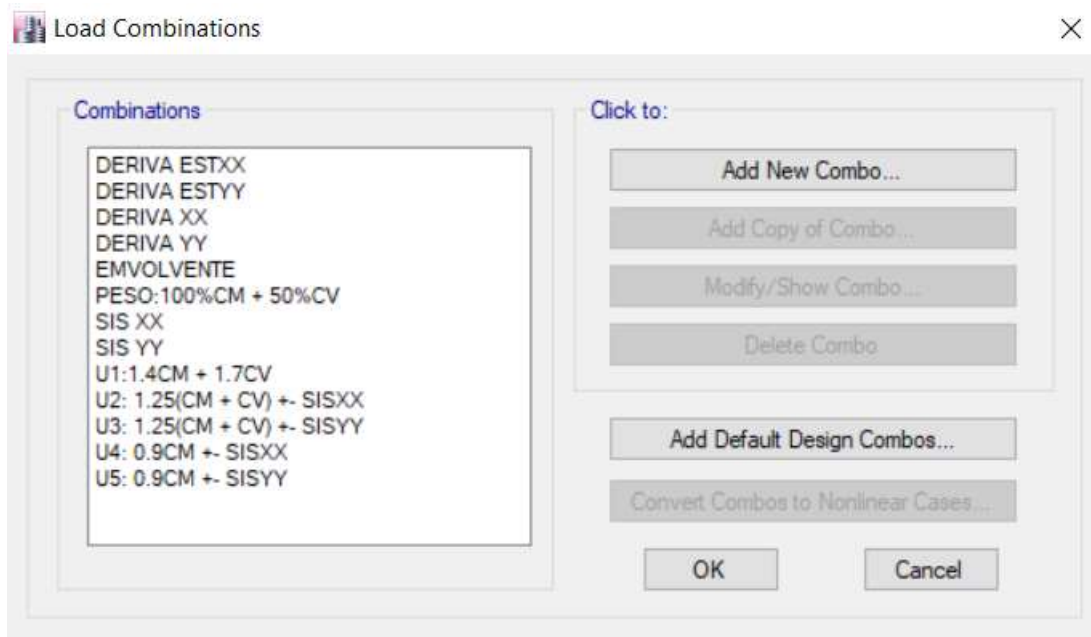
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Grafica de los desplazamientos máximos YY de pisos del proyecto del edificio en estudio en Etabs 2016.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Combinaciones de diseño y la envolvente al Etabs 2016.



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Factor de amplificación sísmica según la norma E.030 2018.

Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

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

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

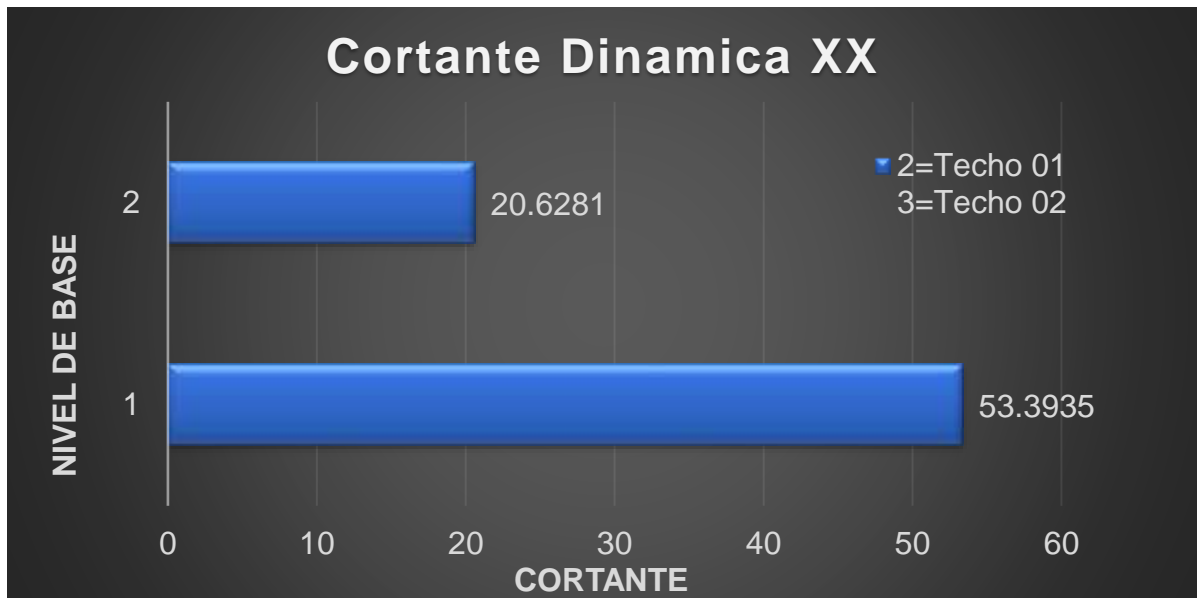
$T > T_L$ $C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

T es el período de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 9. Fuerza cortante XX.



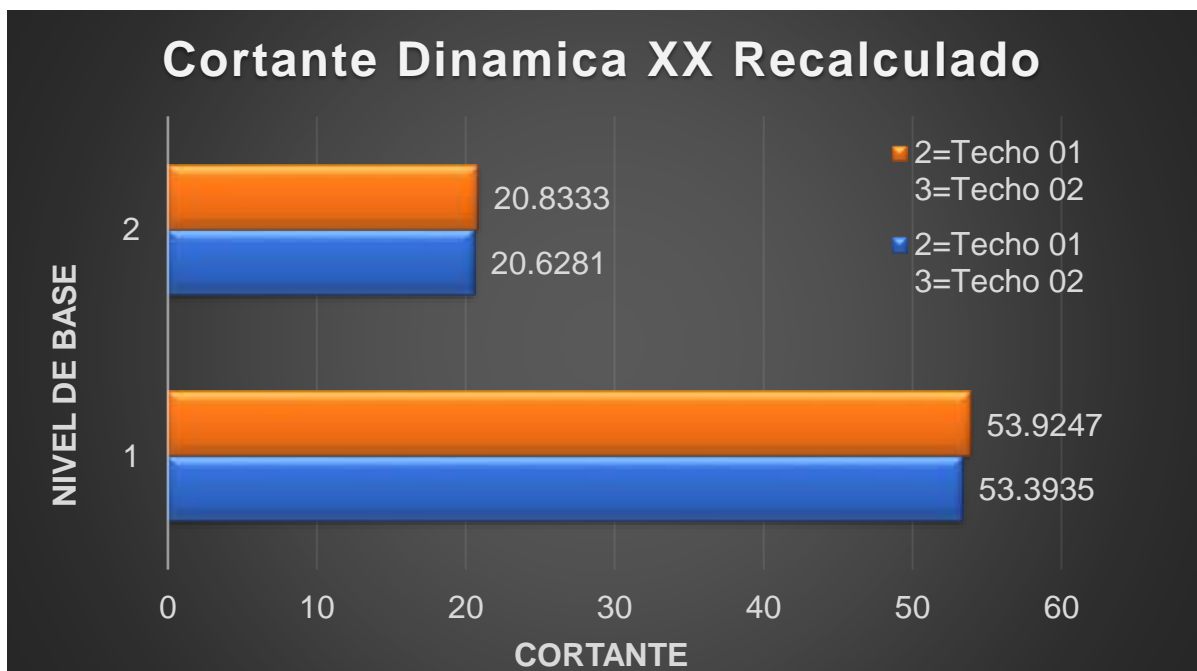
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 10. Fuerza cortante YY.



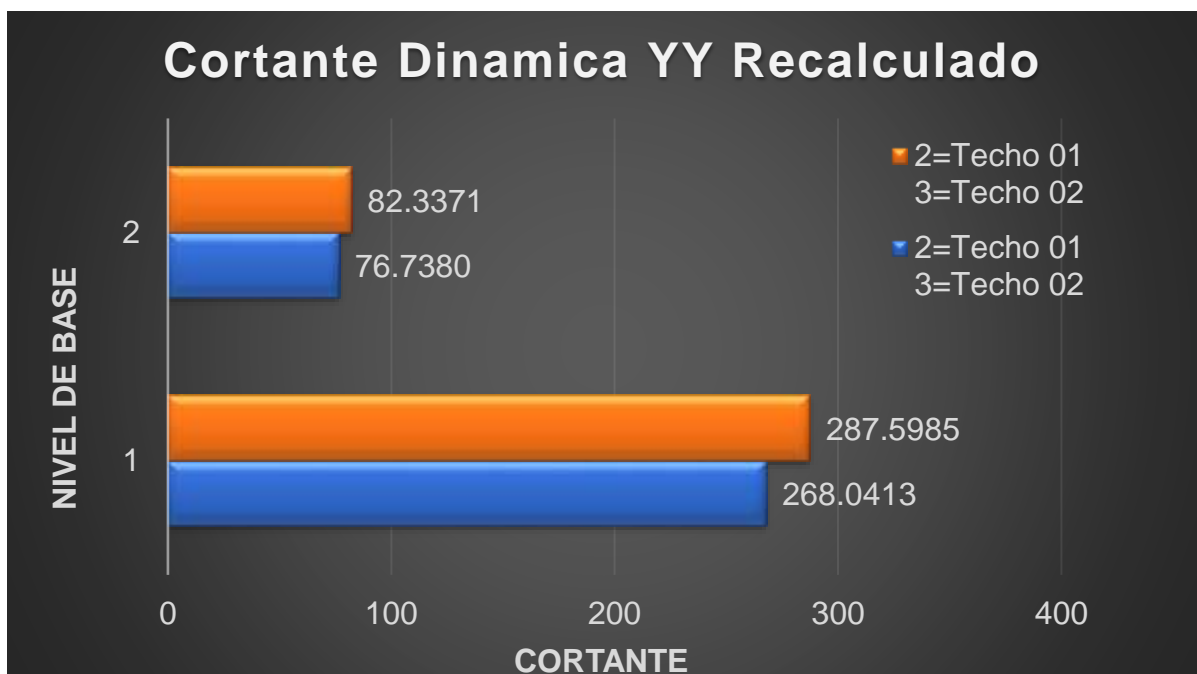
Fuente: Elaboración propia

Grafica 11. Fuerza cortante XX Recalculado.



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 12. Fuerza cortante YY Recalculado.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 06. Zonas Sísmicas.



Fuente: Norma técnica peruana E.030 2018

Anexo 07. Peso total de la edificación, procesados en Etabs 2016.

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	PESO POR NIVEL
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	ton
Techo 02	PESO:100%CM + 25%CV	Bottom	101.8828	0	0	0	381.8119	-1266.4411	101.8828
Techo 01	PESO:100%CM + 50%CV	Bottom	357.2652	0	0	0	1140.5683	-4442.2769	255.3824
Peso Total									357.2652

Fuente: Elaboración propia

Anexo 08. Modos de vibración, procesados en Etabs 2016.

FACTOR DE MASA PARTICIPATIVA														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec												
Modal	1=TY=	0.132	0.0000	0.9156	0	0.0000	0.9156	0	0.1821	0.0002	0.0610	0.1821	0.0002	0.0610
Modal	2=TX=	0.110	0.8568	0.0006	0	0.8568	0.9162	0	0.0000	0.3753	0.0088	0.1822	0.3755	0.0698
Modal	3=TRZ=	0.108	0.0108	0.0591	0	0.8677	0.9753	0	0.0031	0.0000	0.8845	0.1852	0.3755	0.9543
Modal	4=TY	0.050	0.0000	0.0229	0	0.8677	0.9982	0	0.7456	0.0001	0.0070	0.9308	0.3755	0.9613
Modal	5=TRZ=	0.042	0.0002	0.0018	0	0.8679	1.0000	0	0.0691	0.0000	0.0385	0.9999	0.3756	0.9997
Modal	6=TX=	0.037	0.1318	0.0000	0	0.9996	1.0000	0	0.0000	0.6235	0.0002	1.0000	0.9991	1.0000

Fuente: Elaboración propia

Anexo 09. Datos de irregularidades estructurales en altura según la tabla N°08 de la norma E.30 2018.

1. Irregularidad de Rigidez - Piso Blando		Análisis sísmico (para calcular)
Calculado en cuadros		
2. Irregularidad Extrema de Rigidez		
Calculado en cuadros		
3. Irregularidad de masa o peso		
2.5066	No se aplica en azoteas	
2.51	>1.5	
4. Irregularidad Geométrica Vertical		
A/B>1.3	NO TIENE	
5. Discontinuidad en los Sistemas Resistentes		
	NO TIENE	
Muros bandera		
6. Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes		
	NO TIENE	
Lo mismo que el anterior, pero mayor a 25%		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10. Datos de irregularidades estructurales en planta según la tabla N°08 de la norma E.30 2018.

1. Irregularidad Torsional		Análisis sísmico (para calcular)
Calculado en cuadros		
2. Irregularidad Torsional Extrema		
Calculado en cuadros		
3. Esquinas entrantes		
>20% Dx		NO TIENE
En ambos sentidos tiene que ser mayor		
4. Discontinuidad del Diafragma		
Ahueca $\geq 50\%$ At		NO TIENE
Atea hueca sea mayor al 50% del area total		
5. Sistemas no Paralelos		
		NO TIENE
que no sea paralelo de 90°		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11. Piso blando XX por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

NO PISO BLANDO									
Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez Entrepiso (ton/m)	70%Ki+1
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m		
Techo 02	SDXX	20.628	0.00048	43380.689	0.127300	0.000009	0.000000	43380.69	30366.48
Techo 01	SDXX	53.394	0.00039	136439.647	0.432600	0.000017	0.000000	93058.96	

No es menor y no existe piso blando

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 12. Piso Débil XX por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

NO PISO DEBIL

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Resistencia Entrepiso (ton)	80% R_{i+1}
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m		
Techo 02	SDXX	20.62810	0.00048	43380.68900	0.12730	0.00001	0.00000	20.6281	16.50248
Techo 01	SDXX	53.39350	0.00039	136439.64700	0.43260	0.00002	0.00000	53.3935	

No es menor y no existe piso débil

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 13. Piso blando YY por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Rigidez Entrepiso (ton/m)	70%Ki+1
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m		
Techo 02	SDYY	1.1512	0.000124	0	43.1651	0.000837	51593.314	51593.314	36115.3198
Techo 01	SDYY	1.1537	0.000202	0	150.7733	0.001861	81016.139	29422.825	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14. Piso Débil YY por modal espectral en la edificación La Libertad, procesados en Etabs 2016.

Story	Load Case	Shear X	Drift X	Stiffness X	Shear Y	Drift Y	Stiffness Y	Resistencia Entrepiso (ton)	80%Ri+1
		tonf	m	tonf/m	tonf	m	tonf/m		
Techo 02	SDYY	1.1512	0.000124	0	43.1651	0.000837	51593.314	43.1651	34.53208
Techo 01	SDYY	1.1537	0.000202	0	150.7733	0.001861	81016.139	150.7733	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15. Torsión XX por modal espectral en la edificación La Libertad.

DIRECCION NO TORSION XX									
Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X	Max Loc Y	Max Loc Z
							m	m	m
Techo 02	DERIVA XX Max	Diaph D2 X	0.000833	0.000827	1.007	16	20.2	7.4	7.05
Techo 01	DERIVA XX Max	Diaph D1 X	0.000661	0.000652	1.014	5	4.58	0	3.6

>3.5/1000

>1.3
>1.5 torsión
extrema

Ratio no es mayor a 1.5 y no existe torsión extrema

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16. Torsión YY por modal espectral en la edificación La Libertad.

DIRECCION NO TORSION YY

>1.3

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc	Max Loc	Max Loc
							X	Y	Z
							m	m	m
Techo 02	DERIVA YY Max	Diaph D2 Y	0.000742	0.000546	1.36	10	24.78	7.4	7.05
Techo 01	DERIVA YY Max	Diaph D1 Y	0.001466	0.001163	1.26	10	24.78	7.4	3.6

Ratio mayor a 1.3, Si hay torsión

Ratio menor a 1.5 no existe torsión extrema

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17. Análisis estático; Coeficientes sísmicos para periodo en X y Y.

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

TX= 0.110

Z=	0.35	Z3 - Huaraz
U=	1.5	A - INTITUCIÓN EDUCATIVA
S=	1.15	Suelo intermedio S2
TP=	0.6	s
TL=	2	s
Cx	2.5	
R=Ro*la*Ip	8	Pórtico Ro = 8
la=	1	
Ip=	1	
C/R>0.11	0.313	

Peso=	357.2652	ton
--------------	-----------------	-----

V_{exx}=ZUCS/R	0.18867	Coeficiente sísmico
V_{exx}=ZUCS/R*Pe	67.4059	ton
k=	1	menor a 0.5 segundos

Ty= 0.132

Z=	0.35	Z3 - Huaraz
U=	1.5	A - INTITUCIÓN EDUCATIVA
S=	1.15	Suelo intermedio S2
TP=	0.6	s
TL=	2	s
Cy	2.5	
R=Ro*la*Ip	1.6875	Albañilería Ro = 3
la=	0.75	Piso blando
Ip=	0.75	Torsión 2do p
C/R>0.11	1.481	

Peso=	357.2652	ton
--------------	-----------------	-----

V_{eyy}=ZUCS/R	0.89444	Coeficiente sísmico
V_{eyy}=ZUCS/R*Pe	319.5539	ton
k=	1	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 18. Análisis Dinámico modal espectral; cálculo de factores.

CONSIDERANDO UNA ZONA SISMICA DE Z3, SUELO S2 Y UNA EDIFICACION DE INTITUCIÓN EDUCATIVA

Perfil de Suelo =	S2
Zona Sísmica =	Z3
Categoría =	A

Z	0.35		
T _P (S)	0.6	TL	2
Factor de suelo "S"=	1.15		
Factor de Uso "U"=	1.5	A	
R _x = I _a *I _p *R _o =	8		
R _y =I _a *I _p *R _o =	1.688	Piso blando/Torsión	
FACTOR XX=ZUSg/R			0.740348
FACTOR YY=ZUSg/R			3.5098

FACTOR=ZUS/R*g

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19. Cortante Estática, procesado en Etabs 2016.

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Techo 02	SIS XX Max	Bottom	0	20.8334	0.1286	86.1451	0.3921	71.3147
Techo 02	SIS YY Max	Bottom	0	2.1959	82.3368	1304.4998	246.4963	7.5395
Techo 01	SIS XX Max	Bottom	0	53.9248	0.4369	184.1324	1.8396	259.4412
Techo 01	SIS YY Max	Bottom	0	2.2006	287.5976	4296.3564	1275.7546	8.8524

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Cortante Dinámica, procesado en Etabs 2016.

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
TECHO 02	SDXX Max	Bottom	0	20.6281	0.1273	85.2964	0.3883	70.6121
TECHO 02	SDYY Max	Bottom	0	2.0466	76.7380	1215.7954	229.7348	7.0268
TECHO 01	SDXX Max	Bottom	0	53.3935	0.4326	182.3184	1.8215	256.8852
TECHO 01	SDYY Max	Bottom	0	2.0510	268.0413	4004.2093	1189.0048	8.2504

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21. Escalar el sismo, datos procesados en Etabs 2016.

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO VS ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Z=	0.35	Z3-HZ								
U=	1.5	A-INSTITUCIÓN EDUCATIVA								
S=	1.15	S2-Z3			C					
TP=	0.6				COEF.	PESO	CORTANTE	CORTANTE	FACTOR	
TL=	2				SISMICO	EDIFICIO	ESTATICA	DINÁMICA	ESCALA	
CX=	2.5	TX=	0.11	VX=ZUCxS/Rx	0.188672	357.265	67.4059	53.3935	1.00995	Regular
CY=	2.5	TY=	0.132	VY=ZUCyS/Ry	0.894444	357.265	319.5539	268.0413	1.07296	Irregular
Rx=	8	0.3125		Cx/Rx>0.11						
Ry=	1.6875	1.4815		Cy/Ry>0.11						
						VXdiseño	53.925	53.92472	53.9248	
						Vydiseño	287.598	287.59849	287.5976	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22. Frecuencias angulares (ω_n) rad/s, por modal espectral, procesados en Etabs 2016.

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	0.132	7.583	47.6476	2270.2916
Modal	2	0.11	9.083	57.0713	3257.131
Modal	3	0.108	9.249	58.1143	3377.267
Modal	4	0.05	19.806	124.4468	15487.0064
Modal	5	0.042	23.95	150.4816	22644.6995
Modal	6	0.037	26.737	167.9953	28222.4147

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23. Periodos (T_n) s, por modal espectral, procesados en Etabs 2016.

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	0.132	7.583	47.6476	2270.2916
Modal	2	0.11	9.083	57.0713	3257.131
Modal	3	0.108	9.249	58.1143	3377.267
Modal	4	0.05	19.806	124.4468	15487.0064
Modal	5	0.042	23.95	150.4816	22644.6995
Modal	6	0.037	26.737	167.9953	28222.4147

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24. Frecuencias cíclicas (Fn) Hz por modal espectral, procesados en Etabs 2016.

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	0.132	7.583	47.6476	2270.2916
Modal	2	0.11	9.083	57.0713	3257.131
Modal	3	0.108	9.249	58.1143	3377.267
Modal	4	0.05	19.806	124.4468	15487.0064
Modal	5	0.042	23.95	150.4816	22644.6995
Modal	6	0.037	26.737	167.9953	28222.4147

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Factores de Irregularidad en Altura.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_d
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 - 2018

Anexo 26. Factores de Irregularidad en Planta.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030 – 2018

Anexo 27. Resumen del cálculo de espectro de pseudo – aceleraciones.

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E030-2018)

Tabla N°1 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 3	0.35

Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL
	S2	Suelos Intermedios	1.15	0.60	2.00

Tabla N°5 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	A2* Edificaciones Esenciales	1.50	Revisar tabla N° 06 E.030 2018

Tabla N°7 (NORMA E030-2018)

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro
	DIR X-X	Pórticos de Concreto Armado	8
	DIR Y-Y	Pórticos de Concreto Armado	3

Tabla N°8 (NORMA E030-2018)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			la Dir X-X	la Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input checked="" type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	0.75
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas critico		1.00	0.75

Tabla N°9 (NORMA E030-2018)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input checked="" type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas critico		1.00	0.75

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACCELERACIONES (NORMA E030-2018)

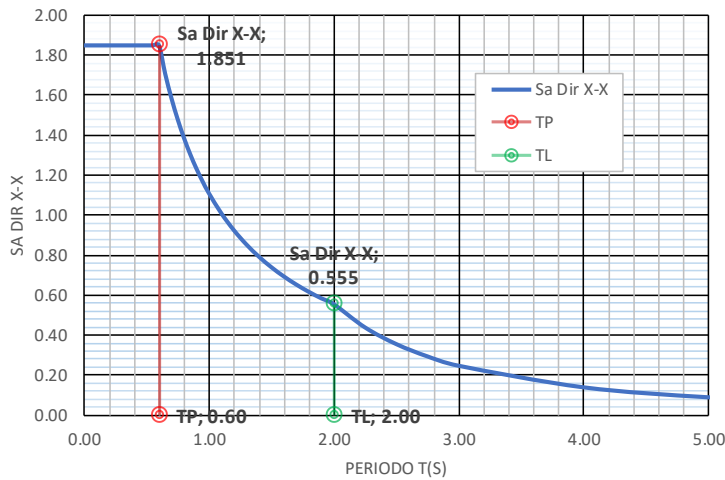
RESUMEN

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	R ₀	8	3
U	1.50	I _a	1.00	0.75
S	1.15	I _p	1.00	0.75
T _p	0.60	R	8	1.6875
T _L	2.00	g	9.81 m/s ²	

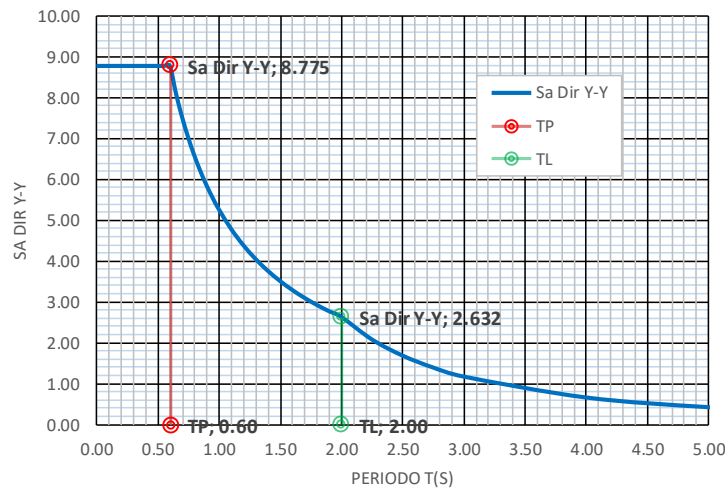
$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

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

ESPECTRO DE PSEUDO - ACCELERACIONES X-X



ESPECTRO DE PSEUDO - ACCELERACIONES Y-Y



C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	1.851	8.775
2.50	0.02	1.851	8.775
2.50	0.04	1.851	8.775
2.50	0.06	1.851	8.775
2.50	0.08	1.851	8.775
2.50	0.10	1.851	8.775
2.50	0.12	1.851	8.775
2.50	0.14	1.851	8.775
2.50	0.16	1.851	8.775
2.50	0.18	1.851	8.775
2.50	0.20	1.851	8.775
2.50	0.25	1.851	8.775
2.50	0.30	1.851	8.775
2.50	0.35	1.851	8.775
2.50	0.40	1.851	8.775
2.50	0.45	1.851	8.775
2.50	0.50	1.851	8.775
2.50	0.55	1.851	8.775
2.50	0.60	1.851	8.775
2.31	0.65	1.708	8.100
2.14	0.70	1.586	7.521
2.00	0.75	1.481	7.020
1.88	0.80	1.388	6.581
1.76	0.85	1.306	6.194
1.67	0.90	1.234	5.850
1.58	0.95	1.169	5.542
1.50	1.00	1.111	5.265
1.36	1.10	1.010	4.786
1.25	1.20	0.925	4.387
1.15	1.30	0.854	4.050
1.07	1.40	0.793	3.761
1.00	1.50	0.740	3.510
0.94	1.60	0.694	3.290
0.88	1.70	0.653	3.097
0.83	1.80	0.617	2.925
0.79	1.90	0.584	2.771
0.75	2.00	0.555	2.632
0.59	2.25	0.439	2.080
0.48	2.50	0.355	1.685
0.40	2.75	0.294	1.392
0.33	3.00	0.247	1.170
0.19	4.00	0.139	0.658
0.12	5.00	0.089	0.421
0.08	6.00	0.062	0.292
0.06	7.00	0.045	0.215
0.05	8.00	0.035	0.165
0.04	9.00	0.027	0.130
0.03	10.00	0.022	0.105

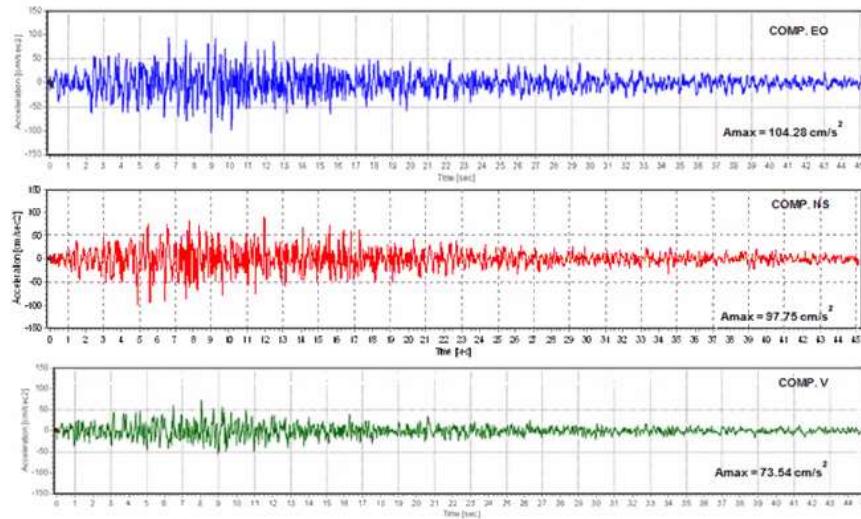
Fuente: Base datos del investigador.

Anexo 28. Registro Acelerográfico Estación PQR (Lima).

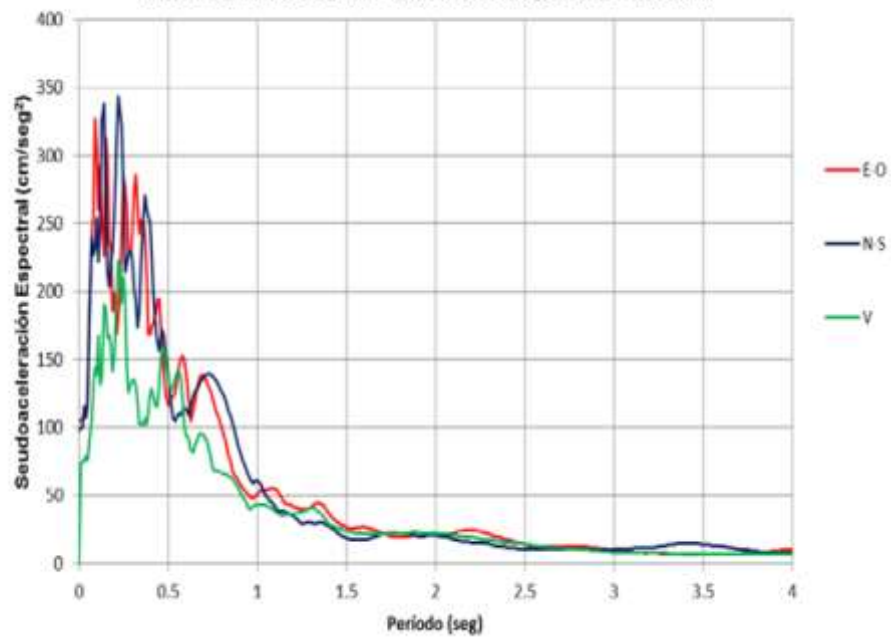
EPICENTRO	MAGNITUD	INTENSIDAD	PGA MAX. CM/SEG ²	ACELERACIONES ESPECTRALES CM/SEG ²
30 km al Oeste de Huarney	7.9 MW	VIII-IX MM	104.28	343,45

ANÁLISIS TIEMPO - HISTORIA : SISMO DEL 31 DE MAYO DE 1970

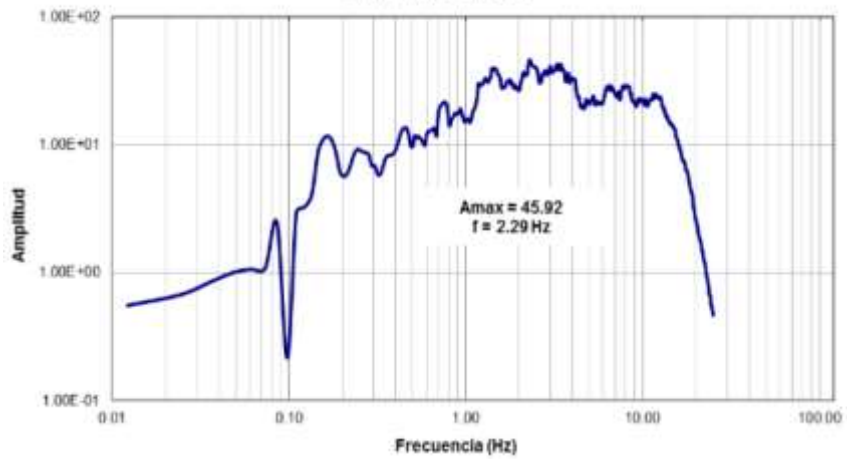
ESTACIÓN PARQUE DE LA RESERVA - PQR



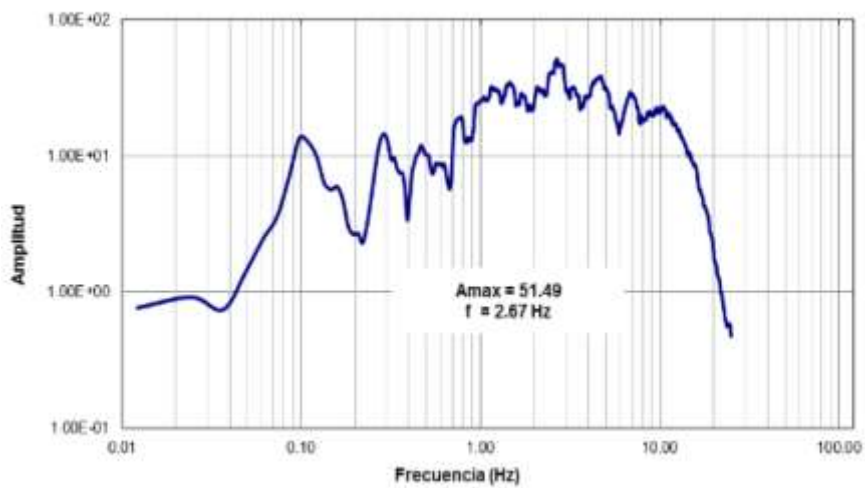
ESPECTRO DE RESPUESTA DE SEUDOACELERACIÓN DEL SISMO DEL 31 DE MAYO DEL 1970 - ESTACIÓN PARQUE DE LA RESERVA



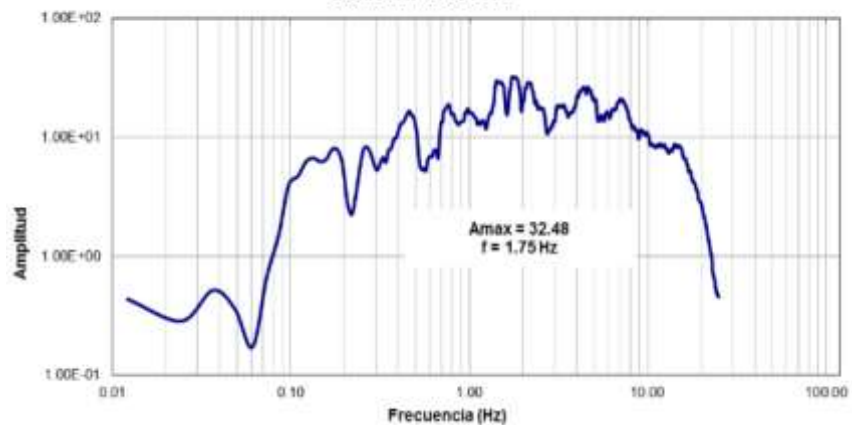
ESPECTRO DE AMPLITUDES DE FOURIER - ESTACIÓN PARQUE DE LA RESERVA-EO
Sismo del 31/05/1970



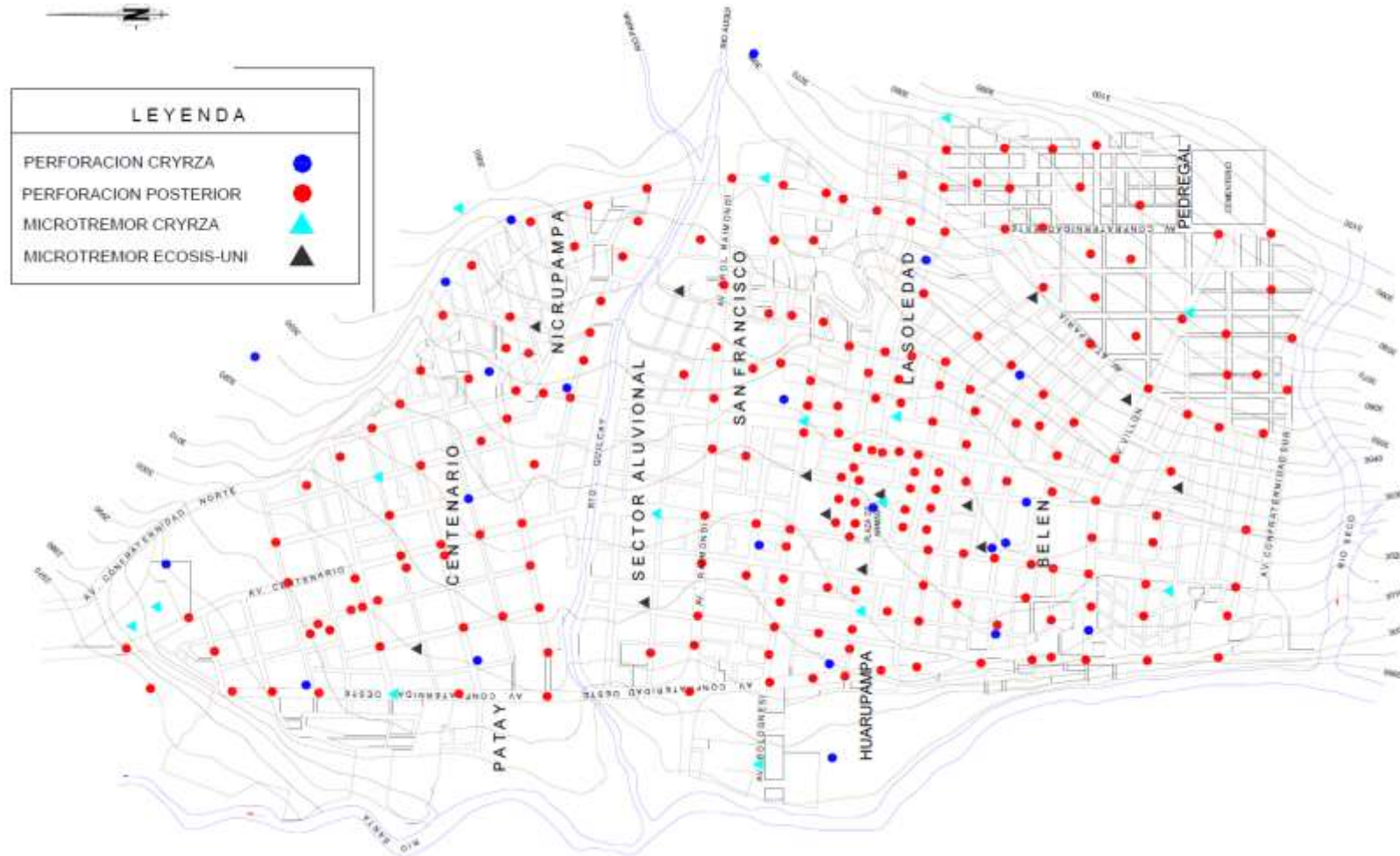
ESPECTRO DE AMPLITUDES DE FOURIER - ESTACIÓN PARQUE DE LA RESERVA-NS
Sismo del 31/05/1970



ESPECTRO DE AMPLITUDES DE FOURIER - ESTACIÓN PARQUE DE LA RESERVA-V
Sismo del 31/05/1970

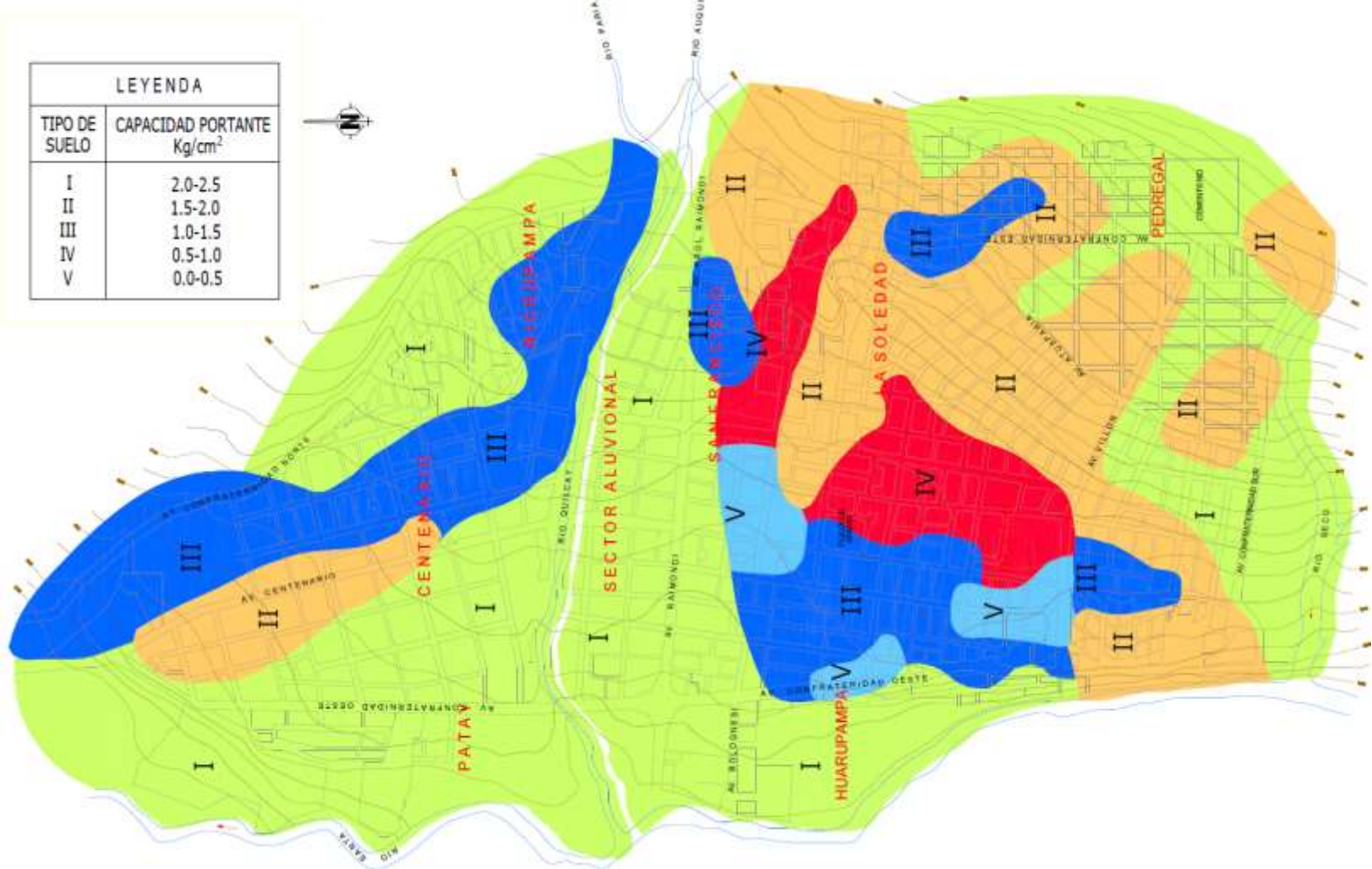


Anexo 29. Mapa de exploraciones y microtremor en la ciudad de Huaraz.



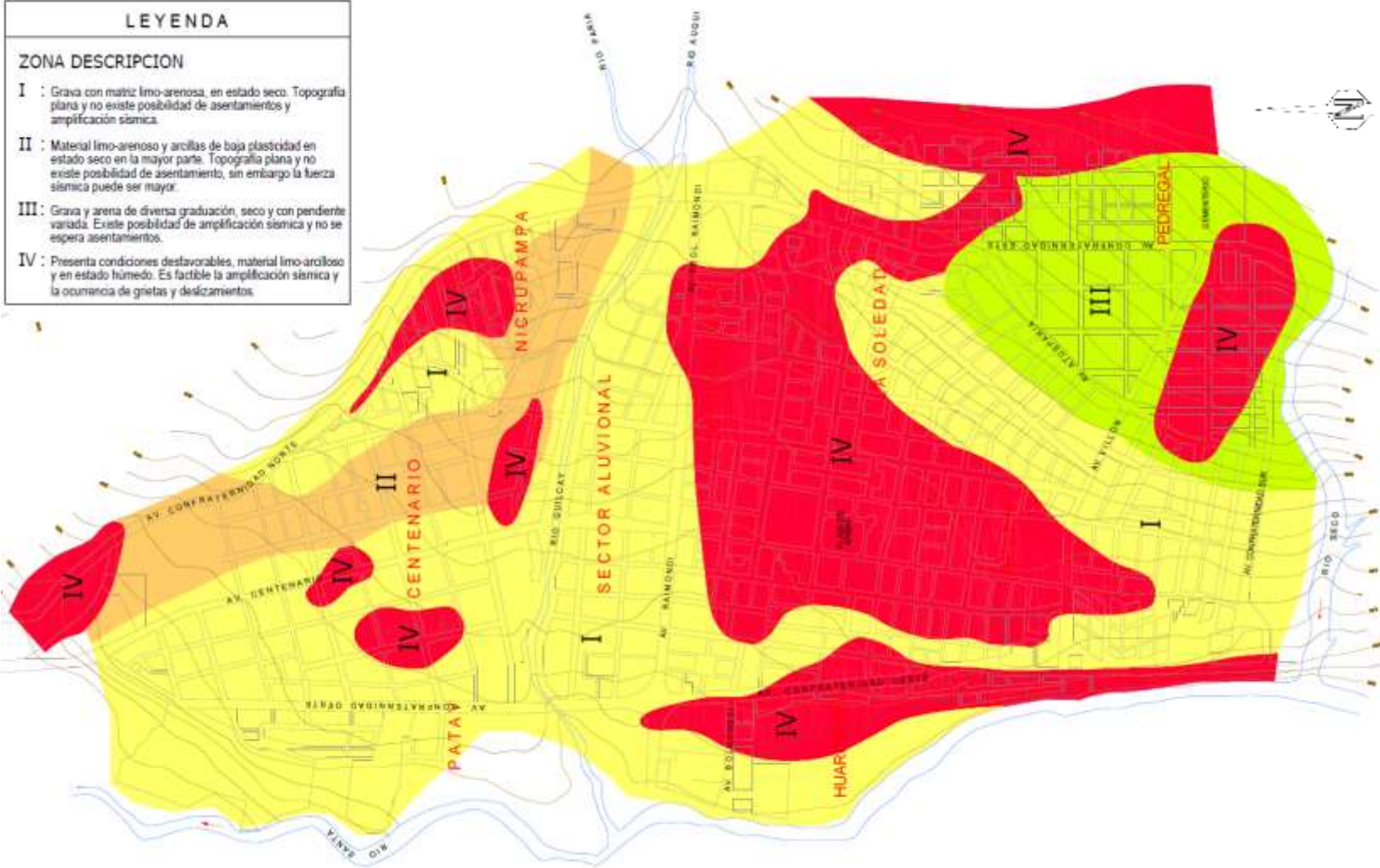
Fuente: Ordoñez, 1984.

Anexo 30. Mapa de capacidad portante y tipo de suelo en la ciudad de Huaraz.



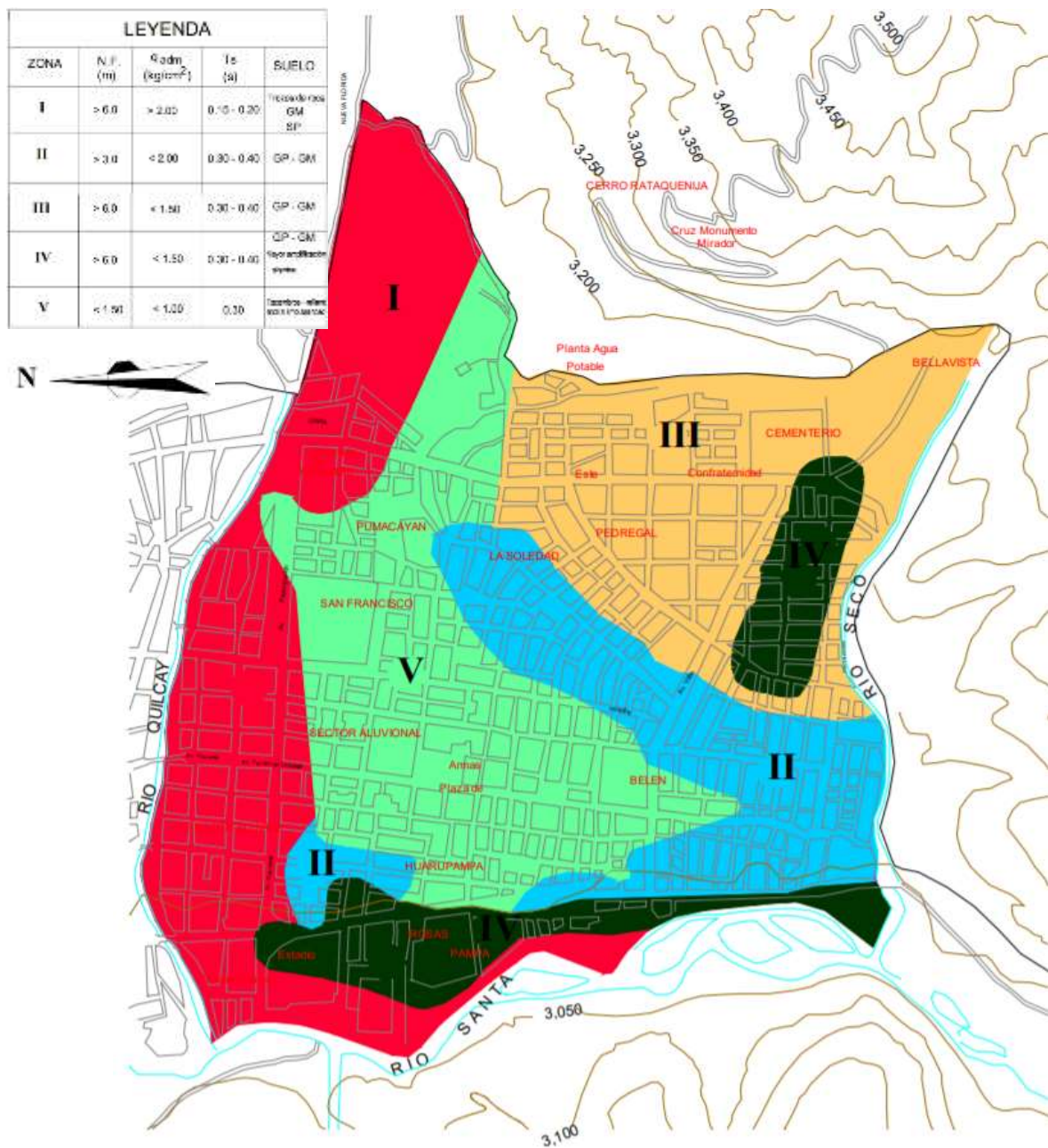
Fuente: Ordoñez, 1984.

Anexo 31. Mapa microzonificación sísmica en la ciudad de Huaraz.



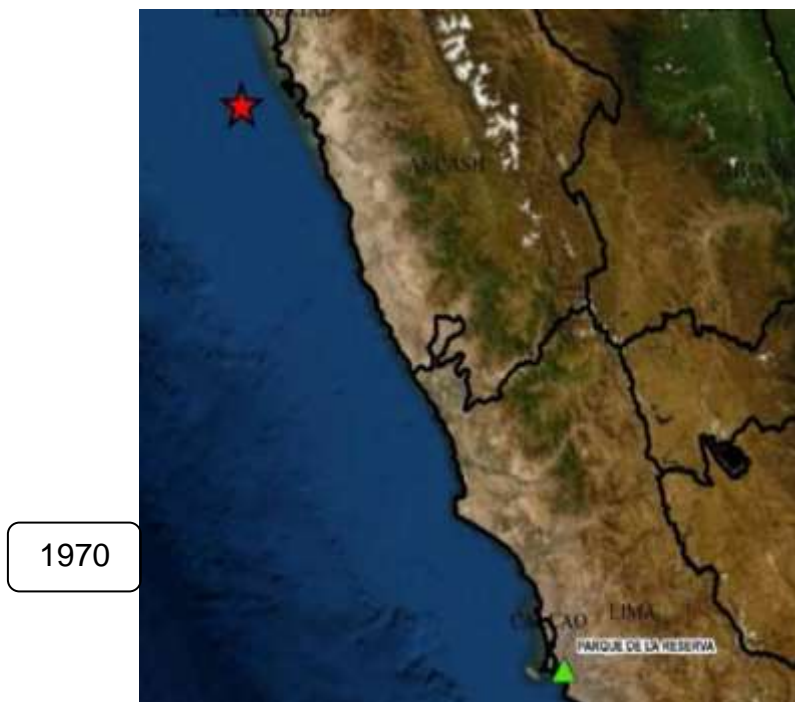
Fuente: Ordoñez 1984.

Anexo 32. Microzonificación sísmica en Huaraz, zona sur.



Fuente: Gonzáles, 1994.

Anexo 33. Estaciones acelerográficas al 2020 (06): Chimbote, nuevo Chimbote, Yungay y Ancash.

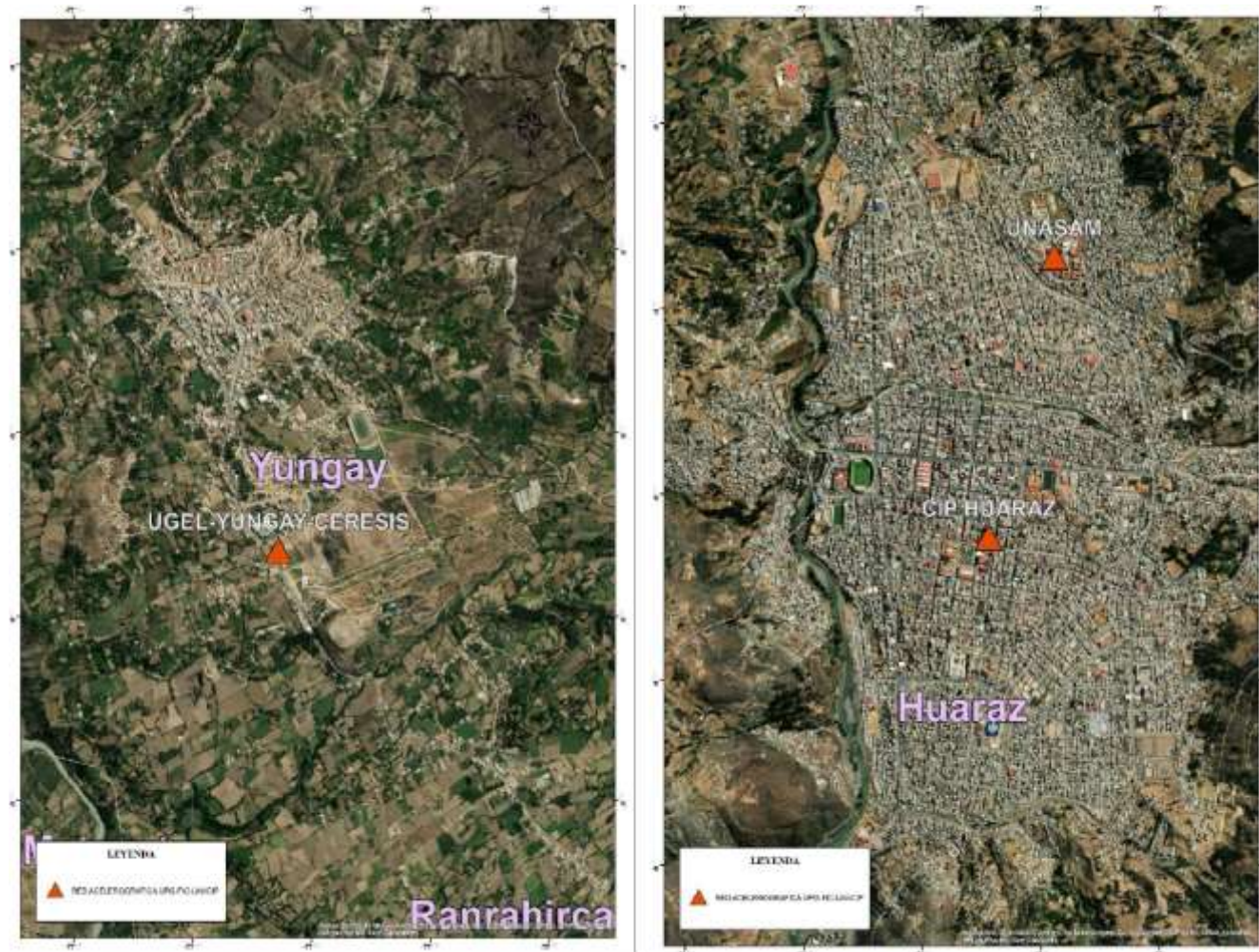


Seis estaciones acelerográficas al 2020



Fuente: Alva, 2020.

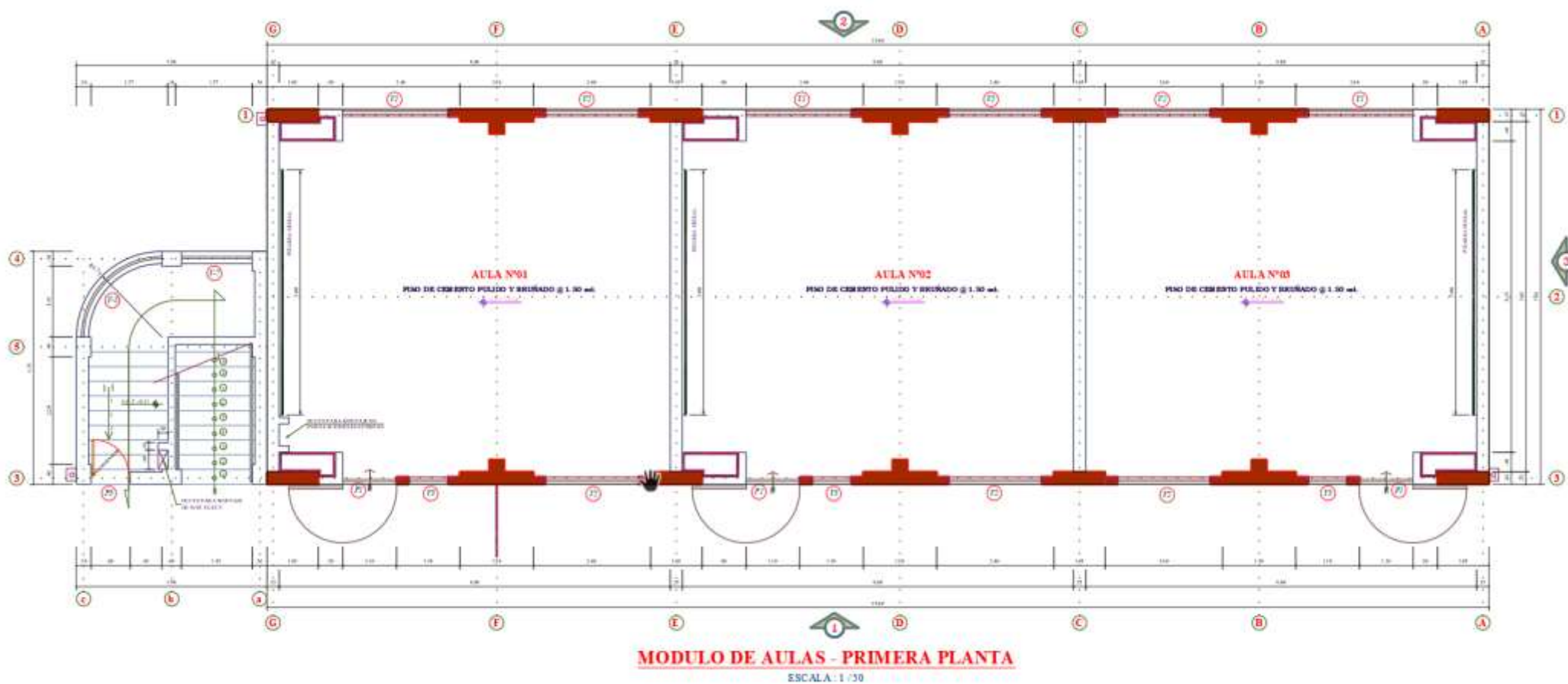
Anexo 34. Estaciones acelerográficas (03): Huaraz y Yungay.



Fuente: Alva, 2020.

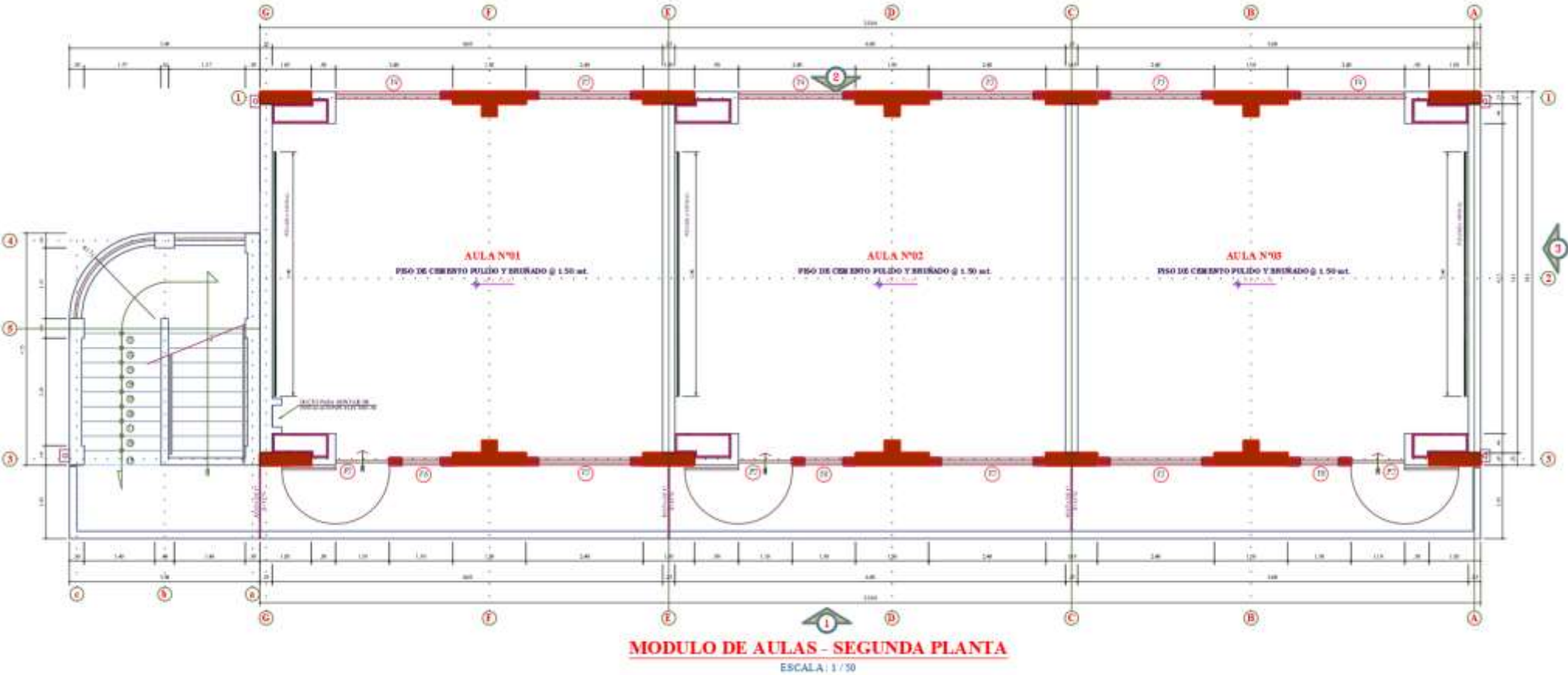
Anexo 35. Planos de elementos diseñados.

Plano 1. Plano arquitectónico en planta del primer nivel del modelo en Civil 3D – 2019.



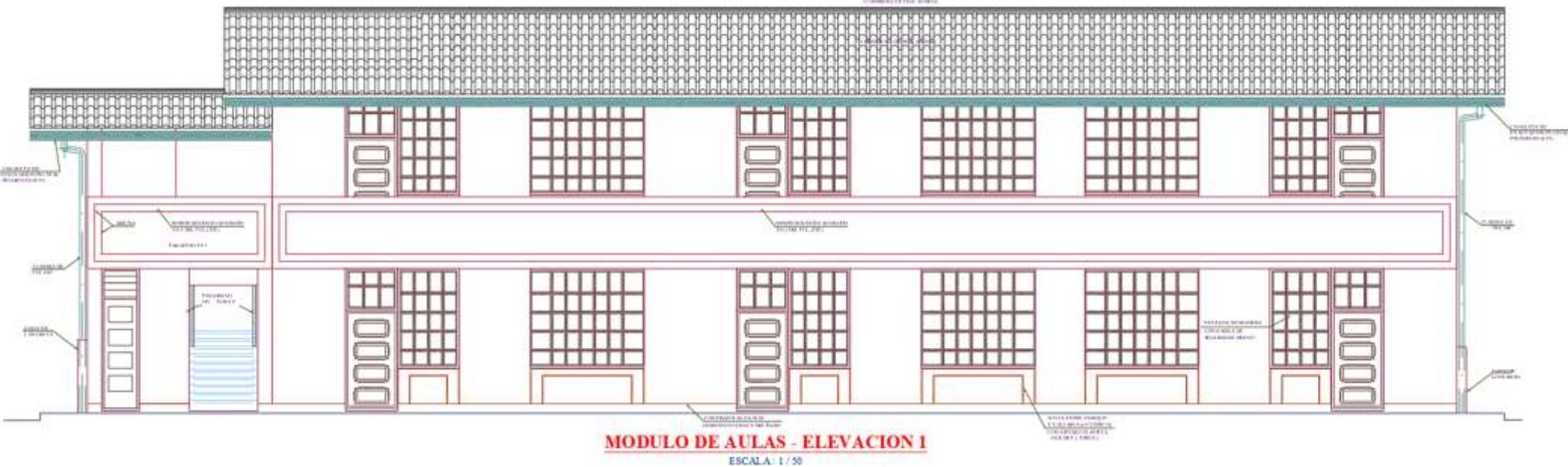
Fuente:

Plano 2. Plano arquitectónico en planta del segundo nivel del modelo en Civil 3D – 2019.



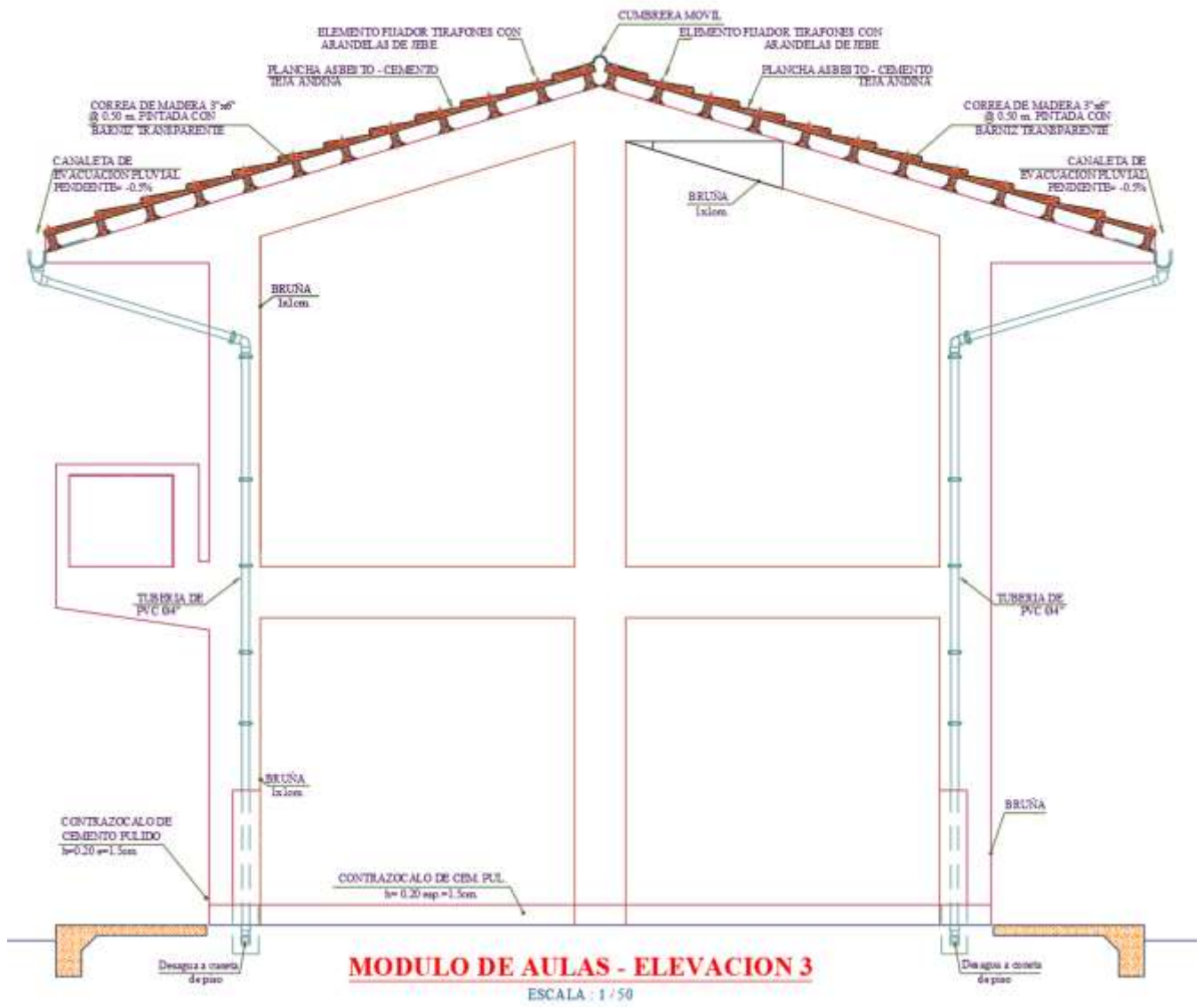
Fuente:

Plano 3. Plano arquitectónico en elevación vista principal del modelo en Civil 3D – 2019.



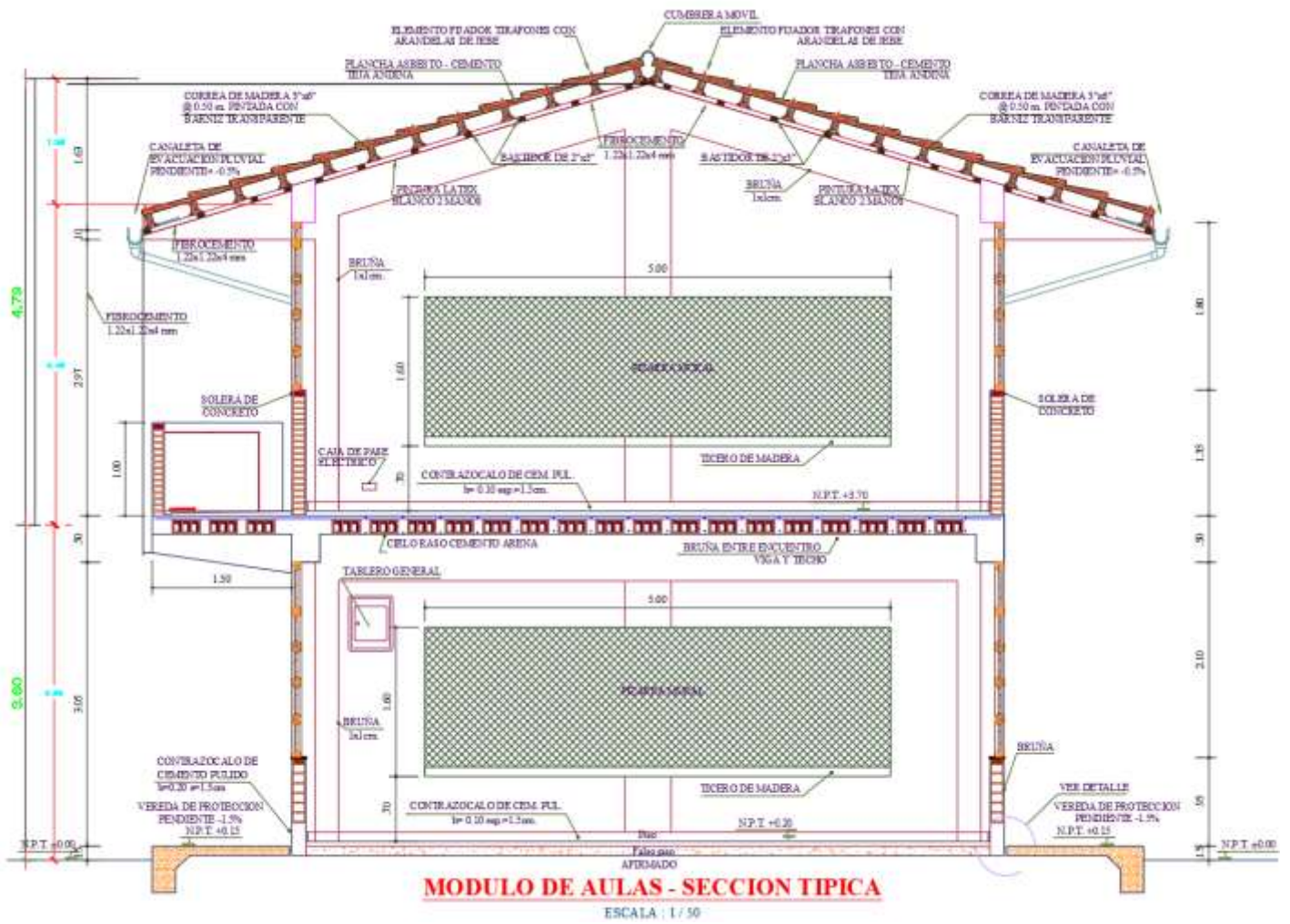
Fuente:

Plano 5. Plano arquitectónico en elevación vista trasversal A - A del modelo en Civil 3D – 2019.



Fuente:

Plano 06. Plano arquitectónico en elevación vista trasversal sección típica del modelo en Civil 3D – 2019.



Fuente:

Anexo 36. Blog metodología utilizada para la evaluación de resonancia por método modal espectral en la edificación La Libertad.

ANÁLISIS DINÁMICO EN ETABS SEGÚN LA NORMA E.030

1.0 Cálculo del peso sísmico efectivo según la norma Peruana E.0.30

El peso sísmico efectivo del efectivo se determina de acuerdo con lo indicado en el artículo 26 de la NTE E.030.

El Peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:	
Tipo	Descripción
A	Edificaciones de categoría A y B, se tomará el 50% de la carga viva
B	Edificaciones de categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
C	En Depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar
D	En Azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.
E	Estructuras de tanques, silos, se considera 100% carga total

De acuerdo con la tabla N°5 de la NTE. E.30 de diseño sismorresistente, Luego debemos usar el ítem que le corresponde del artículo 26 para calcular el peso sísmico efectivo.

tabla N°5 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	FACTOR
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5

	Edificios que almacenen archivos e información esencial del estado.	
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5.

Nota2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

A manera de formula, el peso sísmico efectivo del edificio, P, se determinará como:

$$P = (\text{Peso Propio} + CM) + 0.50 CV + 0.25 CVT$$

En ETABS, esta expresión se ingresa mediante la definición de la mas, "Mass Source", Luego en la ventana de Definición de la fuente de masa ingresamos los datos calculados recientemente.

2.0 Incorporación del espectro de diseño

La incorporación del espectro de diseño obedece estrictamente a la aplicación del artículo 29.2 que permite grafica los valores de Pseudo-aceleracion para un determinado periodo de vibración.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

z = Factor de zona, el cual encontramos en la tabla N°1 de la norma E.030.

Tabla N°1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

U = es el factor de uso, depende de la categoría de la edificación, en este caso del tipo.

S = es el factor de suelo, que tiene que ver con el E.S, de acuerdo a las condiciones locales establecidas en la tabla N°2.

Tabla N°2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 ms a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kpa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Tabla N°3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

R = es el coeficiente de reducción de fuerza sísmica, que depende del sistema estructural y material predominante, como la mayor parte del sistema está compuesto por muros, se iniciara el análisis considerando que se trata de un sistema de Muros Estructurales.

Tabla N°7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R0
Acero:	
Pórtico Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7

Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	8
Pórticos	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

C = es el factor de amplificación sísmica, que depende del periodo del edificio y del suelo. Como este valor de un periodo de tiempo T(s) se puede visualizar en la figura 6-1 la forma que tiene mediante la aplicación de las condiciones indicadas en el artículo 14.

3.0 Calculo automático del cortante dinámico

Es la determinación mediante la incorporación de un espectro de diseño que combinado todos los efectos producidos por las formas modales mediante métodos conocidos de combinación modal se logra obtener un valor para el cortante en la base.

Para determinar este valor, primero debemos establecer casos de carga que incorporan el espectro de diseño.

4.0 Desplazamiento y derivadas de piso NTE. E.030

En Etabs, los desplazamientos son obtenidos de manera visual y en tablas y, las derivadas de piso, que son desplazamientos relativos de cada piso.

Para obtener la seguridad de que nuestro edificio o construcción sea la suficientemente rígida ante las fuerzas laterales, esto es, que no se presentan desplazamientos excesivos en las principales direcciones de análisis, el artículo 5.1 nos indica lo siguiente:

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en el base especificado en el numeral 4.6.4.

De acuerdo a lo indicado

$$\Delta_{inelastico-i} = \left\{ \begin{array}{l} 0.75 R \Delta_{elastico-i} \end{array} \right.$$

Regular

$$R\Delta_{elastico-i}$$

Valores que de acuerdo a la tabla N°11 del artículo 5.2

Tabla N° 11		LIMITES
PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTRE PISO		
Material Predominante	(Δi l hei)	
Concreto armado	0.007	
Acero	0.010	
Albañilería	0.005	
Madera	0.010	
Edificios de concreto armado con muros ductilidad limitada	0.005	

Adicionalmente, la separación, S, entre construcciones adyacentes debe ser de por lo menos lo indicado en el artículo 5.3

$$s = \max\left\{0.6h; \frac{2}{3} \delta n; 3\right\} (cm)$$

5.0 Escalamiento de fuerzas para diseño

Para efectos de diseño, luego de haber realizado el análisis dinámico de la edificación y haber realizado la verificación de la rigidez, la norma indica que debemos verificar que el cortante obtenido mediante (ARTICULO 4.6) debe ser igual o por lo menos como se indica en el artículo 4.6 de la NTE.030.

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

De acuerdo con lo que indica se tiene las siguientes reglas, para escalar el cortante dinámico en la base a los porcentajes mínimos establecidas, entonces:

$$V_{\text{diseño}} \geq \begin{cases} 0.80 V_{FLE} & \text{Regular} \\ 0.90 V_{FLE} & \text{Irregular} \end{cases}$$

6.0 Combinaciones modales según la NTE.030.

El artículo 4.6.3 de la NTE. E.030 nos permite determinar la respuesta, r , del edificio mediante el criterio de combinación modal alternativo que se indica a continuación:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Dicho de otro modo:

$$r = 0.25 (\text{ABS}) + 0.75(\text{SRSS})$$

Dejando para nuestra consideración el cálculo de las respuestas el uso de la combinación cuadrática, CQC. Además, el número mínimo de modos que se deben considerar en un análisis tridimensional será del 03 hasta tener un % de participación de masa modal, PPMM, mínimo del 90% del peso sísmico efectivo calculado, tal como lo indica el artículo 4.6.1

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

7.0 Cálculo del periodo fundamental según la norma E.030.

En este apartado se desarrolla el procedimiento de cálculo del periodo fundamental, T , del edificio para cada dirección principal de análisis. La norma en su artículo 4.5.4 establece dos maneras de calcular el periodo fundamental que aquí se describen a continuación:

7.1 Método aproximado:

Nos sirve para tener una visión global de la rigidez ya que permite calcular de manera aproximada el periodo fundamental del edificio. Como una aproximación rápida se puede establecer que el periodo fundamental del edificio sea igual a:

$$T = 0.1 N, \text{ "N" representa el número de pisos}$$

Nuestra norma nos da su propio formula:

$$T = \frac{h_n}{C_t} (s)$$

Donde, h_n es la altura del edificio en metros, C_t , un factor que varía de acuerdo con el sistema resistente a fuerza lateral.

$G_t =$	{	35	a) pórticos de concreto armado sin muros de corte
			b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes, a momentos, sin arriostramiento.
	{	45	a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras
			b) Pórticos de acero arriostrados.
	{	60	a) para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

De acuerdo con toda esta información brindada, la tabla 12-1 muestra el cálculo aproximado del periodo fundamental para los datos ya conocidos.

7.1 Método exacto

Este método se tiene en cuenta la rigidez de la construcción ya que se basa su cálculo en los desplazamientos producidos por una fuerza horizontal arbitraria aplicada a cada piso. La fórmula sugerida es la que se muestra a continuación:

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

Adicionalmente, cuando el análisis no se considere el efecto de los elementos no estructurales, el valor calculado de, T, será efecto por 0.85

De la formula en mención, P_i es el peso del piso, d_i es el desplazamiento del piso f_i es la fuerza aplicada en el piso, g es la aceleración de la gravedad y n es el número de pisos.

8. Resonancia

Si se iguala la frecuencia de excitación externa (W) con una de las frecuencias naturales del edificio (W_n) se presenta resonancia, porque tiende a crecer los desplazamientos y tiende a infinito.

$W_n = W$	Existe resonancia
$W_n \neq W$	No existe resonancia