



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos  
convencionales – edificio Quispe, Santiago Cusco 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTOR:

Baez Davalos Marilyn Milenca (ORCID: 0000-0001-8167-8304)

ASESOR:

Dr. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## Dedicatoria

En Primer lugar, a Dios, por darme fortaleza y sabiduría en todo el proceso de mi formación profesional, a mis padres Mario, Angelica y mi hermano Alison por brindarme su confianza y apoyo incondicional en todo momento.

## Agradecimiento

A Dios por darme fortaleza para seguir con mis objetivos, a mis padres y mi hermano por su apoyo incondicional a pesar de las adversidades y por los buenos valores que me inculcaron para ser una persona de bien.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Acta de aprobación de la tesis .....	iv
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	v
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	vi
Declaratoria de Originalidad del Autor .....	vii
Índice de tablas .....	xi
Índice de gráficos y figuras .....	xiii
Resumen .....	xiv
Abstract .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
II. MARCO TEORICO .....	20
III. METODOLOGÍA .....	29
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	29
3.1.1. Método: científico .....	29
3.1.2. Tipo: aplicada. ....	29
3.1.3. Nivel: explicativo. ....	30
3.1.4. Diseño: cuasi experimental. ....	30
3.2. Variables y Operacionalización .....	31
3.2.1. Variable 1 .....	31
3.2.2. Variable 2 .....	31
3.2.3. Matriz de operacionalización de variables. ....	31
3.3. Población, muestra y muestreo (incluir criterios de selección) .....	32
3.3.1. Población .....	32
3.3.2. Muestra .....	32

3.3.3. Muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	33
3.4.1. Técnica .....	33
3.4.2. Instrumentos .....	33
3.4.3. Validez .....	33
3.4.4. Confiabilidad.....	34
3.5. Procedimientos .....	35
3.5.1. Estudios previos .....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	36
3.6.1. Cuantificación de los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.....	36
3.6.2. Estimación de los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales...	41
3.6.3. Determinación de la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.....	46
3.6.4. Determinación de la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales.....	49
3.7. Aspectos éticos .....	49
IV. RESULTADOS .....	50
4.1. Cuantificación de los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.....	50
4.2. Estimación de los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.....	51
4.3. Determinación de la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.....	52

4.4. Determinación de la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales.....	53
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS .....	63

## Índice de tablas

Tabla 1: Límites para la distorsión de entrepiso.....	27
Tabla 3: Rango de validez.....	33
Tabla 4: Validez.....	34
Tabla 5: Rango de confiabilidad.....	34
Tabla 6: Parámetros sísmicos de la edificación.....	35
Tabla 7: Ensayos de laboratorio de suelos.....	36
Tabla 8: Desplazamientos en la dirección "X" mediante un análisis sísmico estático.....	38
Tabla 9: Desplazamiento en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico estático. .....	38
Tabla 10: Desplazamiento en la dirección "X" mediante un análisis sísmico modal espectral.....	39
Tabla 11: Desplazamiento en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico modal espectral.....	40
Tabla 12: Distorsiones de entrepiso en la dirección "X" mediante un análisis sísmico estático.....	42
Tabla 13: Distorsiones de entrepiso en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico estático.....	43
Tabla 14: Distorsiones de entrepiso en la dirección "X" mediante un análisis sísmico modal espectral.....	44
Tabla 15: Distorsiones de entrepiso en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico modal espectral.....	45
Tabla 16: Fuerza cortante basal en la dirección "X" mediante un análisis sísmico estático.....	46
Tabla 17: Fuerza cortante basal en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico estático.....	46
Tabla 18: Fuerza cortante basal en la dirección "X" mediante un análisis sísmico modal espectral.....	47
Tabla 19: Fuerza cortante basal en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico modal espectral.....	48

Tabla 20: Respuesta sísmica en función de los máximos valores de desplazamiento, distorsiones y fuerza cortante basal.....	49
Tabla 21: Resultados de desplazamiento laterales .....	50
Tabla 22: Resultados de distorsiones de entrepiso.....	51
Tabla 23: Resultados de fuerza cortante.....	52
Tabla 24: Resultados de la respuesta sísmica en función de los desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima.....	53



## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Daños del terremoto en Cusco de 1950.....	17
Figura 2: Edificio Quispe. ....	17
Figura 3: Conjunto de fuerzas equivalentes por piso. ....	25
Figura 4: Modelo dinámico con grados de libertad.....	26
Figura 5: Desplazamientos del nivel de techo y alturas de entrepiso.....	27
Figura 6: Análisis sísmico, ETABS vs 19. ....	37
Figura 7: Desplazamiento vs. piso en "X" (análisis sísmico estático). ....	38
Figura 8: Desplazamientos vs. piso en "Y" (análisis sísmico estático). ....	39
Figura 9:Desplazamientos vs. piso en "X" (análisis sísmico modal espectral) ....	40
Figura 10: Desplazamientos vs. piso en "Y" (análisis sísmico modal espectral). .	41
Figura 11: Derivas en "X" (análisis sísmico estático). ....	42
Figura 12: Deriva en "Y" (análisis sísmico estático). ....	43
Figura 13: Deriva en "X" (análisis sísmico modal espectral). ....	44
Figura 14: Deriva en "Y" (análisis sísmico modal espectral). ....	45
Figura 15: Fuerza cortante en "X" (análisis sísmico estático).....	46
Figura 16: Fuerza cortante en "Y" (análisis sísmico estático).....	47
Figura 17: Fuerza cortante en "X" (análisis sísmico modal espectral).....	47
Figura 18: Fuerza cortante en "Y" (análisis sísmico modal espectral).....	48
Figura 19: Respuesta sísmica edificio Quispe.....	49
Figura 20: Desplazamientos laterales. ....	50
Figura 21: Distorsiones de entrepiso.....	51
Figura 22: Fuerzas cortantes en la base de cada nivel. ....	52
Figura 23: Respuesta sísmica.....	53

## Resumen

La presente investigación titula: “Respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales – edificio Quispe, Santiago Cusco 2021” fijó por objetivo: Determinar la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021. Como metodología, se aplicó el método científico del tipo: aplicada, del nivel: explicativo y diseño: cuasi experimental.

Los resultados obtenidos fueron: Mediante un análisis estático el máximo desplazamiento es de 7.29cm en “X” y 4.48cm en “Y”, por consiguiente, la deriva máxima es 0.005761 en “X” y 0.003795 en “Y” finalmente la fuerza cortante mayor es de 53.14tonf, asimismo, mediante un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en “X” y 3.09cm en “Y”, 0.05272 en “X” y 0.003152 en “Y” y 44.13tonf en “X” y 34.72tonf en “Y”.

La investigación muestra como conclusión que el edificio permanece dentro del campo lineal y de los parámetros permitidos de la norma técnica peruana E030 diseño sismorresistente, mediante los métodos: análisis sísmico estático y análisis sísmico modal espectral, por lo tanto, la respuesta sísmica del edificio Quispe es positiva.

Palabras claves: desplazamientos laterales, derivas de entrepiso, fuerzas cortantes, respuesta sísmica.

## **Abstract**

This research is entitled: "Seismic response in multi-family buildings using conventional methods - Quispe building, Santiago Cusco 2021" set the objective: To determine the seismic response in multi-family buildings using conventional methods - Quispe Building, Santiago Cusco 2021. As a methodology, the scientific method of the type: applied, of the level: explanatory and design: quasi-experimental.

The results obtained were: Through a static analysis the maximum displacement is 7.29cm in "X" and 4.48cm in "Y", therefore, the maximum drift is 0.005761 in "X" and 0.003795 in "Y", finally the shear force greater is 53.14tonf, likewise, by means of a spectral modal analysis there are 6.04cm in "X" and 3.09cm in "Y", 0.05272 in "X" and 0.003152 in "Y" and 44.13tonf in "X" and 34.72tonf in "Y".

The investigation shows as a conclusion that the building remains within the linear field and the allowed parameters of the Peruvian technical standard E030 earthquake resistant design, through the methods: static seismic analysis and spectral modal seismic analysis, therefore, the seismic response of the Quispe building. is positive.

Keywords: lateral displacements, mezzanine drifts, shear forces, seismic response.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel mundial, el Perú es uno de los países de mayor actividad sísmica, debido a que está relacionado con el proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca) que se encuentra debajo de la placa continental (Sudamericana), este proceso es causante de la actividad sísmica, volcánica y efectos asociados, Tavera (2018). El “Análisis Dinámico Lineal del Edificio de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional Aplicando los Métodos: Modal Espectral y Tiempo Historia, Mediante Uso de Paquetes Computacionales”, permite conocer la respuesta la estructura ante una acción sísmica, donde se obtuvo como resultado que en ambos casos las derivas superan la máxima deriva inelástica permitida, por lo tanto, no cumple con los requerimientos de la norma ecuatoriana (pág. 185), Jara (2017).

El “Análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada de 7 pisos usando resistencias variables a la compresión – San Juan de Lurigancho, 2018”, da a conocer que a mayor resistencia reduce los desplazamientos y mejora el comportamiento de la estructura, esto ocurre en el análisis estático, análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo – historia (pág. 149), Marcas (2018).

Los **problemas relacionados** con la acción sísmica en Cusco son en el diseño estructural de cada edificio multifamiliar, debido a que existe un gran porcentaje de edificios multifamiliares que no son analizadas sísmicamente, sin embargo, muchas personas desconocen del peligro sísmico latente que es la falla Tambomachay ubicado a 4 km de la Ciudad del Cusco.

Estos problemas de asesoría técnica se presentan desde años pasados a pesar del sismo ocurrido en la fecha 21 de mayo de 1950 que produjo grandes daños en la ciudad del Cusco, por lo tanto, es posible que se genere graves daños en las edificaciones multifamiliares existentes que no tienen un diseño sismorresistente.

Los daños que se generan ante la acción de un sismo se presentan con desprendimientos de material superficial de los elementos estructurales, seguidamente con la falla de las mismas hasta el punto de colapso, el cual perjudica

directamente a los usuarios del edificio multifamiliar, ya sea con pérdidas humanas o daños materiales.

Una alternativa de solución es mediante una estructuración correcta cumpliendo con la Norma Técnica Peruana (Reglamento Nacional de Edificaciones), el cual nos da parámetros de diseño para que la estructura funcione de manera positiva ante una acción sísmica minimizando los daños de la propiedad.



Figura 1: Daños del terremoto en Cusco de 1950.



Figura 2: Edificio Quispe.

Como se observa los métodos convencionales y la respuesta sísmica; por eso se considera como **realidad problemática** el hecho de que en la actualidad los propietarios del sector vivienda (casas, edificios multifamiliares) no tienen conocimiento de que el Perú es un país con peligro sísmico latente, por lo tanto, no

contratan los servicios de un profesional tanto para el diseño sismorresistente y para la ejecución, por temas de costos.

Analizando la **realidad problemática** es preciso la formulación del problema, considerando como **problema general**: ¿Cuál es la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales – Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021?, Como **problemas específicos**; **la primera** ¿Qué valores alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021? **La segunda** ¿Qué valores alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021? y **la tercera** ¿Cuánto es la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021?

Continuando la secuencia del nuevo esquema de proyectos de investigación se muestra la **justificación del problema** desde el punto de vista **teórico**, la investigación tiene como finalidad preservar la vida humana y daños materiales ante una acción sísmica, debido a que en el Cusco se encuentra la falla Tambomachay que constituye uno de los generadores de peligro sísmico latentes por la constante actividad que ha generado esta falla en los últimos años. Desde la perspectiva **práctica**, la investigación nos dará resultados de la respuesta sísmica del edificio multifamiliar mediante dos tipos de análisis sísmicos, estático y modal espectral, el cual permitirá saber si la edificación es segura o habrá daños importantes. Finalmente, en lo **metodológico**, se conoce que en su mayoría los edificios multifamiliares no tienen un diseño sismorresistente, sin embargo, con esta investigación se quiere llegar a demostrar que es importante que toda estructura tenga un diseño estructural sismorresistente, cumpliendo con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

La respuesta sísmica del edificio multifamiliar ayudará a tomar precauciones para realizar un reforzamiento antes de la ocurrencia de un sismo, en caso de que sea necesario.

La investigación fija como **objetivo general**: Determinar la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021, como **objetivos específicos**, la **primera**: Cuantificar los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021, la **segunda**: Estimar los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021 y la **tercera**: Determinar la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021.

Planteado los problemas y fijado los objetivos se formula la **hipótesis**, teniendo como **hipótesis general**: La respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales es positiva- Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021, las **hipótesis específicas**: la **primera**: Los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales son mínimos - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021, la **segunda**: Los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales están dentro de los parámetros permitidos - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021 y la **tercera**: La fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales es alta - Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021 .

## II. MARCO TEORICO

En los trabajos previos como **antecedentes nacionales**, según Terrones et al (2018), en la tesis de grado **titulado** “Análisis comparativo del comportamiento estructural basado en solicitaciones sísmicas de una edificación de concreto armado según NTP-E030-2018, NCH433-2012 y NEC-SE-DS-2015”, fijo como **objetivos**: Efectuar un análisis comparativo entre las tres normas mencionadas con el fin de conocer la norma que ofrece mayor seguridad ante una solicitación sísmica.

Aplicando una **metodología** del tipo aplicada, de nivel explicativo, diseño de investigación cuasi experimental y la población de estudio viene a ser un edificio de oficinas, obtuvo los **resultados** siguientes: con la NTP-E030-2018 mediante un análisis estático se determinó la cortante basal: 11447.747 Tn, máximo desplazamiento: 0.509cm y deriva de entre piso máximo: 0.00557 en “Y” y mediante un Análisis Dinámico se tiene como resultado de cortante: 847.293Tn en “Y”, máximo desplazamiento: 0.419cm y derivas de entrepiso máximo: 0.00459 en “X”, asimismo, mediante la NEC-SE-DS-2015 con un análisis estático se determinó la cortante basal: 1051.471Tn en “X” y “Y”, máximo desplazamiento 0.576cm y deriva máxima de entre piso: 0.00618 en “Y” y con un análisis dinámico se tiene como resultado de cortante: 758.545Tn en “Y”, máximo desplazamiento: 0.501cm y deriva máxima de entrepiso: 0.00539 en “X”, luego con la norma NCH43-2012 se determinó la cortante basal: 732.638Tn en “X” y “Y”, máximo desplazamiento:0.320cm y deriva máxima de entrepiso 0.00914 en la “Y”, mediante un análisis dinámico se tiene la cortante: 921.785Tn en “Y”, máximo desplazamiento: 0.476cm y deriva máxima de entrepiso: 0.00136 en “X”.

Finalmente, fija como **conclusiones**: los resultados permitieron saber que la norma peruana es más rigurosa en cuanto a los parámetros sísmicos a diferencia de las otras normas ya mencionadas. Luego se tiene a Silva et al (2019) en la tesis de grado **titulado**: “Respuestas Sísmicas para un Edificio de Sistema de Muros Estructurales Ubicado en el Distrito de San Miguel, Comparando La Norma E030 Y La Nch433.Of1996 - Año 2019”, fijó como **objetivos**: Realizar un análisis



comparativo de la respuesta sísmica, con el fin de conocer el comportamiento sísmico de un edificio de sistema de muros estructurales.

Aplicando una **metodología** del tipo aplicada, de nivel explicativo, con un diseño de investigación no experimental y la población de estudio viene a ser un edificio para centro comercial, el cual obtuvo los **resultados** siguientes: la NTP E030 tiene como mayor desplazamiento 26.23cm y la norma chilena 13.55 en la dirección “X”, asimismo se tiene como deriva máxima 0.00691 y 0.00631 en la dirección “X” y los valores de las fuerzas cortantes son 646.38tn y 246.50tn.

Finalmente, fija como **conclusiones**: la norma peruana muestra valores muy conservadores, mientras que la norma chilena tiene resultados más reales porque se consolidó con la historia sísmica del país.

Seguidamente, Espinoza et al (2018) en la tesis de grado **titulado**: “Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018”, fijó como **objetivos**: Realizar un análisis sísmico mediante los dos métodos de un edificio de 16 pisos en Lima, seguidamente comparar las respuestas sísmicas.

Aplicando una **metodología** del tipo aplicada, investigación no experimental y la población es un edificio multifamiliar, obtuvo los **resultados** siguientes: en cuanto a desplazamiento laterales máximos se obtuvo 24.10cm mediante un análisis tiempo-historia y 3.75cm con un análisis modal espectral en la dirección “Y”, asimismo, se obtuvo derivas máximas de 0.0059 y 0.0017 en la dirección “Y” y las fuerzas cortantes son 1084.84tonf y 8312.47tonf en la dirección “Y”.

Finalmente, fija como **conclusiones**: la estructura cumple con los requisitos de la norma, sin embargo, el método de análisis tiempo-historia supera en resultados al método modal espectral ya que este trabaja con registros sísmicos que se suscitaron en el lugar del proyecto.

También Núñez (2018) en el **artículo** titulado “Análisis comparativo de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: “Duales Versus Diagrid” fijo como **objetivos** paragonar la respuesta sísmica de un edificio de seis niveles de un sistema Dual y un sistema Diagrid de concreto armado mediante un análisis modal.

Aplicando una **metodología** de tipo aplicada, diseño de investigación no experimental y la población es una edificación de seis niveles, obtuvo los **resultados** siguientes: el sistema Diagrid tipo A (cada dos pisos) se desplaza el 61% del sistema Dual en el eje X y en el eje Y son similares, asimismo el sistema Diagrid tipo B (cada cuatro pisos) se desplaza aproximadamente la mitad del sistema Dual en ambos ejes. Finalmente, fija como **conclusiones**: se ha demostrado que el sistema estructural Diagrid tipo A y B son más eficientes que es sistema convencional (pórticos con muros estructurales) ya que el sistema Diagrid tiene menor desplazamiento que el modelo convencional.

Finalmente, Olarte et al (2019) en el **artículo** titulado: “Análisis dinámico y técnicas de reforzamiento en estructuras de infraestructura educativa” fijo como **objetivos** realizar un análisis dinámico de estructuras de albañilería confinada y pórticos de concreto armado y proponer técnicas de reforzamiento.

Aplicando la **metodología** del tipo aplicada donde la población es una infraestructura educativa, obtuvo los **resultados** siguientes: el máximo desplazamiento es de 4.10cm en el tercer nivel, asimismo, la distorsión de entrepiso máxima es de 0.005 en le segundo nivel, ambos en la dirección X-X, finalmente fija como **conclusiones**: estos valores se encuentran por debajo del límite considerado por la norma, asimismo la configuración estructural presenta irregularidades estructurales en planta y elevación, por lo tanto, para mejorar el comportamiento sísmico se recomienda independizar el modelo octogonal del rectangular.

En los trabajos previos como **antecedentes internacionales**, según Jara et al (2017) en la tesis de grado **titulado**: “Análisis dinámico lineal del edificio de la facultad de ingeniería en sistemas de la escuela politécnica nacional aplicando los métodos: modal espectral y tiempo historia, mediante el uso de paquetes computacionales”, fijo como **objetivos**: conocer el comportamiento del edificio mediante un análisis dinámico lineal con el uso de programas computacionales.

Aplicando una **metodología**, se aplicó el método científico del tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño: cuasi experimental, donde se obtuvo los **resultados** siguientes: para desplazamiento máximo se tiene 9.78cm y deriva máxima de

0.0246 por el método modal espectral y 10.16cm y 0.0221 por el método tiempo historia.

Finalmente, fija como **conclusiones** que en ambos métodos las derivas superan la máxima deriva permitida por lo que se concluye que la edificación no cumple con los parámetros de la norma ecuatoriana, asimismo, las respuestas del ETABS con respecto a Matlab difieren aproximadamente de 3% a 8% el cual se considera un error relativo aceptable. Luego se tiene a Bedecarratz (2018) en la tesis de grado **titulado**: “Modelación No Lineal de un Edificio de Hormigón Armado y Aplicación de Metodología de Diseño por Desempeño”, fijó como **objetivos**, modelar un edificio de hormigón armado que tuvo daños en el terremoto del 27F y aplicar el método de diseño por desempeño para evaluar si un modelo no-lineal hubiera permitido anticipar el daño real.

Aplicando una **metodología** del tipo aplicada, diseño de investigación cuasi experimental y la población viene a ser un edificio habitacional donde se obtuvo los **resultados** siguientes: la estructura real tiene un desplazamiento de 10cm y 25cm de rango y las derivas máximas son 0.002 y 0.004 para una altura de 60m, asimismo, mediante un análisis estático no lineal para un desplazamiento de 14cm se obtuvo una deriva de 0.0024 donde ya se puede visualizar que un elemento estructural alcanza el límite.

Finalmente, fija como **conclusiones**: que realizando un análisis estático no lineal o un dinámico no lineal, se hubiera prevenido el daño real de la edificación ya que ambos análisis muestran resultados similares.

Seguidamente, Mora et al (2018) en la tesis de grado **titulado**: “Análisis comparativo del sistema estructural sismorresistente empleado en Ecuador vs. el empleado en Estados Unidos” fijó como **objetivos**: Analizar y comparar un diseño de un sistema tradicional de hormigón armado aplicado en Ecuador, en EE.UU. y el sistema únicamente gravitacional.

Aplicando una **metodología** del tipo aplicada, investigación cuasi experimental y la población viene a ser el hotel Patricio's, donde se obtuvo los **resultados** siguientes: mediante un análisis estático se obtuvo un periodo de 1.129s, peso de 6628.08tn y cortante de 696.907tn para MEE, y para MEEU se obtuvo un periodo de 1.288, peso

6197.55n y cortante de 571.196tn, asimismo para un análisis dinámico mediante MEE se obtuvo un periodo de 1.203s, peso de 1893.24tn, cortante en X 592.501tn y en Y 592.772tn, asimismo para MEEU el periodo es de 5888.87s, peso 1650.59tn, cortante en X 486.365tn y en Y 485.593tn.

Finalmente, fija como **conclusiones**: el MEE trabaja con mayor peso que el MEEU eso se puede ver en el cálculo de la cortante basal, mientras que el SUG solo considera cargas verticales, esto también repercute en el control de derivas, por lo cual, el MEE responde mejor ante un evento sísmico a diferencia del MEEU, sin embargo, el diseño únicamente gravitacional es un peligro para la estructura.

También Buendía et al (2019) en la revista Ingeniería Sísmica **titulado**: “Análisis de los daños en viviendas y edificios comerciales durante la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre de 2017” fijo como **objetivos** conocer los diferentes efectos incluyendo la intensidad de movimiento que pudieron haber causado los daños.

Aplicando una **metodología** del tipo aplicada, donde la población viene a ser la zona de Axochiapan, Puebla. Obtuvo los **resultados** siguientes: aproximadamente 1132 registros fue en el sector vivienda (casas, edificios, etc.) la afectación fue desde daños superficiales, estructurales hasta colapsos totales, este sector representa el 58% de las estructuras analizadas. Finalmente, fija como **conclusiones** que las edificaciones para viviendas fueron los más afectados, asimismo, se pudo observar que las estructuras tuvieron un mal diseño, ya que al realizar el análisis sísmico se pudo observar que la aceleración del sismo estuvo por debajo de las aceleraciones de diseño que manda el reglamento.

Finalmente, Segovia et al (2018) en el artículo de revista ingeniería de construcción **titulado**: “Enfoque para el análisis estructural y protección sísmica de edificaciones patrimoniales, a partir de la caracterización de sus particularidades técnicas” fijo como **objetivos**: conservar el bien cultural cumpliendo con el reglamento colombiano de construcción sismorresistente, usando métodos de elementos finitos.

Aplicando una **metodología** el tipo aplicada, donde la población viene a ser un grupo de iglesias de doctrina del Altiplano Cundiboyacense colombiano, obtuvo los siguientes **resultados**: que las edificaciones patrimoniales son únicas e irrepetibles

por sus propias particularidades, asimismo, al reemplazar la cubierta de chusque, mortero de cal y teja de barro por fibrocemento y teja de barro aminora la masa en un 6% por lo tanto, disminuye la cortante basal. Finalmente, fija como **conclusiones** que las edificaciones patrimoniales tienen su propia particularidad, el cual no permite comparar el desempeño estructural, de tal manera cada patrimonio necesita un análisis profundo para conocer su comportamiento sísmico.

Con respecto a las **teorías relacionadas al tema** se verificaron conceptos que corresponden a las variables y sus respectivas dimensiones.

Sobre la variable 1: **Métodos Convencionales**: Los métodos convencionales son alternativas para realizar diferentes maneras de análisis, evaluación y determinación de los datos que se quiere obtener.

Esta variable a su vez estructurada mediante sus **dimensiones** que en este caso resultan ser como **dimensión 1, Análisis Estático**: Como plantea el Rochell (2012) también llamado método de la fuerza horizontal equivalente el cual se usa en edificaciones regulares e irregulares con un rango de amanezca sísmica baja (p. 108).

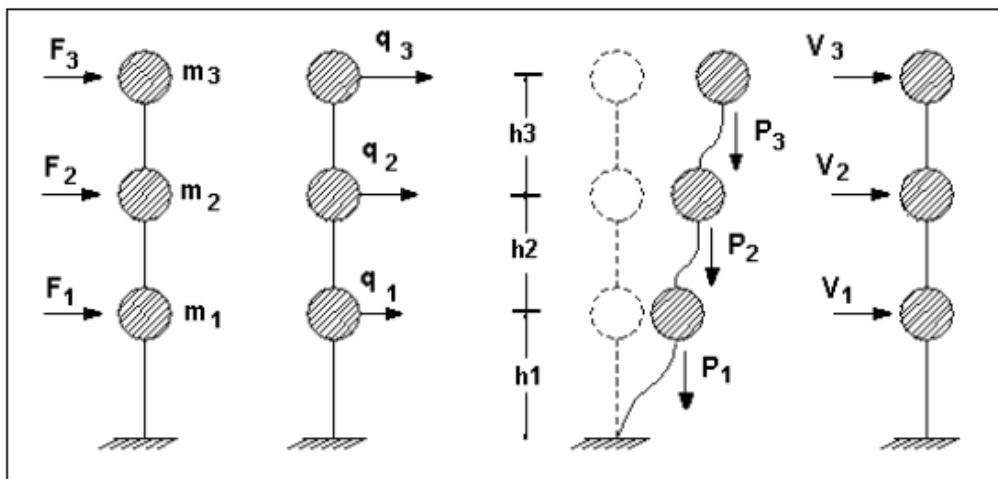


Figura 3: Conjunto de fuerzas equivalentes por piso.  
Fuente: Aguiar (2008)

En la segunda se considera la **dimensión 2: Análisis Modal Espectral**: Según Villarreal (2009) se basa en la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales del movimiento de las masas, quiere decir al número de parámetros que determinan la ubicación de masas de la edificación ante probabilidades de deformaciones elásticas, (p. 295).

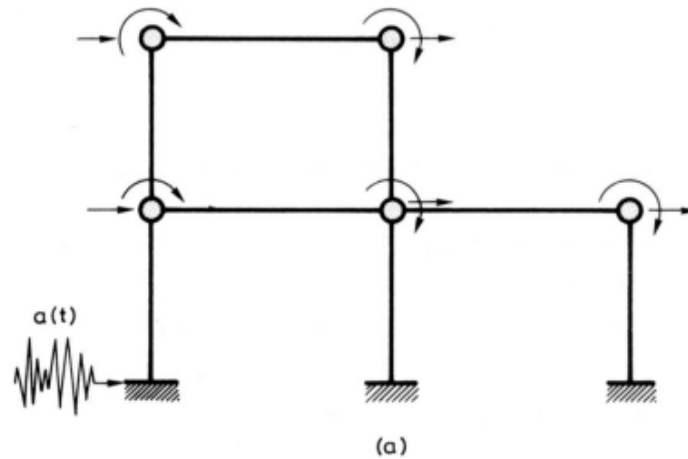


Figura 4: Modelo dinámico con grados de libertad.  
Fuente: Cassano (2009)

Sobre la variable 2: **Respuesta Sísmica**: Según Oviedo (2006) La respuesta sísmica debe disipar la energía proveniente del sismo controlando su deformación de la estructura analizada (p. 106).

La respuesta sísmica se obtendrá a través de los cálculos y modelamiento en el programa ETABS versión 18, donde se obtendrá valores de desplazamiento, distorsiones de entre piso y la cortante basal mediante un análisis sísmico estático y modal espectral.

Esta variable a su vez estructurada mediante sus **dimensiones** que resultan ser como **dimensión 1, Desplazamientos Laterales**: como plantea el RNE (2018) para estructuras regulares los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por  $0.75R$  y para estructuras irregulares  $0.85R$  los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas (Art.31.1). Asimismo, INIFED (2015), plantea que toda estructura deberá separarse de sus linderos una distancia no menor que el desplazamiento lateral máximo calculado para el nivel correspondiente.

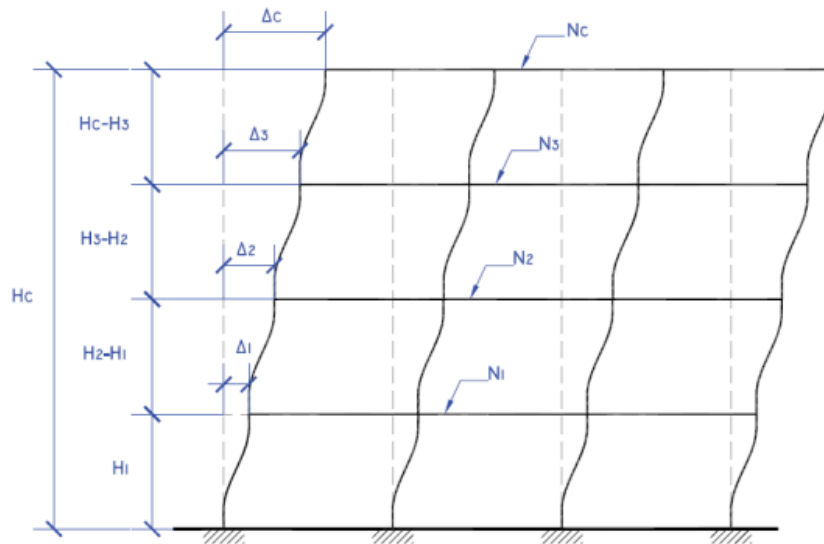


Figura 5: Desplazamientos del nivel de techo y alturas de entrepiso.  
Fuente: (2008)

En la segunda se considera la **dimensión 2: Distorsiones de entrepiso**, como plantea el RNE (2018) se determina a partir del desplazamiento relativo de entrepiso entre la altura de cada entrepiso, en la tabla siguiente se muestra el límite de deriva de entrepiso para concreto armado.

Tabla 1: Límites para la distorsión de entrepiso.

Límites para la distorsión de entrepiso	
Material predominante	$(\Delta_i/h_{ei})$
Concreto Armado	0.007
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: RNE (Reglamento nacional de edificaciones., 2018)

En la tercera se considera la **dimensión 3: Fuerza cortante basal**, como plantea el RNE (2018) La fuerza cortante total en la base de la estructura correspondiente a la dirección considerada, se determina de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \dots\dots\dots (Ec. 2.1)$$

El valor de C/R no debe considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \dots\dots\dots (Ec. 2.2)$$

Donde:

V: Fuerza cortante en la base de la estructura.

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso.

C: Factor de amplificación sísmica.

S: Factor de suelo.

R: Factor de reducción sísmica.

P: Peso sísmico.



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

##### 3.1.1. Método: científico.

Según Baena (2017) es una técnica que propone formular problemas o preguntas relacionados con la observación de la realidad y los antecedentes existentes; anticipa soluciones (hipótesis) a los problemas formulados y contrasta con la realidad dichas hipótesis, (p. 33).

La investigación se iniciará con el conocimiento de los siguientes datos: metrado de cargas, capacidad portante del suelo, propiedades del concreto y acero, dimensiones de los elementos estructurales del edificio, seguidamente se procederá con el análisis sísmico del edificio Quispe ubicado en el Distrito de Santiago – Cusco, mediante métodos convencionales mencionados a continuación: Análisis sísmico estático y análisis sísmico modal espectral.

Según estas consideraciones, en esta investigación se aplicará el método ***científico***.

##### 3.1.2. Tipo: aplicada.

Según Morlote et al (2004) es aplicada cuando el investigador busca resolver el problema concreto una vez verificado y obtenido el conocimiento correspondiente, (p. 01).

Para determinar la Respuesta Sísmica del Edificio Quispe ubicado en el Distrito de Santiago, se emplearán los siguientes métodos convencionales: Análisis Sísmico Estático, donde se aplicará fuerzas laterales en los diferentes niveles de la edificación y Análisis Sísmico Modal Espectral, donde se realizará una simulación sísmica a través de un espectro de pseudo - aceleraciones.

Conforme a la teoría revisada, esta investigación se clasifica del tipo ***aplicada***.

### **3.1.3. Nivel:** explicativo.

Según Hernández (2014) va más allá de un concepto, fenómeno o de relaciones entre conceptos; es decir, se centra en explicar el porqué de la ocurrencia de un fenómeno, como se presenta o por qué hay relación entre dos o más variables (p. 95).

La investigación se determinará bajo dos métodos convencionales; con el objetivo de conocer la respuesta sísmica con respecto a los desplazamientos laterales, distorsiones de entrepiso y fuerza cortante del edificio Quispe.

Bajo este análisis la investigación corresponde al nivel ***explicativo***.

### **3.1.4. Diseño:** cuasi experimental.

Según Ñaupas et al (2018) es un diseño que trabaja con grupos ya formados, es decir, su validez interna es mínima debido a que no existe control de las variables desconocidas. Este diseño aplica a grupos que no se pueden formar aleatoriamente, pero pueden manejar la variable experimental (p. 362).

El diseño mostrará la manipulación de la variable Respuesta Sísmica mediante dos métodos convencionales, donde se determinará los valores de desplazamientos laterales, distorsiones de entrepiso y la fuerza cortante basal con el uso del software ETABS vs 2018.

Según este análisis, el diseño a aplicar en la presente investigación será diseño ***cuasi experimental***.

## **3.2. Variables y Operacionalización**

### **3.2.1. Variable 1: Métodos Convencionales**

#### **Definición conceptual.**

Los métodos convencionales son alternativas para realizar diferentes maneras de análisis, evaluación y determinación de los datos que se quiere obtener.

#### **Definición operacional.**

Los métodos convencionales se operacionalizan mediante sus dimensiones que representan el Análisis Sísmico Estático y Análisis sísmico Modal Espectral; a su vez cada una de estas dimensiones se subdividen en tres indicadores.

### **3.2.2. Variable 2: Respuesta Sísmica**

#### **Definición conceptual.**

La respuesta sísmica debe disipar la energía proveniente del sismo controlando su deformación de la estructura analizada Oviedo (2006), (p.106).

#### **Definición operacional.**

La respuesta sísmica se operacionaliza mediante sus dimensiones que representan: Desplazamientos laterales, Distorsiones de entrepiso y Fuerza cortante basal; a su vez cada una de estas dimensiones se subdividen en tres indicadores.

### **3.2.3. Matriz de operacionalización de variables.**

Ver anexo 01.

### **3.3. Población, muestra y muestreo (incluir criterios de selección)**

#### **3.3.1. Población**

Según Rodríguez (2011) es un conjunto total de un sector que es objeto de investigación, para una investigación cuantitativa es un número exacto, (p. 146).

En la presente investigación la población está conformada por 18 edificios multifamiliares entre 5 y 6 niveles, ubicados en el Distrito de Santiago – Cusco.

#### **3.3.2. Muestra.**

Según Cárdenas (2018) define que la muestra es una parte reducida de lo que representa una población, (p. 28).

En la presente investigación la muestra estará conformada por el edificio multifamiliar Quispe de 6 niveles.

#### **3.3.3. Muestreo.**

Según Gallardo (2017) considera que el muestreo *no probabilístico* es un procedimiento que no utiliza la ley del azar ni calcula probabilidades, es decir, desconoce la probabilidad de elegir un solo individuo, por lo tanto, no se puede conocer el nivel de confiabilidad de los resultados de la investigación (p. 66).

En la presente investigación se empleó el muestreo ***no probabilístico***.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 3.4.1. Técnica: Observación directa.

Según Gómez (2012) la observación directa consiste en que el profesional investigador observa y recoge datos, producto de su observación, (p. 87).

En la presente investigación se aplicará la técnica de **observación directa** para la recopilación de la información.

#### 3.4.2. Instrumentos: Ficha de recopilación de información.

Según Baena (2017) la ficha de recolección de datos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su objetivo (p. 68), que fue formulado buscando relacionar; variables, dimensiones e indicadores.

En la presente investigación se aplicará como instrumento la **ficha de recopilación de información**; cuyo diseño se muestra en el anexo 02.

#### 3.4.3. Validez: (ficha de recopilación de datos).

Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos. Como plantea Hernández (2014) la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que quiere medir (p, 200).

Tabla 2: Rango de validez.

Rango de validez	Interpretación
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Oseda (2011)

Validez de contenido del instrumento de las variables: Métodos convencionales y Respuesta sísmica, por juicio de expertos.

Tabla 3: Validez

<b>Grado académico</b>	<b>Nombres y apellidos</b>	<b>CIP</b>	<b>Valor</b>
Ing. Civil	Joseph Luigui Valdez Molina	136401	0.857
Ing. Civil	Paulino Roque Alavi Chillihuani	138890	1.0
Ing. Civil	Herbert Ludwin Jimenez Caverro	167403	0.857
promedio			0.905

Fuente: elaboración propia.

El promedio de validez es 0.905, que según la tabla 3 es una excelente validez.

#### **3.4.4. Confiabilidad.**

La confiabilidad se define generalmente con la determinación del Alfa de Crombach. Como refiere Borja (2016) la confiabilidad corresponde a un rango de confianza requerida (p. 31).

Tabla 4: Rango de confiabilidad

<b>Rangos de confiabilidad</b>	<b>Interpretación</b>
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.9	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Oseda (2011)

### 3.5. Procedimientos

#### Descripción de las características de la edificación:

El edificio Quispe se encuentra ubicado en la calle Villa Unión del distrito de Santiago, Provincia del Cusco y Departamento del Cusco, cuenta con un área de 120 m<sup>2</sup>, fue construido en el año 2020, es un edificio de 6 niveles y está distribuido de la siguiente manera: el primer nivel es un taller de mecánica con una altura de entrepiso 3.60m y los siguientes niveles son departamentos amplios con cuatro habitaciones con una altura de entrepiso de 2.55m en cada nivel, por lo tanto, tiene una altura total de 17.55m. El edificio tiene los siguientes parámetros sísmicos de acuerdo a la norma técnica peruana:

Tabla 5: Parámetros sísmicos de la edificación

<b>Parámetros sísmicos – edificio Quispe</b>	
Peso sísmico	P=665.22tn
Factor de zona	Z=0.25
Factor de amplificación del suelo	S=1.2
Periodo que define la plataforma del factor C	T <sub>p</sub> =0.6
Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante	T <sub>l</sub> =2
Factor de uso	U=1
Coeficiente básico de reducción	R <sub>0</sub> =7
Factor de irregularidad en planta	I <sub>p</sub> =1
Factor de irregularidad en altura	I <sub>a</sub> =1
Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas	R=7
Factor de amplificación sísmica	C=2.5
Cortante sísmica	V=71.27

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.1. Estudios previos

#### 3.5.1.1. Estudios de laboratorio

Tabla 6: Ensayos de laboratorio de suelos.

Ítem	Descripción	Norma técnica	Ubicación
01	Ensayo de análisis granulométrico.	MTC E 107 - 2000, ASTM D-422 y AASHTO T-88	Ver Anexo 03.
02	Ensayo de límites de consistencia	MTC E 110-2000, ASTM D-422, AASHTO T-88 MTC E 111-2000, ASTM D-4316, AASHTO T-89	Ver Anexo 03.
03	Ensayo de densidad de campo	ASTM 420-69, UNE 103-100-95	Ver Anexo 03.
08	Ensayo de Contenido de humedad	NTP 339.127 ASTM D-2216	Ver Anexo 03.

Fuente: elaboración propia.

### 3.6. Método de análisis de datos

Como método de análisis se empleó el análisis sísmico estático y el análisis sísmico dinámico. El procesado de la información se realizó con el software ETABS vs 2019 respectivamente utilizando la norma técnica vigente E030 Diseño sismorresistente y E060 Concreto armado.

#### 3.6.1. Cuantificación de los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.

1. Caracterización de la edificación, elementos estructurales y materiales.
  - Categoría de la edificación según el Reglamento Nacional de Edificaciones : C – 1.0.
  - Capacidad admisible del suelo : 1.75kg/cm<sup>2</sup>
  - Sistema estructural : Dual
  - Zapatas y sobrecimientos : f'c=210kg/cm<sup>2</sup>
  - Columnas, placas, vigas y losa : f'c=210kg/cm<sup>2</sup>
2. Análisis de la edificación.
  - Metrado de cargas de la edificación: 100%L + 25%D
  - Dimensiones de los elementos estructurales.



- Columnas : C-01: 0.30x0.60m  
: C-02: 0.40x0.50m.
- Placas : P-03: 0.25x1.00m.  
: P-04: en L1.00m.
- Vigas transversales : 0.25x0.40m.  
Vigas longitudinales : 0.25x0.45m.
- Losa de techo : área: 119.31m<sup>2</sup>
- Altura de la edificación : 17.55m.
  - Resistencia a la compresión del concreto :  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
  - Módulo de elasticidad del concreto :  $E_c=217370.651\text{ kg/cm}^2$   
 $E_c=1500 \times \sqrt{f'}(\text{kg/cm}^2)$  ..... (ec. 3.1)
  - Coeficiente de poisson del concreto :  $\mu_c=0.2$
  - Peso específico del C°A°. : 2400kgf/m<sup>2</sup>
  - Fluencia del acero :  $F_y=4200$
  - Desplazamientos laterales :
- 0.75 R → Estructuras regulares.  
0.85 R → Estructuras irregulares.

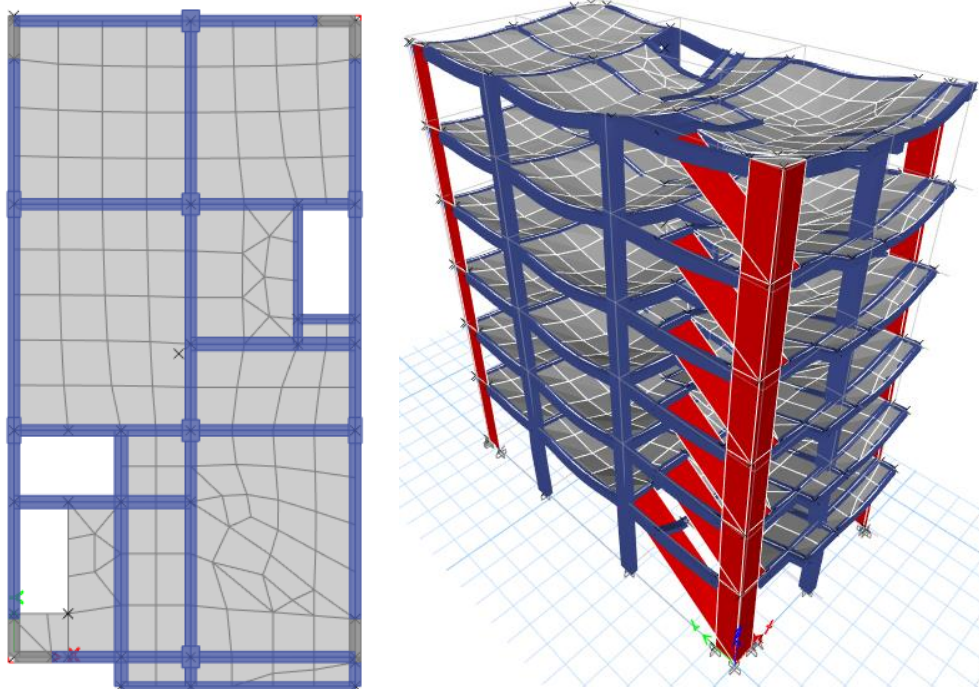


Figura 6: Análisis sísmico, ETABS vs 19.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Desplazamientos en la dirección "X" mediante un análisis sísmico estático.

Descripción		Desplazamiento elástico (cm)	Desplazamiento inelástico (0.75R)	Desplazamiento relativo - inelástico (cm)
piso	<b>6</b>	1.3883	7.289	0.713
piso	<b>5</b>	1.2525	6.576	1.001
piso	<b>4</b>	1.0619	5.575	1.295
piso	<b>3</b>	0.8152	4.280	1.488
piso	<b>2</b>	0.5317	2.791	1.570
piso	<b>1</b>	0.2327	1.222	1.222

Fuente: Elaboración propia.

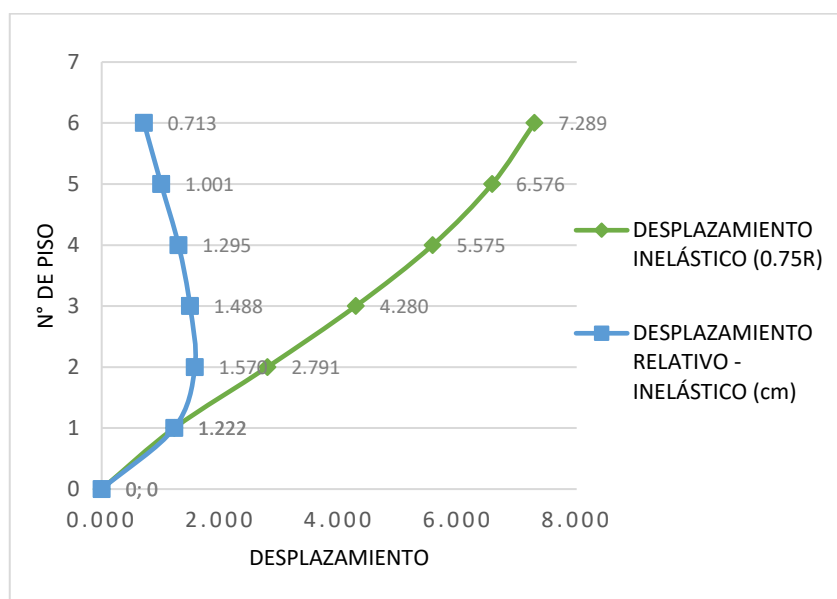


Figura 7: Desplazamiento vs. piso en "X" (análisis sísmico estático).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8: Desplazamiento en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico estático.

Descripción		Desplazamiento elástico (cm)	Desplazamiento inelástico (0.75R)	Desplazamiento relativo - inelástico (cm)
piso	<b>6</b>	0.8531	4.479	0.505
piso	<b>5</b>	0.757	3.974	0.667
piso	<b>4</b>	0.6299	3.307	0.831
piso	<b>3</b>	0.4716	2.476	0.929
piso	<b>2</b>	0.2947	1.547	0.914
piso	<b>1</b>	0.1207	0.634	0.634

Fuente: elaboración propia.

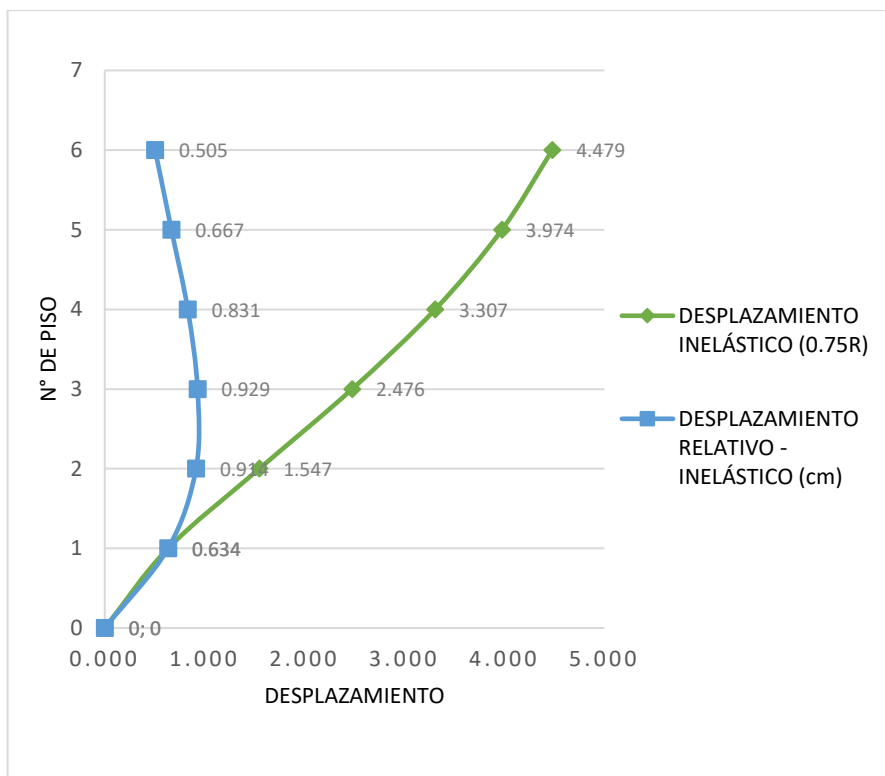


Figura 8: Desplazamientos vs. piso en "Y" (análisis sísmico estático).  
Fuente: elaboración propia.

Tabla 9: Desplazamiento en la dirección "X" mediante un análisis sísmico modal espectral.

Descripción	Desplazamiento elástico (cm)	Desplazamiento inelástico (0.75R)	Desplazamiento relativo - inelástico (cm)
piso 6	1.1502	6.039	0.578
piso 5	1.0402	5.461	0.818
piso 4	0.8843	4.643	1.070
piso 3	0.6805	3.573	1.239
piso 2	0.4445	2.334	1.312
piso 1	0.1946	1.022	1.022

Fuente: elaboración propia.

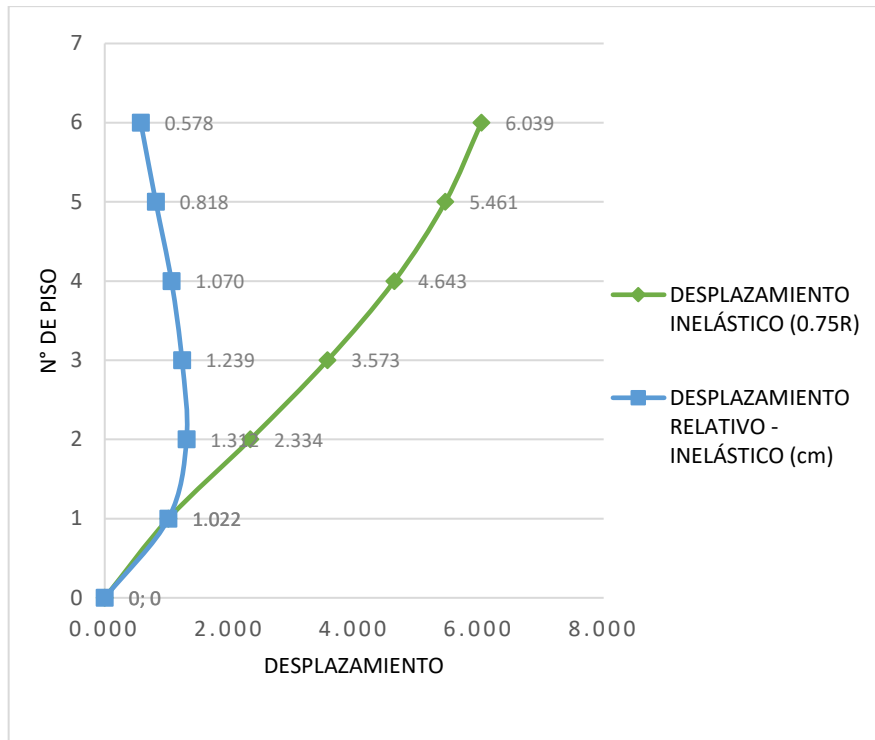


Figura 9: Desplazamientos vs. piso en "X" (análisis sísmico modal espectral)  
Fuente: elaboración propia.

Tabla 10: Desplazamiento en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico modal espectral.

Descripción	Desplazamiento elástico (cm)	Desplazamiento inelástico (0.75R)	Desplazamiento relativo - inelástico (cm)
piso 6	0.5887	3.091	0.343
piso 5	0.5234	2.748	0.450
piso 4	0.4377	2.298	0.565
piso 3	0.3301	1.733	0.634
piso 2	0.2093	1.099	0.638
piso 1	0.0877	0.460	0.460

Fuente: elaboración propia.

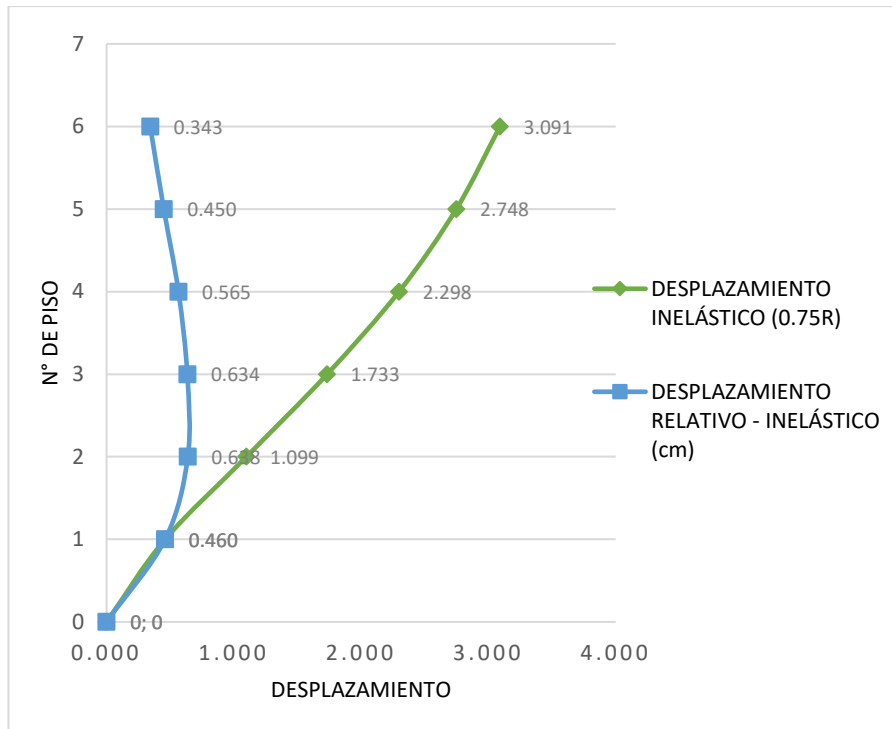


Figura 10: Desplazamientos vs. piso en "Y" (análisis sísmico modal espectral).  
Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2. Estimación de los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.

Ver ítem 3.6.1.

- Distorsiones de entrepiso:  $\frac{\Delta_r}{h_{ei}}$

Donde:

$\Delta_r$ : Desplazamiento relativo.

$h_{ei}$ : Altura de entrepiso.

Tabla 11: Distorsiones de entrepiso en la dirección "X" mediante un análisis sísmico estático.

Descripción	Deriva en "X"	Distorsión admisible NTP E030	Verificación
piso 6	0.002594	0.007	Cumple
piso 5	0.003643	0.007	Cumple
piso 4	0.004711	0.007	Cumple
piso 3	0.005418	0.007	Cumple
piso 2	0.005761	0.007	Cumple
piso 1	0.003320	0.007	Cumple

Fuente: elaboración propia.

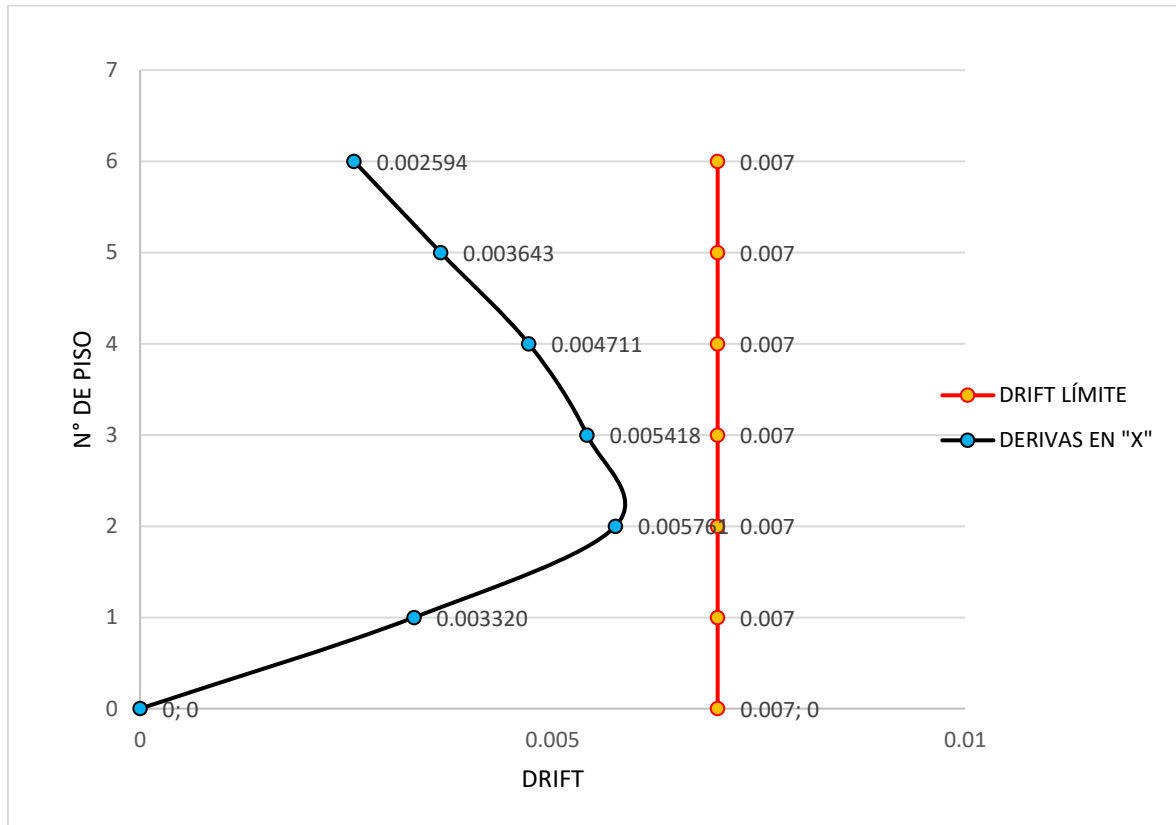


Figura 11: Derivas en "X" (análisis sísmico estático).  
Fuente: elaboración propia.

Tabla 12: Distorsiones de entrepiso en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico estático.

Descripción	Deriva en "Y"	Distorsión admisible NTP E030	Verificación
piso 6	0.002037	0.007	Cumple
piso 5	0.002715	0.007	Cumple
piso 4	0.003388	0.007	Cumple
piso 3	0.003795	0.007	Cumple
piso 2	0.003766	0.007	Cumple
piso 1	0.001938	0.007	Cumple

Fuente: elaboración propia.

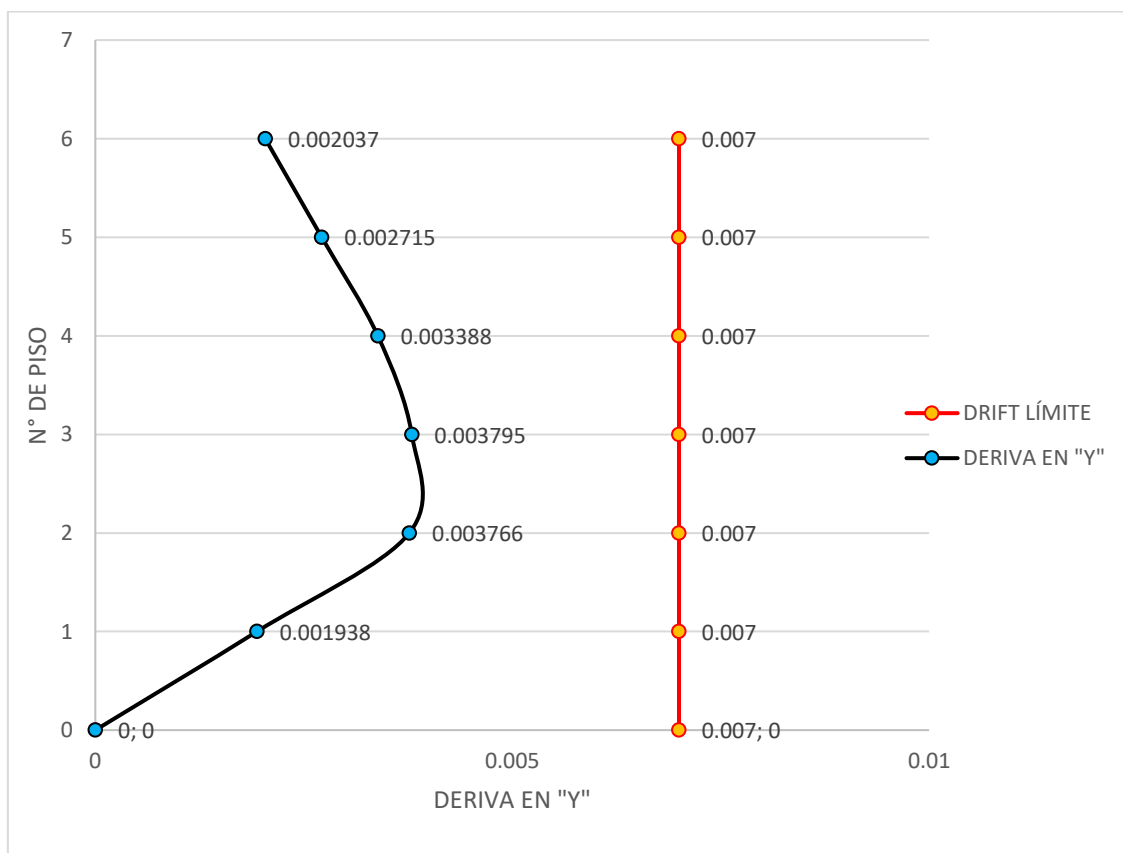


Figura 12: Deriva en "Y" (análisis sísmico estático).  
Fuente: elaboración propia.

Tabla 13: Distorsiones de entrepiso en la dirección "X" mediante un análisis sísmico modal espectral.

Descripción	Deriva en "X"	Distorsión admisible NTP E030	Verificación
piso 6	0.002487	0.007	Cumple
piso 5	0.003427	0.007	Cumple
piso 4	0.004396	0.007	Cumple
piso 3	0.005029	0.007	Cumple
piso 2	0.005272	0.007	Cumple
piso 1	0.002987	0.007	Cumple

Fuente: elaboración propia.

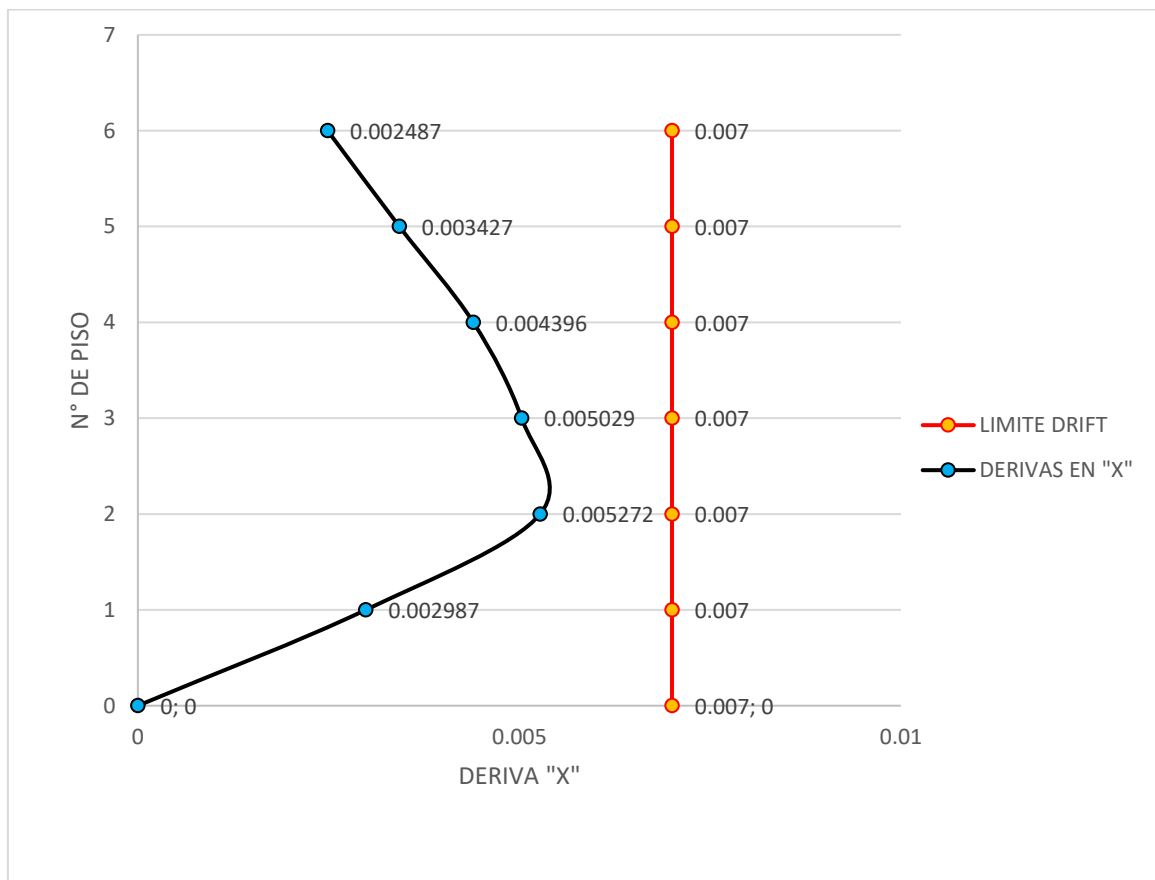


Figura 13: Deriva en "X" (análisis sísmico modal espectral).  
Fuente: elaboración propia.



Tabla 14: Distorsiones de entrepiso en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico modal espectral.

Descripción		Deriva en "Y"	Distorsión admisible NTP E030	Verificación
piso	6	0.001707	0.007	Cumple
piso	5	0.002251	0.007	Cumple
piso	4	0.002809	0.007	Cumple
piso	3	0.003151	0.007	Cumple
piso	2	0.003152	0.007	Cumple
piso	1	0.001653	0.007	Cumple

Fuente: elaboración propia.

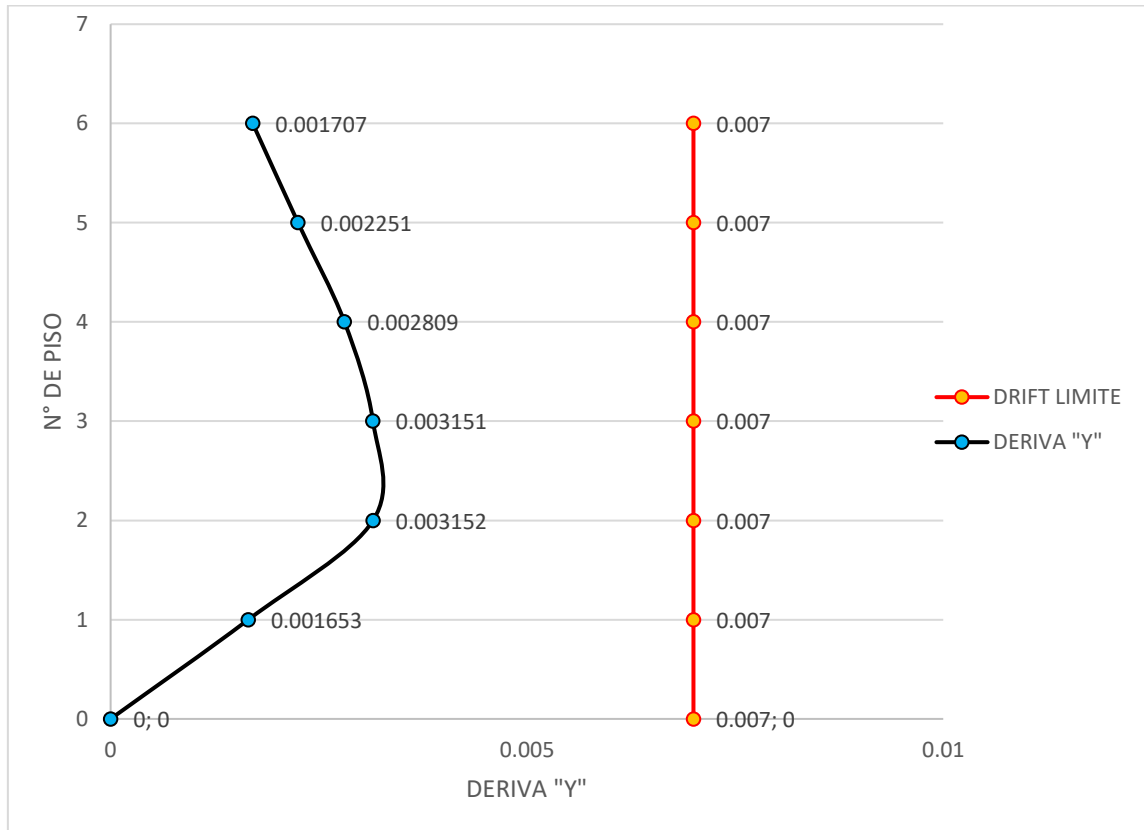


Figura 14: Deriva en "Y" (análisis sísmico modal espectral).  
Fuente: elaboración propia.

### 3.6.3. Determinación de la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.

Ver ítem 3.6.1.

Tabla 15: Fuerza cortante basal en la dirección "X" mediante un análisis sísmico estático.

Descripción		Fuerza cortante en "X" (tonf)
piso	<b>6</b>	13.09
piso	<b>5</b>	25.79
piso	<b>4</b>	36.12
piso	<b>3</b>	44.09
piso	<b>2</b>	49.71
piso	<b>1</b>	53.14

Fuente: elaboración propia.

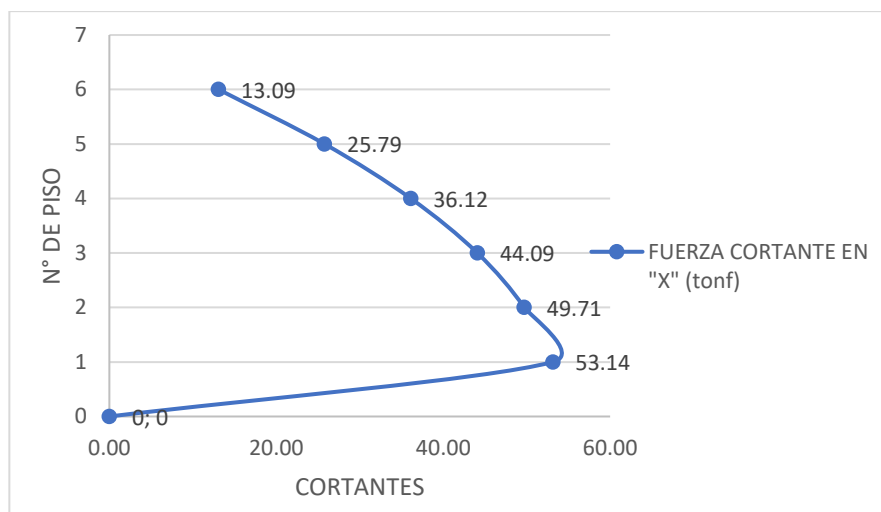


Figura 15: Fuerza cortante en "X" (análisis sísmico estático).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16: Fuerza cortante basal en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico estático.

Descripción		Fuerza cortante en "Y" (tonf)
piso	<b>6</b>	13.09
piso	<b>5</b>	25.79
piso	<b>4</b>	36.12
piso	<b>3</b>	44.09
piso	<b>2</b>	49.71
piso	<b>1</b>	53.14

Fuente: elaboración propia.

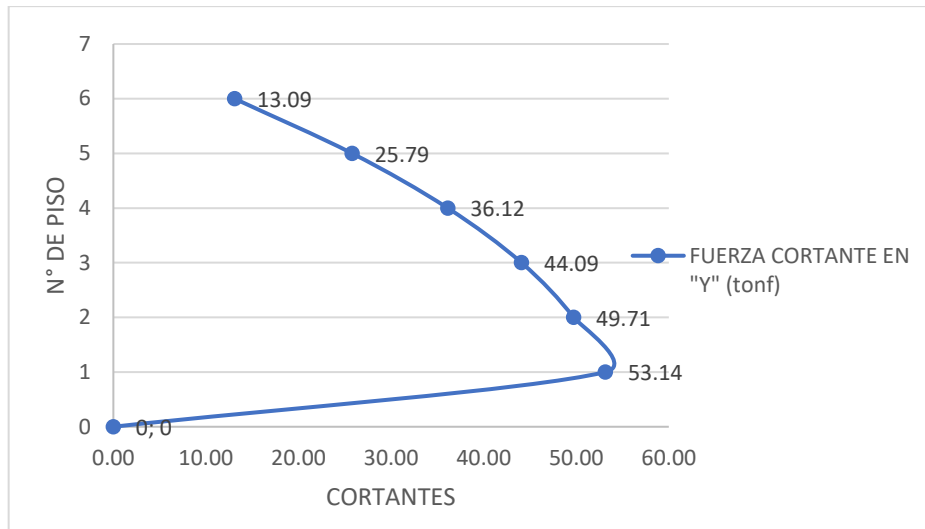


Figura 16: Fuerza cortante en "Y" (análisis sísmico estático).  
Fuente: elaboración propia.

Tabla 17: Fuerza cortante basal en la dirección "X" mediante un análisis sísmico modal espectral.

Descripción	Fuerza cortante en "X" (tonf)
piso 6	11.08
piso 5	21.60
piso 4	30.30
piso 3	37.07
piso 2	41.74
piso 1	44.13

Fuente: elaboración propia.

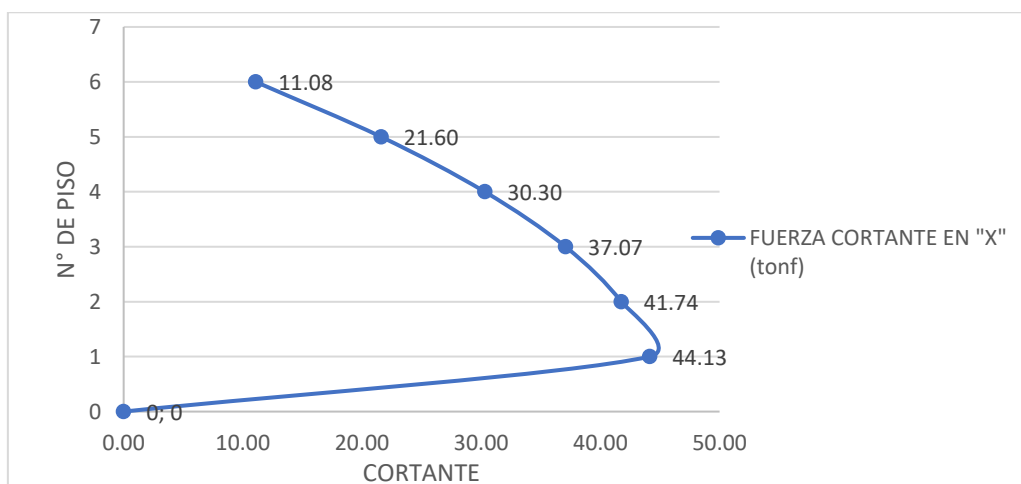


Figura 17: Fuerza cortante en "X" (análisis sísmico modal espectral).  
Fuente: elaboración propia.

Tabla 18: Fuerza cortante basal en la dirección "Y" mediante un análisis sísmico modal espectral.

Descripción		Fuerza cortante en "Y" (tonf)
piso	6	9.20
piso	5	17.51
piso	4	24.29
piso	3	29.47
piso	2	32.95
piso	1	34.72

Fuente: elaboración propia.

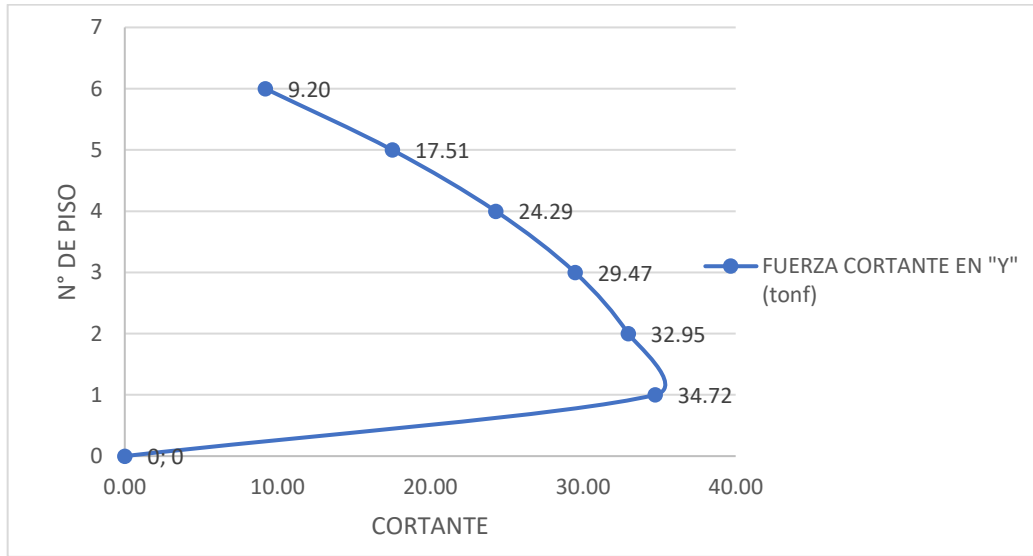


Figura 18: Fuerza cortante en "Y" (análisis sísmico modal espectral).

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.4. Determinación de la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales.

Ver ítem 3.6.1.

Tabla 19: Respuesta sísmica en función de los máximos valores de desplazamiento, distorsiones y fuerza cortante basal.

Descripción	Dirección	Análisis sísmico estático	Análisis sísmico modal espectral
Desplazamientos laterales (cm).	"X"	7.29	6.04
	"Y"	4.48	3.09
Distorsiones de entepiso.	"X"	0.0058	0.0053
	"Y"	0.0038	0.0032
Fuerza cortante basal (tonf).	"X"	53.14	44.13
	"Y"	53.14	34.72

Fuente: elaboración propia

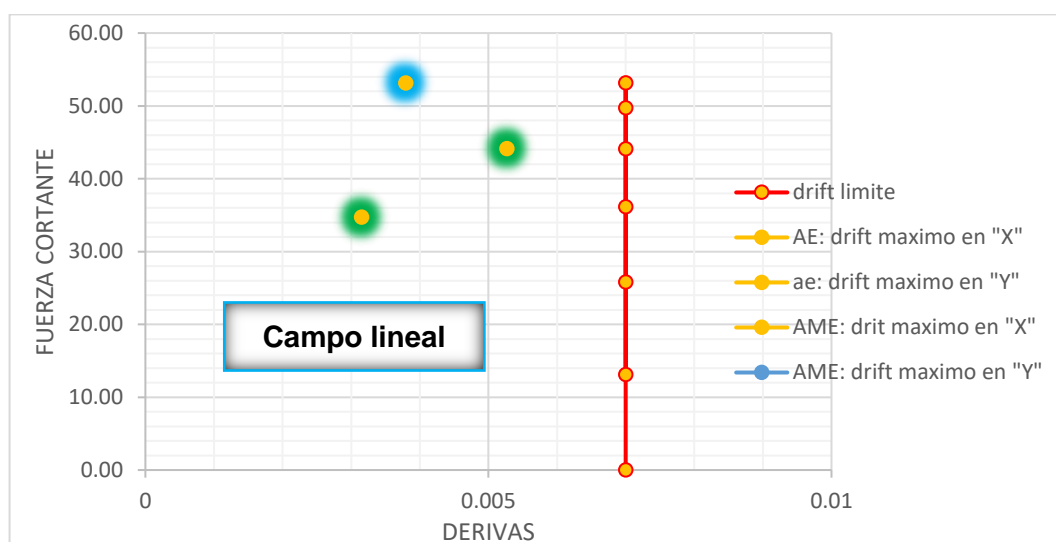


Figura 19: Respuesta sísmica edificio Quispe.  
Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Aspectos éticos

En esta investigación se respetaron: validez de los resultados, propiedad intelectual del autor, confiabilidad de la información conseguida y la identidad de la persona que participa en el estudio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Cuantificación de los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.

Tabla 20: Resultados de desplazamiento laterales

Descripción		Análisis estático		Análisis modal espectral	
		Desplazamiento inelástico en "X" (cm)	Desplazamiento inelástico en "Y" (cm)	Desplazamiento inelástico en "X" (cm)	Desplazamiento inelástico en "Y" (cm)
piso	<b>6</b>	<b>7.29</b>	<b>4.48</b>	<b>6.04</b>	<b>3.09</b>
piso	5	6.58	3.97	5.46	2.75
piso	4	5.57	3.31	4.64	2.30
piso	3	4.28	2.48	3.57	1.73
piso	2	2.79	1.55	2.33	1.10
piso	1	1.22	0.63	1.02	0.46

Fuente: elaboración propia.

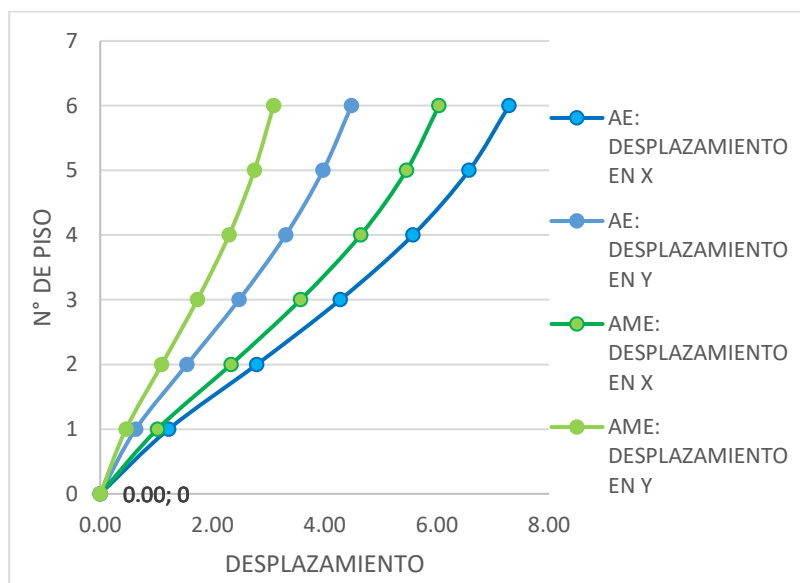


Figura 20: Desplazamientos laterales.

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación:

La tabla 23 muestra que los desplazamientos máximos se dan en el sexto nivel, mediante un análisis estático se tiene 7.29cm en la dirección X y 4.48cm en la dirección Y, asimismo con un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en la dirección X y 3.09cm en la dirección Y.

#### 4.2. Estimación de los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.

Tabla 21: Resultados de distorsiones de entrepiso.

Descripción		Análisis estático		Análisis modal espectral		Distorsión admisible NTP E030	Verificación
		Deriva en "X"	Deriva en "Y"	Deriva en "X"	Deriva en "Y"		
piso	6	0.002594	0.002037	0.002487	0.001707	0.007	Cumple
piso	5	0.003643	0.002715	0.003427	0.002251	0.007	Cumple
piso	4	0.004711	0.003388	0.004396	0.002809	0.007	Cumple
piso	3	0.005418	<b>0.003795</b>	0.005029	0.003151	0.007	Cumple
piso	2	<b>0.005761</b>	0.003766	<b>0.005272</b>	<b>0.003152</b>	0.007	Cumple
piso	1	0.003320	0.001938	0.002987	0.001653	0.007	Cumple

Fuente: elaboración propia.

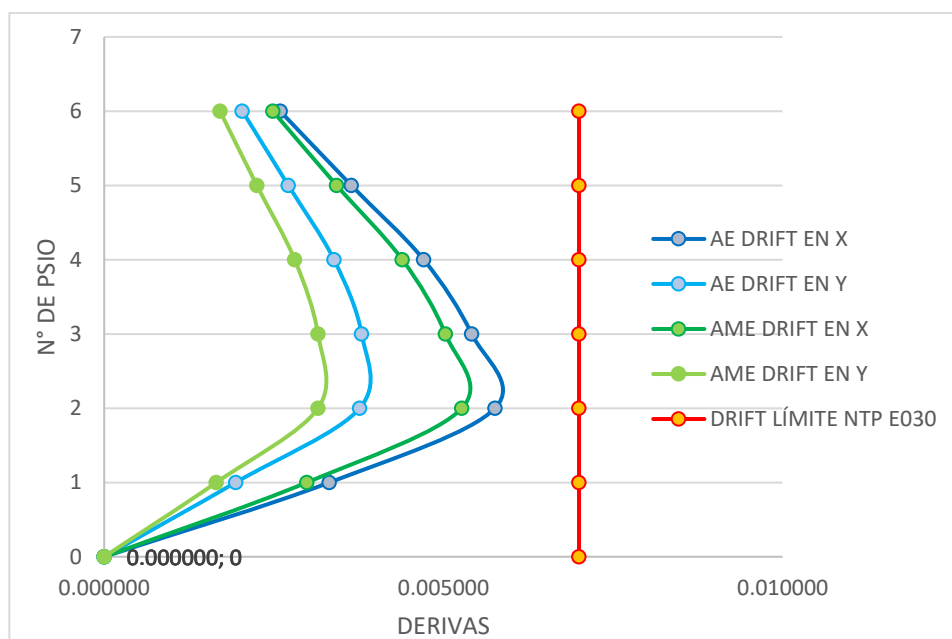


Figura 21: Distorsiones de entrepiso.

Fuente: elaboración propia.

#### Interpretación:

La tabla 24 muestra las máximas distorsiones de entrepiso que se encuentran en el segundo y tercer nivel, mediante un análisis estático se tiene 0.005761 en X y 0.003795 en Y, asimismo con un análisis sísmico modal espectral se obtuvo 0.005272 en X y 0.003152 en Y, estos valores se encuentran dentro de los parámetros que indica la NTP para distorsiones de entrepiso.

### 4.3. Determinación de la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales.

Tabla 22: Resultados de fuerza cortante.

Descripción	Análisis estático		Análisis modal espectral	
	Fuerza cortante en "X" (tonf)	Fuerza cortante en "Y" (tonf)	Fuerza cortante en "X" (tonf)	Fuerza cortante en "Y" (tonf)
piso 6	13.09	13.09	11.08	9.20
piso 5	25.79	25.79	21.60	17.51
piso 4	36.12	36.12	30.30	24.29
piso 3	44.09	44.09	37.07	29.47
piso 2	49.71	49.71	41.74	32.95
piso 1	<b>53.14</b>	<b>53.14</b>	<b>44.13</b>	<b>34.72</b>

Fuente: elaboración propia.

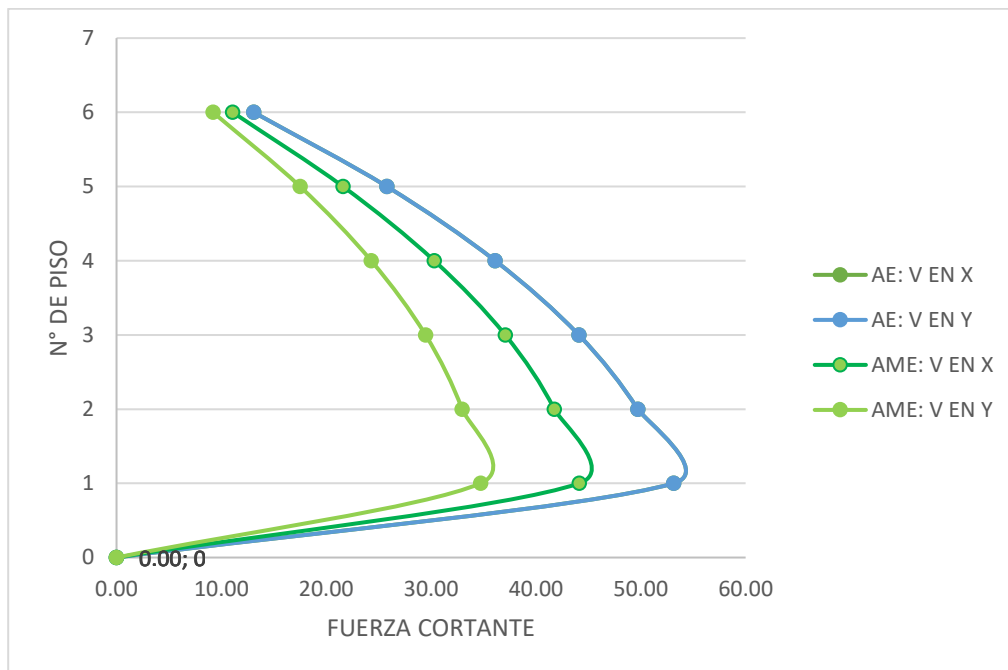


Figura 22: Fuerzas cortantes en la base de cada nivel.

Fuente: elaboración propia.

#### Interpretación:

La tabla 25 muestra que la fuerza cortante mayor se da en el primer nivel de la edificación con 53.14ton en X y Y mediante un análisis estático, asimismo se tiene 44.13 en X y 34.72 en Y mediante un análisis modal espectral.



#### 4.4. Determinación de la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales.

Tabla 23: Resultados de la respuesta sísmica en función de los desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima.

Descripción	Dirección	Análisis sísmico estático	Análisis sísmico modal espectral
<b>Desplazamientos laterales (cm).</b>	"X"	7.29	6.04
	"Y"	4.48	3.09
<b>Distorsiones de entrepiso.</b>	"X"	0.0058	0.0053
	"Y"	0.0038	0.0032
<b>Fuerza cortante basal (tonf).</b>	"X"	53.14	44.13
	"Y"	53.14	34.72

Fuente: elaboración propia.

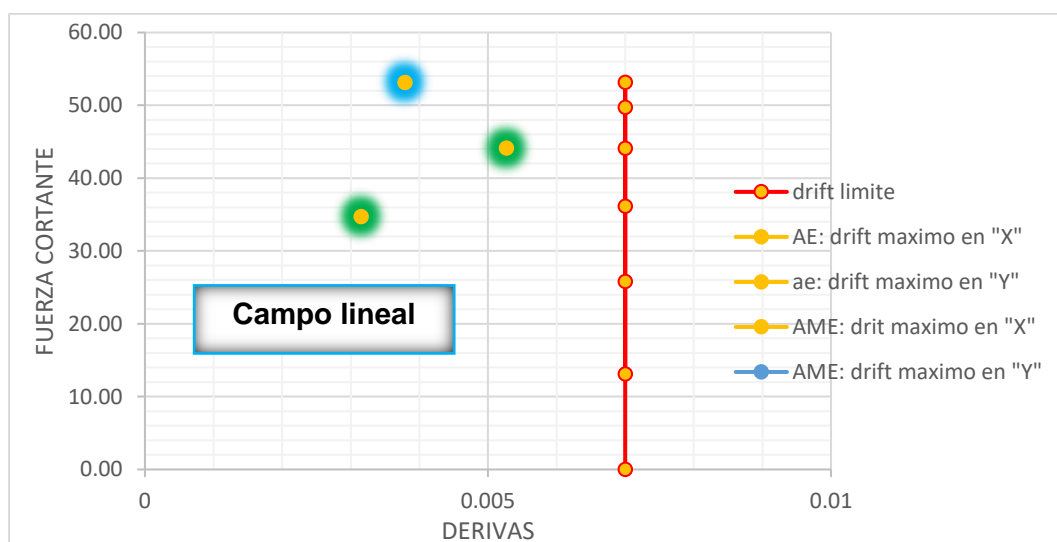


Figura 23: Respuesta sísmica  
Fuente: elaboración propia.

#### Interpretación:

La tabla 24 muestra que mediante un análisis estático el máximo desplazamiento es de 7.29cm en "X" y 4.48cm en "Y", por consiguiente, la deriva máxima es 0.005761 en "X" y 0.003795 en "Y" finalmente la fuerza cortante mayor es de 53.14tonf, asimismo, mediante un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en "X" y 3.09cm en "Y", 0.05272 en "X" y 0.003152 en "Y" y 44.13tonf en "X" y 34.72tonf en "Y", estos valores máximos permanecen dentro del campo lineal y de los parámetros que da la NTP E030, por lo cual la respuesta sismica del edificio Quispe es positiva.

## V. DISCUSIÓN

Las discusiones se presentan en el orden de los objetivos (específicos y general):

**DISCUSIÓN 1:** Los desplazamientos máximos se dan en el sexto nivel, mediante un análisis estático se tiene 7.29cm en la dirección X y 4.48cm en la dirección Y, asimismo con un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en la dirección X y 3.09cm en la dirección Y.

Al respecto Terrones et al (2018), citado como antecedente nacional indica que la norma técnica peruana es más exigente en cuanto a valores de diseño sismorresistente y obtuvo como resultados de desplazamiento máximo 0.509cm en la dirección "Y" mediante un análisis estático, y 0.419 en la dirección X mediante un análisis dinámico, asimismo, Jara et al (2017) citado como antecedente internacional señala que la estructura analizada aumenta los desplazamientos en el séptimo y octavo nivel por el cambio brusco de rigidez en esos niveles, el cual obtuvo como resultados de desplazamiento máximo 9.78cm según el método modal espectral y 10.16cm por el método tiempo historia, mientras que la norma técnica peruana (2018) indica que los valores obtenidos de desplazamiento para el edificio multifamiliar Quispe están dentro del campo lineal elástico.

Como se puede observar los valores determinados para el OEI son similares consistentes con los de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

**DISCUSIÓN 2:** Las máximas distorsiones de entrepiso se encuentran en el segundo y tercer nivel, mediante un análisis estático se tiene 0.005761 en X y 0.003795 en Y, asimismo con un análisis sísmico modal espectral se obtuvo 0.005272 en X y 0.003152 en Y.

Al respecto Terrones et al (2018), citado como antecedente nacional tiene como resultados máximos de derivas de entrepiso de 0.00557 en la dirección Y mediante un análisis estático y mediante un análisis dinámico la deriva máxima es 0.00459 en la dirección X, cumpliendo así con los parámetros permisibles de la NTP, asimismo, jara et al (2017) citado como antecedente internacional

concluye que la edificación no cumple con los parámetros de la norma ecuatoriana ya que las derivas superan la máxima deriva permitida, como resultados obtuvo una deriva máxima de 0.0246 con el método modal espectral y 0.0221 con el método tiempo historia, mientras que la norma técnica peruana (2018) da un valor máximo de distorsión de entrepiso por el tipo de material usado en la estructura, en este caso para una edificación de concreto armado el límite es de 0.007, donde se puede observar que los valores alcanzados en el edificio Quispe están dentro de los parámetros permitidos.

Como se puede observar los valores determinados para el OEII son similares consistentes con los de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

**DISCUSIÓN 3:** La fuerza cortante mayor se da en el primer nivel de la edificación con 53.14ton en X y Y mediante un análisis estático, asimismo se tiene 44.13ton en X y 34.72ton en Y mediante un análisis modal espectral.

Al respecto Terrones et al (2018) citado como antecedente nacional obtuvo como resultados de fuerzas cortantes de 11447.747 ton en la dirección Y mediante un análisis estático, y 847.293 ton mediante un análisis dinámico, asimismo, Jara et al (2017) citado como antecedente internacional obtuvo como resultados de fuerzas cortantes en X un valor de 805.317ton y en Y 848.667ton mediante un análisis modal espectral, mientras que la norma técnica peruana (2018) es riguroso en cuando a valores de diseño por lo tanto se muestra que la edificación es resistente a una acción sísmica.

Como se puede observar los valores determinados para el OEIII son similares consistentes con los de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

**DISCUSIÓN 4:** Mediante un análisis estático el máximo desplazamiento es de 7.29cm en "X" y 4.48cm en "Y", por consiguiente, la deriva máxima es 0.005761 en "X" y 0.003795 en "Y" finalmente la fuerza cortante mayor es de 53.14tonf, asimismo, mediante un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en "X" y 3.09cm en "Y", 0.05272 en "X" y 0.003152 en "Y" y 44.13tonf en "X" y 34.72tonf en "Y", estos valores máximos permanecen dentro del campo lineal y de los parámetros

que da la NTP E030, por lo cual la respuesta sísmica del edificio Quispe es positiva.

Al respecto Terrones et al (2018) citado como antecedente nacional concluyo que la norma técnica peruana es más riguroso en cuanto a datos de diseño pero no en realizar cálculos estructurales, asimismo, la norma presenta mayores valores de fuerza cortante por lo cual la estructura es más resistente ya que se diseña con fuerzas mayores, asimismo, Jara et al (2017) citado como antecedente internacional concluye que la edificación analizada no cumple con los parámetros planteados en la norma ecuatoriana, por lo tanto, la edificación requiere un recalcu, mientras que la norma técnica peruana (2018) muestra límites para un buen comportamiento sísmico, en la cual el edificio multifamiliar Quispe cumple con estos parámetros en el campo lineal elástico.

Como se puede observar los valores determinados para el OG son similares consistentes con los de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 01.-** Los desplazamientos máximos se dan en el sexto nivel, mediante un análisis estático se tiene 7.29cm en la dirección X y 4.48cm en la dirección Y, asimismo con un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en la dirección X y 3.09cm en la dirección Y, manteniéndose así en la zona elástica.

**Conclusión 02.-** Las máximas distorsiones de entrepiso se encuentran en el segundo y tercer nivel, mediante un análisis estático se tiene 0.005761 en X y 0.003795 en Y, asimismo con un análisis sísmico modal espectral se obtuvo 0.005272 en X y 0.003152 en Y, estos valores se encuentran dentro de los parámetros que indica la NTP para distorsiones de entrepiso.

**Conclusión 03.-** La fuerza cortante mayor se da en el primer nivel de la edificación con 53.14ton en X y Y mediante un análisis estático, asimismo se tiene 44.13 en X y 34.72 en Y mediante un análisis modal espectral.

**Conclusión 04.-** Mediante un análisis estático el máximo desplazamiento es de 7.29cm en "X" y 4.48cm en "Y", por consiguiente, la deriva máxima es 0.005761 en "X" y 0.003795 en "Y" finalmente la fuerza cortante mayor es de 53.14tonf, asimismo, mediante un análisis modal espectral se tiene 6.04cm en "X" y 3.09cm en "Y", 0.05272 en "X" y 0.003152 en "Y" y 44.13tonf en "X" y 34.72tonf en "Y", estos valores máximos permanecen dentro del campo lineal y de los parámetros que da la NTP E030, por lo cual la respuesta sísmica del edificio Quispe es positiva.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**Recomendación 01.-** Se recomienda que los desplazamientos laterales se encuentren dentro del campo lineal, en caso de exceder los valores de desplazamientos se debe aumentar la sección de los elementos estructurales verticales para reducir la flexibilidad, considerando que a mayor desplazamiento mayor distorsión de entrepiso.

**Recomendación 02.-** Se recomienda que las distorsiones de entrepiso estén dentro de los parámetros admisibles de la NTP E030, valores superiores a dichos parámetros puede causar daños considerables a la estructura.

**Recomendación 03.-** Se recomienda un correcto predimensionamiento de los elementos estructurales, teniendo en cuenta que, a mayor peso mayor fuerza cortante, lo cual genera mayor costo para la ejecución de la edificación.

**Recomendación 04.-** se recomienda el uso de los dos métodos de análisis sísmico para una estructura de seis niveles con características similares a la edificación analizada, ya que ambos métodos dieron como resultado valores similares cumpliendo así con la norma técnica peruana.

## REFERENCIAS

- Aguiar Falconí, R. (2008). *Análisis sísmico de edificios*. Ecuador: Centro de investigaciones científicas.
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Patria.
- Bedecarratz Salvadores, E. (2018). Modelación no lineal de un edificio de hormigón armado y aplicación de metodología de diseño por desempeño. Santiago de Chile.
- Borja, M. S. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Cárdenas, J. (2018). Investigación cuantitativa.
- Cassano, A. M. (2009). *Análisis de estructuras bajo acciones dinámicas*. Argentina: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - EDUTECNE.
- Cepeda Aveiga Ángel Israel, Hipocuro Simbaña Narcisa Alexandra. (2019). Análisis de las frecuencias fundamentales de modelos estructurales con excitaciones sísmicas. Quito.
- Cutipa Quispe, S. E. (2018). Análisis comparativo de la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón. Puno.
- Espinoza Villafane Alejandro Asunción; Quinto De la Cruz William Jancarlo. (2018). Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018. Lima.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la investigación*. Huancayo.
- Gaytán Chávez, J. J. (2017). Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017". Lima.
- Gómez Bastar, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Mexico: Red tercer milenio S.C.

- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- INIFED, I. (2015). Seguridad estructural, Diseño por sismo. *4 Seguridad Estructural*.
- J. Olarte, R. Proaño, R. Torres, V. Rojas. (2019). Análisis dinámico y técnicas de reforzamiento en estructuras de infraestructura educativa.
- Jara Obregón Lucía Valeria; Tibanquiza Cauja Alba Tatiana. (2017). Análisis dinámico lineal del edificio de la facultad de ingeniería en sistemas escuela politecnica nacional aplicando los métodos: modal espectral y tiempo historia, mediante usos de paquetes computacionales. Quito.
- JOSSY, G. C. (2017). Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017”. LIMA.
- Manuel, B. S., & Eduardo, R. A. (2019). Análisis de los daños en viviendas y edificios comerciales durante la ocurrencia del sismo del 19 de septiembre de 2017.
- Marcas Sedano, C. (2018). Análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada de 7 pisos usando resistencias variables a la compresión – San Juan de Lurigancho, 2018. Lima.
- Minchán Pajares, M. L. (2016). Comparación de la respuesta sísmica de puentes viga – Isoa, con y sin aisladores sísmicos, en Cajamarca. Cajamarca - Perú.
- Mora Ortega Ana Gabriela, Rodas Correa Juan Carlos. (2018). Análisis comparativo del sistema estructural sismorresistente empleado en Ecuador vs. el empleado en Estados Unidos. Cuenca -Ecuador.
- Morlote Samperio Norma; Celiseo Santamaría Rodriga. (2004). *Metodología de la investigación*. Mexico: MCGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. de C.V.



- Nuñez Herrera, J. L. (2018). Análisis comparativo de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: "duales versus diagrid".
- Ñaupas Paitán Humberto; Valdivia Dueñas Marcelino Raúl , Palacios Vilela Jesús Josefa; Romero Delgado Hugo Eusebio. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redaccion de tesis*. Bogota - Mexico: Ediciones de la U.
- Oseda Gago, D. (2011). Programa experimental "vida" del desarrollo de actitudes y su influencia en la sostenibilidad ambiental en estudiantes de la universidad privada de Huancayo - 2011. Lima.
- Oviedo, Juan Andres; Duque, Maria del Pilar;. (2006). Sistemas de control de respuesta sísmica en edificaciones.
- Rivera Santana, K. A. (2018). Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y dinámico para nuestra estructura regular mayor de 30m. de altura en la ciudad de Huancayo. Huancayo.
- RNE. (2018). Reglamento nacional de edificaciones. Lima.
- Rochel Awad, R. (2012). *Analisis y diseño sismico de edficios*. Medellin - Colombia: Fondo editorial Universidad EAFIT.
- Rodríguez Araínga, W. (2011). *Guía de investigación científica*. Lima: Fondo editorial UCH.
- Sedano, C. M. (2018). Análisis sísmico de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada de 7 pisos usando resistencias variables a la compresión – San Juan de Lurigancho, 2018. LIMA.
- Segovia A. & Fuertes A. (2018). Enfoque para el análisis estructural y protección sísmica de edificaciones patrimoniales, a partir de la caracterización de sus particularidades técnicas.
- Silva García David Alejandro, Del Aguila Rojas Diego Damián. (2019). Respuestas sísmicas para un edificio de sistema de muros estructurales ubicado en el distrito de San Miguel, comparando la norma E030 y la Nch 433.OF1996 - año 2019. Lima.

- Tavera, H. (2018). Peligro sísmico. Perú: Sociedad Geológica del Perú. Obtenido de <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>.
- Terrones Muñoz Luis Iván, Vilca Ticlia Orlando. (2018). Análisis comparativo del comportamiento estructural basado en sollicitaciones sísmicas de una edificación de concreto armado según NTP-E030-2018, NCH433-2012 y NEC-SE-DS-2015. Trujillo, Perú.
- Vielma, Juan Carlos; Barbat, Alex H.; Oller, Sergio;. (2008). Umbrales de daño para estados límite de edificios porticados de concreto armado diseñados conforme al ACI-318/IBC-2006.
- Villalba Nieto, P. X. (2015). Comparación del análisis modal espectral, lineal y no lineal. Quito Ecuador.
- Villarreal Castro Genner. (2009). *Análisis Estructural* . Lima - Perú.

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1. Métodos Convencionales	Los métodos convencionales son alternativas para realizar diferentes maneras de análisis, evaluación y determinación de los datos que se quiere obtener.	Los métodos convencionales se operacionalizan mediante sus dimensiones que representan el Análisis Sísmico Estático y Análisis sísmico Modal Espectral; a su vez cada una de estas dimensiones se subdividen en tres indicadores.	D1. Análisis Sísmico Estático D2. Análisis Sísmico Modal Espectral.	I1. Peso (ton). I2. Altura (m). I3. Fuerza cortante (ton).  I1. Peso (ton). I2. Altura (m). I3. Fuerza cortante (ton).	Ficha de recopilación de datos	Escala de razón.
V2. Respuesta Sísmica	La respuesta sísmica debe disipar la energía proveniente del sismo controlando su deformación de la estructura analizada Oviedo (2006).	La respuesta sísmica se operacionaliza mediante sus dimensiones que representan: Desplazamientos laterales, Distorsiones de entrepiso y Fuerza cortante basal; a su vez cada una de estas dimensiones se subdividen en tres indicadores.	D1: desplazamientos Laterales. D2: Distorsiones de entrepiso. D3: Fuerza cortante basal	I1. Peso (Ton). I2. Altura de entrepiso (m). I3. Fuerzas laterales (ton).  I1. Altura de entrepiso (m). I2. Desplazamiento relativo(m).  I1. Peso (ton). I2. Fuerzas Cortantes (tonf). I3. Altura (m).		Escala de intervalo.

## ANEXO 01.01. Matriz de consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales - Edificio Quispe Santiago Cusco 2021?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar la respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales - Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>La respuesta sísmica en edificios multifamiliares mediante métodos convencionales es positiva- Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>	<p>V1: Métodos convencionales</p>	<p>D1: Análisis sísmico estático</p>	<p>I1: Peso sísmico (ton) I2: Altura (m) I3: Fuerza cortante (tonf)</p>	<p><b>MÉTODO:</b> Científico</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL:</b> Explicativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVEST:</b> Cuasi Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN:</b> La población está conformada por 01 edificio multifamiliar – edificio Quispe.</p> <p><b>MUESTREO:</b> No probabilístico.</p> <p><b>MUESTRA:</b> Edificio Quispe.</p> <p><b>INSTRUMENTOS:</b> Ficha de recopilación de información.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿Qué valores alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales – Edificio Quispe Santiago Cusco 2021?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Cuantificar los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales – Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICOS</b></p> <p>Los valores que alcanzan los desplazamientos laterales en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales son mínimos – Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>		<p>D2: Análisis sísmico modal espectral</p>	<p>I1: Peso sísmico (ton) I2: Altura (m) I3: Fuerza cortante (tonf)</p>	
<p>¿Qué valores alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales – Edificio Quispe Santiago Cusco 2021?</p>	<p>Estimar los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>	<p>Los valores que alcanzan las distorsiones de entrepiso en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales están dentro de los parámetros permitidos – Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>	<p>V2: Respuesta sísmica</p>	<p>D1: desplazamientos Laterales.</p>	<p>I1: Peso (Ton) I2: Altura de entrepiso (m) I3: Fuerza cortante (tonf)</p>	
<p>¿Cuánto es la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe Santiago Cusco 2021?</p>	<p>Determinar la fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales - Edificio Quispe Santiago Cusco 2021.</p>	<p>La fuerza cortante basal en Edificios multifamiliares analizados mediante métodos convencionales es alta – Edificio Quispe Santiago Cusco 2021</p>		<p>D2: Distorsiones de entrepiso.</p>	<p>I1: Altura de entrepiso (m) I2: Desplazamiento relativo(m)</p>	
				<p>D3: Fuerza cortante basal</p>	<p>I1: Peso (ton) I2: Fuerzas cortantes (tonf) I3: Altura (m)</p>	

Fuente: elaboración propia


**ANEXO 02:**

**Anexo 02.01. Instrumento de investigación validado 01.**

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

PROYECTO: RESPUESTA SISMICA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES - EDIFICIO QUISPE, SANTIAGO CUSCO 2021.  
AUTORA : MARILIN MILENCA BAEZ DAVALOS

<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					
UBICACIÓN: Calle Villa Unión					
DISTRITO:	Santiago	COORDENADA ESTE	177226		
PROVINCIA:	Cusco	COORDENADA NORTE	8501214		
REGION:	Cusco	ALTITUD:	3370 m.s.n.m.		
<b>II.- Análisis Sísmico Estático</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und:	Indicador 2:	Und:	Indicador 3:	Und:
Peso sísmico	ton	Altura	m	Fuerza cortante	tonf
<b>III.- Análisis Sísmico Modal Espectral:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso sísmico	ton	Altura	m	Fuerza cortante	tonf
<b>IV.- Desplazamientos Laterales:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso	ton	Altura de entrepiso	m	Fuerza cortante	tonf
<b>V.- Distorsiones de Entrepiso:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Altura de entrepiso	m	Desplazamiento relativo	m		
<b>VI.- Fuerza Cortante Basal:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso	ton	Fuerzas cortantes	Tonf	Altura	m
APELLIDOS Y NOMBRES: VALDEZ MOLINA JOSEPH (2016U)					
PROFESIÓN: INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No: 136901					
EMAIL: Joseph-90-30@hotmail.com					
TELEFONO: 990707732					

EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO
A	B	C
1		
1		
1		
1		
1		
0		
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO Ing. José Luis Valdez Molina INGENIERO CIVIL ESPECIALIDAD CIVIL 136901		

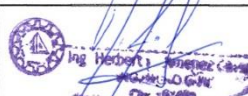


## Anexo 02.03. Instrumento de investigación validado 03.

### SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PROYECTO: RESPUESTA SISMICA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES MEDIANTE METODOS CONVENCIONALES - EDIFICIO QUISPE, SANTIAGO CUSCO 2021.  
AUTORA : MARILIN MILENCA BAEZ DAVALOS

<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					
UBICACIÓN: Calle Villa Unión					
DISTRITO:	Santiago	COORDENADA ESTE	177226		
PROVINCIA:	Cusco	COORDENADA NORTE	8501214		
REGION:	Cusco	ALTITUD:	3370 m.s.n.m.		
<b>II.- Análisis Sísmico Estático</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und:	Indicador 2:	Und:	Indicador 3:	Und:
Peso sísmico	ton	Altura	m	Fuerza cortante	tonf
<b>III.- Análisis Sísmico Modal Espectral:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso sísmico	ton	Altura	m	Fuerza cortante	tonf
<b>IV.- Desplazamientos Laterales:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso	ton	Altura de entrepiso	m	Fuerza cortante	tonf
<b>V.- Distorsiones de Entrepiso:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Altura de entrepiso	m	Desplazamiento relativo	m		
<b>VI.- Fuerza Cortante Basal:</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Peso	ton	Fuerzas cortantes	Tonf	Altura	m
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> JIMENEZ CAVERO HERBERT LUDWIN					
<b>PROFESIÓN:</b> INGENIERO CIVIL					
<b>REGISTRO CIP No:</b> 167403					
<b>EMAIL:</b> ing.jimenez1884@gmail.com					
<b>TELEFONO:</b> 973159473					

EXPERTO A	EXPERTO B	EXPERTO C
		1
		1
		1
		1
		1
		0
		

ANEXO 03: estudios d laboratorio


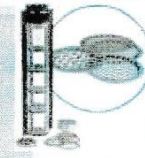



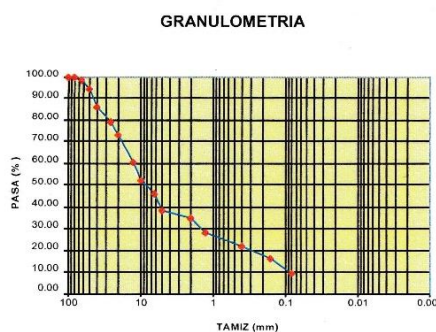
**GEO MECÁNICA DE SUELOS**  
 GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES

**SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)**

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E - 107 - 99

PROYECTO: Respuesta Sísmica en Edificios Multifamiliares mediante métodos convencionales.	FECHA: Enero del 2021
UBICACIÓN: Villa Union Huancaro F-14	PROFUNDIDAD: 2,50m. Calicata 01
	ESTRATO: Segundo Estrato

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido Acumulado (%)	Retenido Parcial (%)	NORMAS REFERENCIALES
100	100.00	100.00	0.00	0.00	Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes ASTM D - 2487 - 00 Análisis Granulométrico de Suelo por Tamizado UNE : 103401 : 1985
80	100.00	100.00	0.00	0.00	
63	98.36	98.36	1.64	1.64	
50	94.27	94.27	5.73	4.09	 <p>SUELOS GRANULARES</p>
40	86.13	86.13	13.87	8.14	
25	79.25	79.25	20.75	6.88	
20	72.46	72.46	27.54	6.79	
12.5	60.24	60.24	39.76	12.22	
10	52.05	52.05	47.95	8.19	
6.3	45.52	45.52	54.48	6.53	
5	38.28	38.28	61.72	7.24	
2	34.66	34.66	65.34	3.62	
1.25	28.14	28.14	71.86	6.52	
0.4	21.54	21.54	78.46	6.60	 <p>SUELOS COHESIVOS</p>
0.160	16.39	16.39	83.61	5.15	
0.080	9.46	9.46	90.54	6.93	
Límite Líquido	17.72				
Límite Plástico	12.81				
Índice Plasticidad	4.91				
Pasa tamiz N° 4 (5mm):			38.28 %		<b>SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS</b> GW Gravas bien graduadas GP Gravas mal graduadas GM Gravas Limosas GC Gravas Arcillosas SW Arenas bien graduadas SP Arenas mal graduadas SM Arenas Limosas SC Arenas Arcillosas ML Limo Inorgánicos CL Arcillas Inorgánicas de baja plasticidad OL Limos Orgánicos y Arcillas Limosas Orgánicas MH Limos Inorgánicos CH Arcillas Inorgánicas de alta plasticidad OH Arcillas Orgánicas de media a alta plasticidad PU Turba y otros suelos altamente orgánicos
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):			9.46 %		
D60:			12.43 mm		
D30:			1.46 mm		
D10 (diámetro efectivo):			0.09 mm		
Coefficiente de Uniformidad (Cu):			144.11		
Grado de Curvatura (Cc):			2.00		



**SUELO DE PARTÍCULAS GRUESAS CON FINOS**  
 Grava bien graduada con limo y arena GW - GM (SUCS)

Ing. Teo Marciano Ore  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. N° 123587



## ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

**PROYECTO:** RESPUESTA SISMICA DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES – EDIFICIO FAMILIAR QUISPE, SANTIAGO CUSCO 2021.

Calicata N° 01

**UBICACIÓN:** Villa unión Huancaro F-14

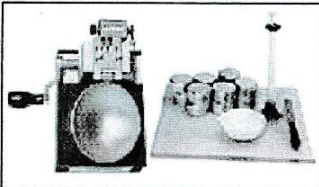
Segundo Estrato

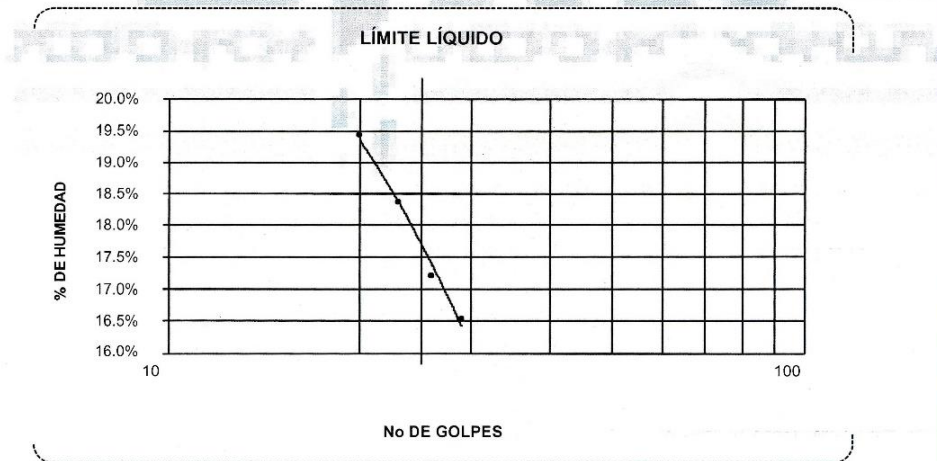
**SOLICITADO:** Bach. Marilín Milenca Baez Davalos

**MUESTRA:** Suelo

**FECHA :** Cusco enero del 2021

Marrón claro

LÍMITE LÍQUIDO					OBSERVACIONES:	
Muestra N°	1	2	3	4		
Peso de la capsula	13.25	10.25	12.35	10.25		
Peso capsula. + suelo húmedo	90.05	92.57	91.06	93.16		
Peso capsula + suelo seco	79.15	80.49	78.85	79.68		
Numero de golpes	29	26	23	20		
Peso suelo seco	65.9	70.24	66.5	69.43		
Peso agua	10.9	12.08	12.21	13.48		
% humedad	16.54%	17.20%	18.36%	19.42%		
LÍMITE PLÁSTICO						RESULTADOS
Muestra	1	2	3			
Peso de la capsula	5.23	5.64	6.22			LÍMITE LÍQUIDO <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7.72%</span>
Peso capsula. + suelo húmedo	9.43	9.34	9.99		LÍMITE PLÁSTICO <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.81%</span>	
Peso capsula + suelo seco	8.97	8.91	9.55		ÍNDICE PLÁSTICO <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4.90%</span>	
Peso suelo seco	3.74	3.27	3.33			
Peso agua	0.46	0.43	0.44			
% humedad	12.30%	13.00%	13.15%			



  
**Ing. Tedy Marrocho Ore**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. N° 122882

<b>DENSIDAD NATURAL DE SUELO</b>			
UNE-103-301 - 94			
OBRA: Edificio Quispe			
UBICACIÓN: Villa Unión Huancaro F-14			
SOLICITA: Bach. Marilin Milenca Baez Davalos			
FECHA: Enero del 2021			Calicata 01
<b>DENSIDAD NATURAL</b>			
Volumen Referencial (V1)	1.78		
Masa Material Extraído	7.24		
Volumen de Excavación (V2)	3.24		
Volumen Real (V2-V1)			
Densidad Natural	1.685185185		
$\gamma_{nat.} =$		1.69 Tn/m <sup>3</sup>	
<b>DENSIDAD MINIMA - DENSIDAD MAXIMA</b>			
UNE-103-105-93 UNE 103-106-93			
<b>MATERIAL SUELTO</b>			
	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
<b>DENSIDAD MINIMA</b>			
Masa de Molde (M1)	2.55	2.51	2.54
Masa Molde + Material (M2)	6.86	6.84	6.87
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
D min.	1.532172058	1.539281905	1.53928191
$\gamma_{min.} =$		1.54 Tn/m <sup>3</sup>	
<b>MATERIAL COMPACTADO</b>			
	Ensayo 01	Ensayo 02	Ensayo 03
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>			
Masa de Molde (M1)	2.78	2.77	2.76
Masa Molde + Material (M2)	8.11	8.12	8.13
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
D max.	1.894774262	1.901884109	1.90899396
$\gamma_{max.} =$		1.90 Tn/m <sup>3</sup>	


  
 Ing. Tedy Marochio Ore
   
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
   
 CIP. N° 123582

## CONTENIDO DE HUMEDAD

**MTC - E 108 - 99**

MICROOVEN METHOD

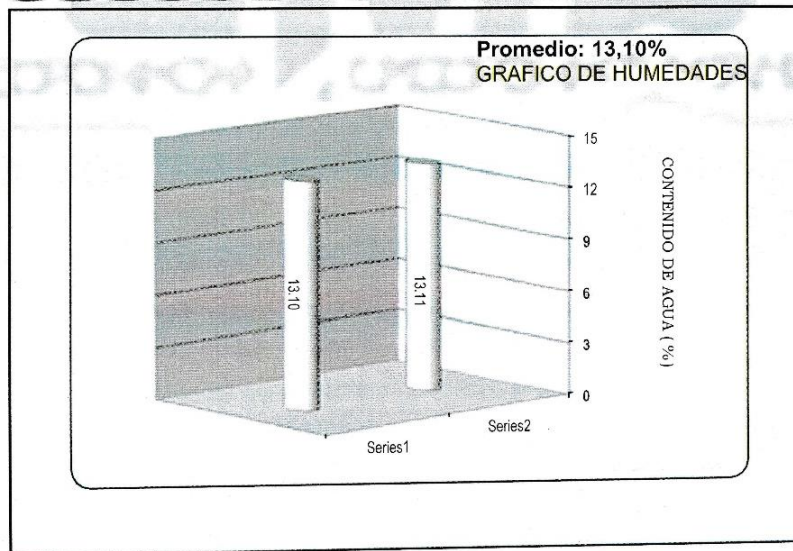
Proyecto : Respuesta Sísmica de edificios multifamiliares mediante métodos convencionales – edificio Quispe, Santiago Cusco 2021.

Ubicación : Villa Unión Huancaro F-14 Calicata: N°01

Solicitante : Bach. Marilín Milenca Baez Davalos

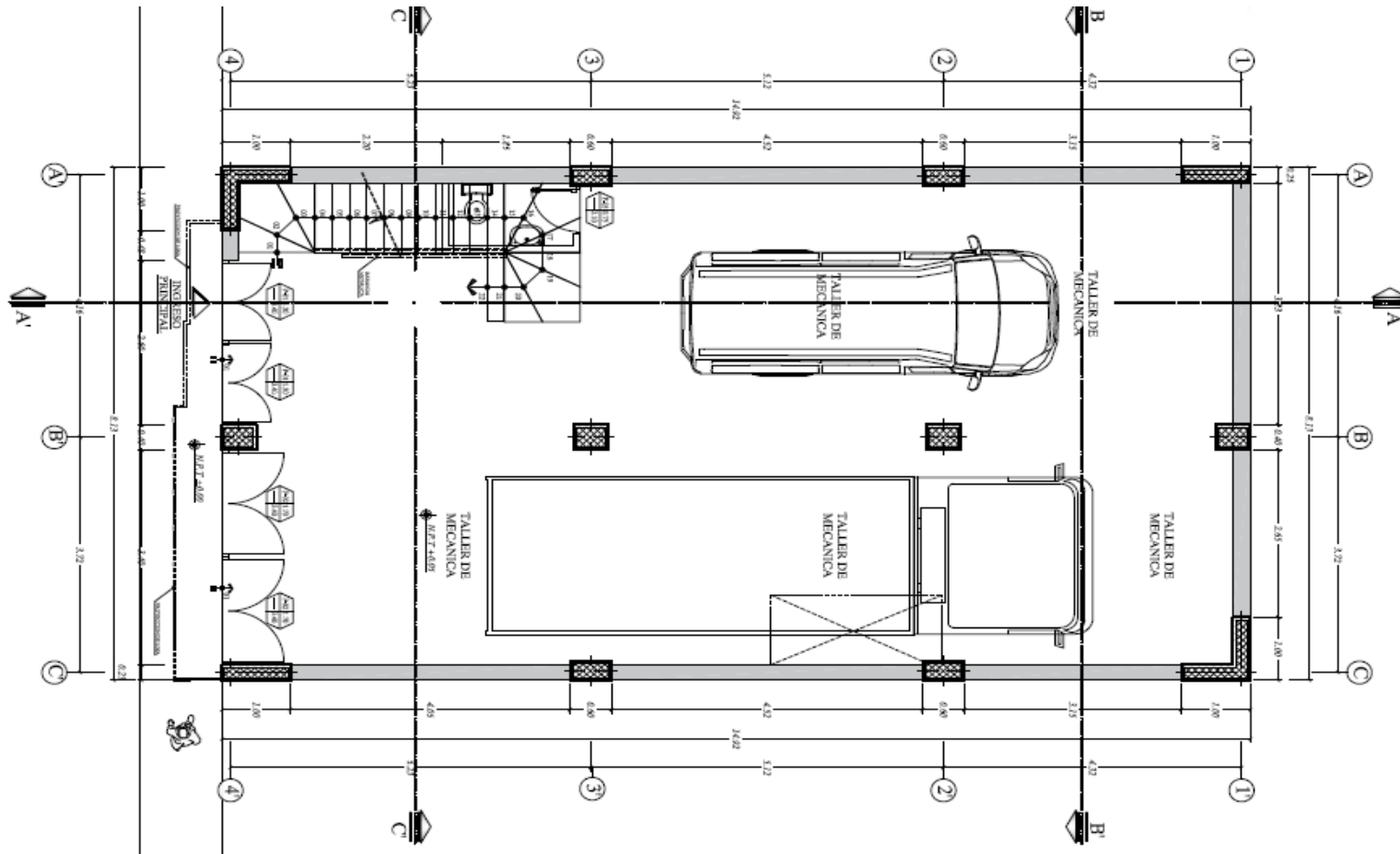
Fecha : Cusco enero del 2021 Prof : 2,50m.

MUESTRA PROFUNDIDAD (Mt)	N- 01 2.00		N 02 2.00
Peso de Capsula (gr)	50.25		49.25
Peso Capsula + Suelo Húmedo (gr)	100.84		100.85
Peso de la Capsula + Suelo Seco (gr)	94.98		94.87
Peso del Suelo Húmedo (gr)	50.59		51.60
Peso del Suelo Seco (gr)	44.73		45.62
Peso del Agua (gr)	5.86		5.98
Contenido de Humedad (w)	13.10		13.11

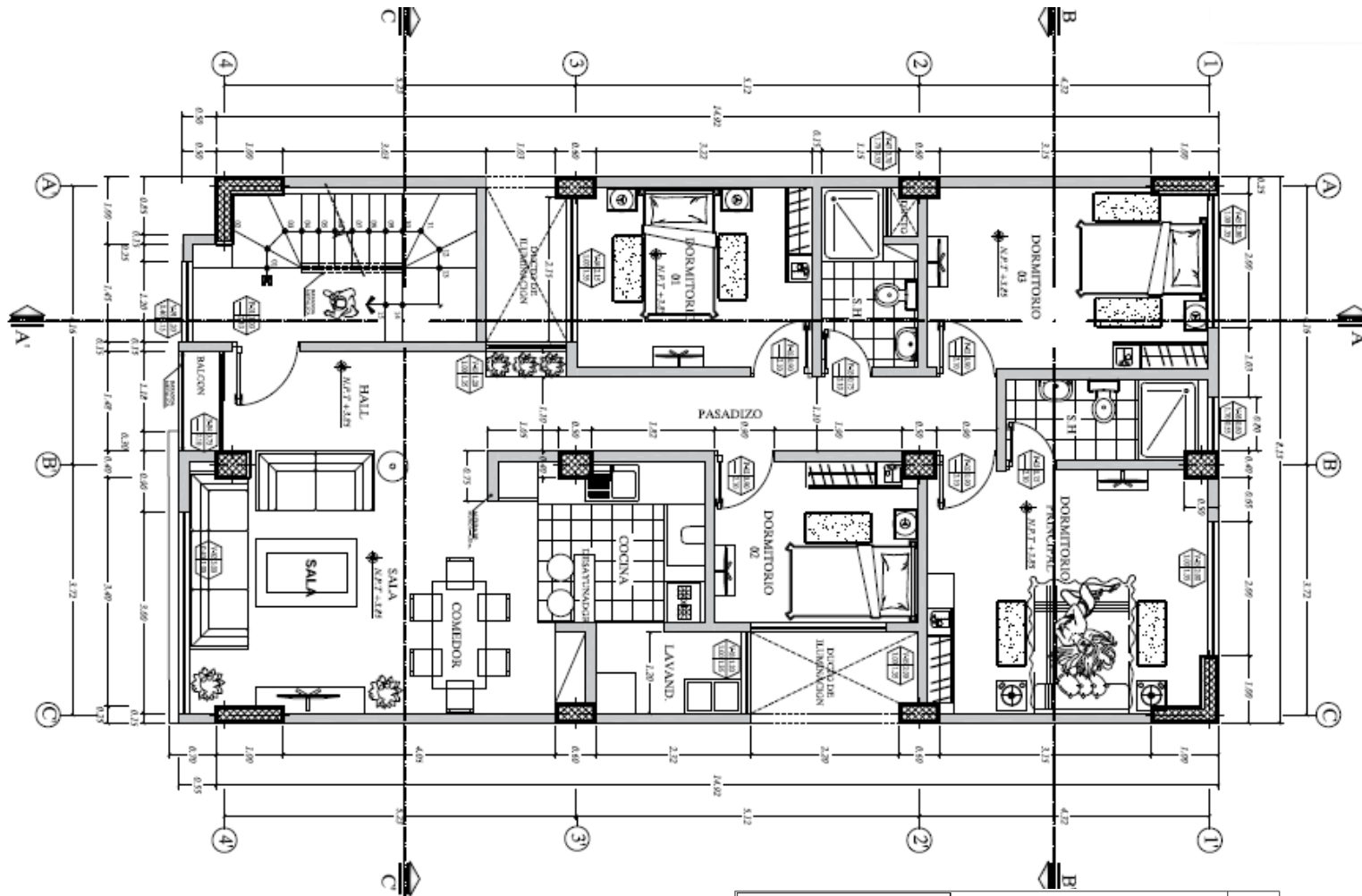




  
 Ing. Teófilo Macho Ojeda  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 CIP. N° 123587

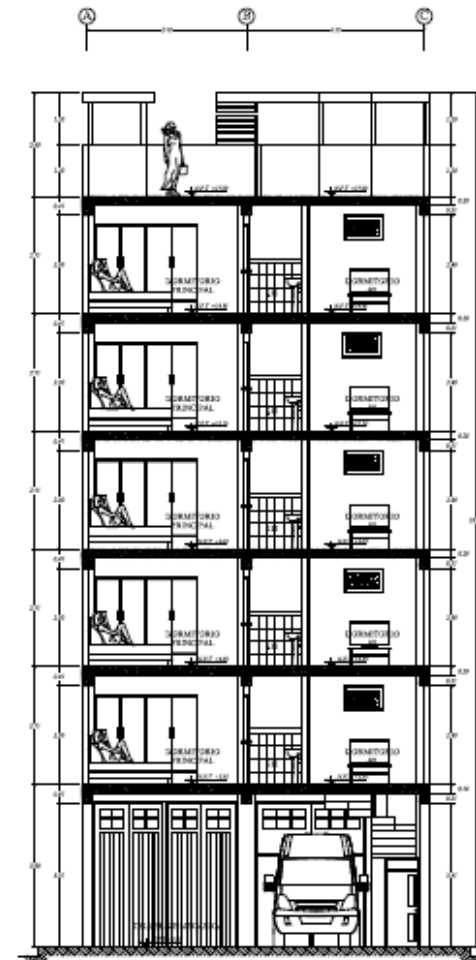
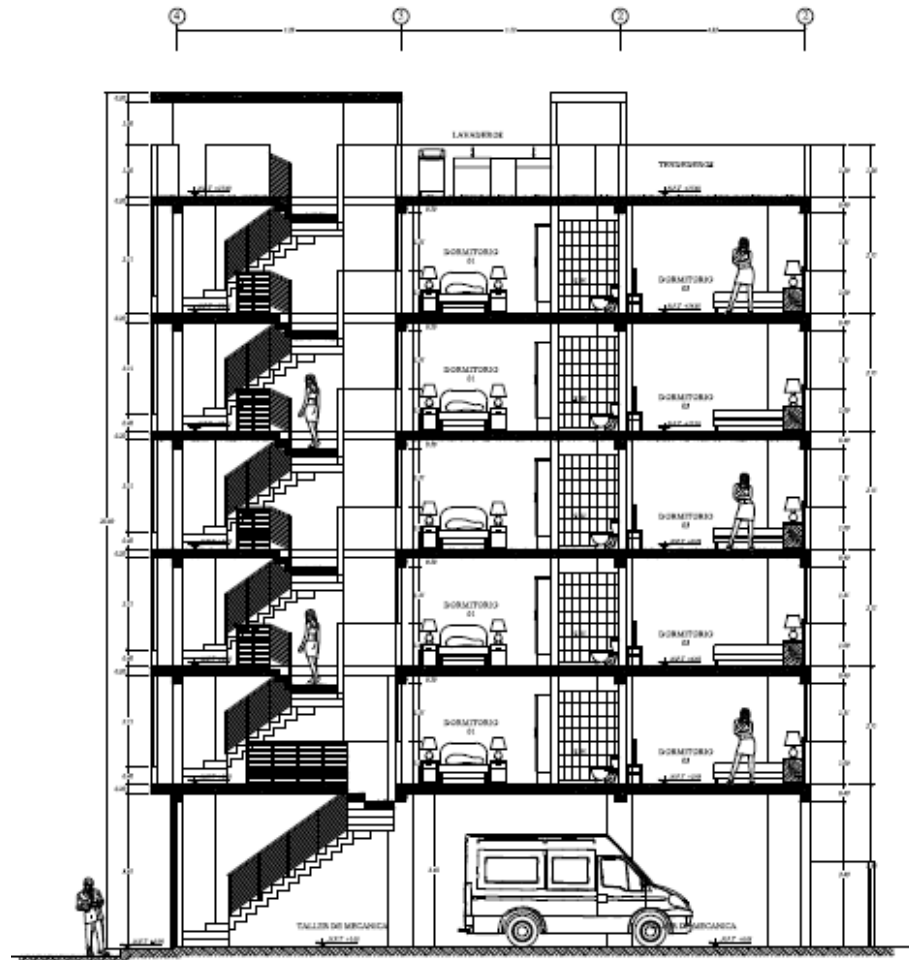
**ANEXO 04:**




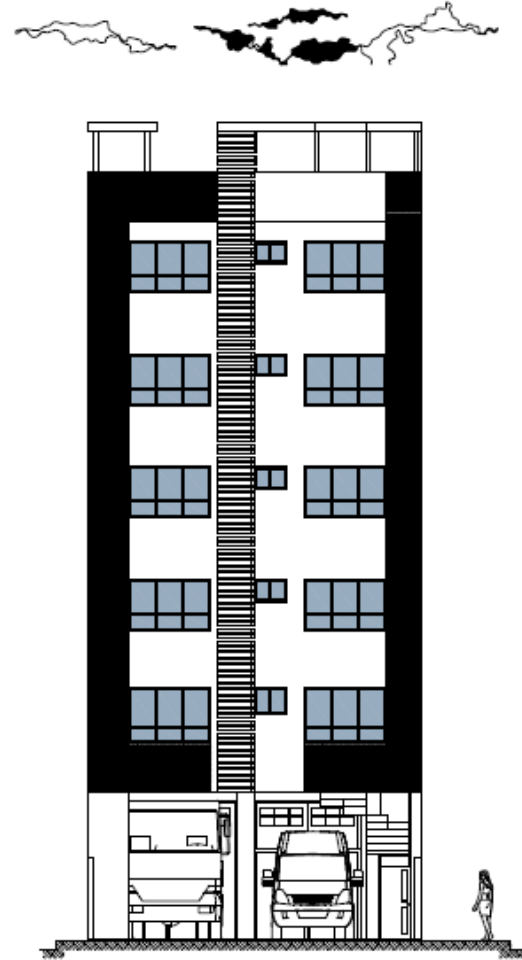
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> REPRODUCIDO POR: BACH. MARILIN MILENCA BAEZ DAVALOS PLANO: PLANTA - PRIMER NIVEL	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA:
	PROYECTO: "RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES - EDIFICIO QUISPE, SANTIAGO CUSCO 2021".	<h1>01</h1>
ESCALA: 1/50	FECHA: FEBRERO 2021	



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> REPRODUCIDO POR: BACH. MARILIN MILENCA BAEZ DAVALOS PLANO: PLANTA - 2DO AL 6TO NIVEL	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA:
	PROYECTO: "RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES - EDIFICIO QUISPE, SANTIAGO CUSCO 2021".	<b>02</b>
ESCALA: 1/50	FECHA: FEBRERO 2021	LUGAR: CUSCO



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> REPRODUCIDO POR: BACH. MARILIN MILENCA BAEZ DAVALOS PLANO: CORTE A-A', CORTE B-B'	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		LAMINA:  <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">03</h1>
	PROYECTO: "RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES MEDIANTE MÉTODOS CONVENCIONALES - EDIFICIO QUISPE, SANTIAGO CUSCO 2021".		
ESCALA: 1/50	FECHA: FEBRERO 2021	LUGAR: CUSCO	



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	LAMINA:  <h1>04</h1>
	REPRODUCIDO POR: BACH. MARILIN MILENCA BAEZ DAVALOS PLANO: ELEVACIONES - FRONTAL Y POSTERIOR	
ESCALA: 1/50	FECHA: FEBRERO 2021	LUGAR: CUSCO

**ANEXO 05:**

**Registros fotográficos.**



Fotografía 01: Ensayo granulométrico.



Fotografía 02: Ensayo de límites de consistencia.



Fotografía 03: Ensayo de contenido de humedad.



Fotografía 04: Edificio Quispe.



**ANEXO 06:**

Carta de presentación para solicitud de planos del edificio multifamiliar Quispe.



Cusco, 18 de enero 2021

**CARTA N°001-2021/MMBD-ING-CIVIL-UCV**

Arq.  
**Serrano Quispe David**  
Proyectista.

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentarme, mi nombre es BAEZ DAVALOS, MARILIN MILENCA con código de matrícula N°7002556675 quien en el semestre académico 2020-II se encuentra en la etapa de desarrollo de la tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, asimismo requiero el expediente técnico del Edificio multifamiliar Quispe, como documentos importantes: planos de estructuras y arquitectura, para ser utilizado como fuente de investigación en el desarrollo de la tesis, titulada "**Respuesta Sísmica en Edificios Multifamiliares mediante Métodos Convencionales – Edificio Quispe, Santiago Cusco 2021**".

Agradezco anticipadamente su gentil atención y su apoyo.

En tal sentido, si fuera posible de remitirme la información al correo electrónico marilinbaezdavalos@gmail.com - celular n° 940238193.

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
**Bach. Marilin Milenca Baez Davalos**

  
Arq. David Serrano Quispe  
ARQUITECTO  
CAP: 14302  
- Recibi Conforme  
- Fecha: 18/01/2021  
- Hora: 12:35 PM

**ANEXO 07:**

Respuesta a la carta de presentación.

Cusco, 19 de enero 2021

**CARTA N°001-2021/DSQ.CUSCO**

Bach.  
**Marilyn Milenca Baez Davalos**

De mi consideración:

Mediante la presente carta hago respuesta su carta N° CARTA N°001-2021/MMBD-ING-CIVIL-UCV de fecha 18 de enero del 2021, en virtud del cual me solicitaba planos de arquitectura y estructuras como documentos importantes.

Mi persona ha evaluado su solicitud la cual fue aprobada y se enviará el día de hoy la información requerida por su persona al correo adjuntado.

Espero que este conforme con lo emitido a su correo, reciba un cordial saludo.

Atentamente:



Arq. David Serrano Quispe  
ARQUITECTO  
CAP: 14392

---

**Arq. David Serrano Quispe**  
**CAP: 14392**