



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

Facultad de Ingeniería Civil  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Influencia de la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración de edificios de sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025**

**Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

Edisson Joao Alberto Leyva

**Asesor**

Mtro. Carlos Francisco Goñy Ameri

  
.....  
CARLOS FRANCISCO  
GOÑY AMERI  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 241390

**Huacho – Perú**

**2026**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N°012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

## INFORMACIÓN

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Alberto Leyva Edison Joao	71120249	04 de mayo del 2026
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
M(o) Carlos Francisco Goñy Ameri	15726541	<a href="https://orcid.org/0000-0001-5994-6712">https://orcid.org/0000-0001-5994-6712</a>
<b>DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Dr. Julio Cesar Barrenechea Alvarado	31923723	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4865-3073">https://orcid.org/0000-0002-4865-3073</a>
M(o) Héctor Alexis Herrera Vega	40337667	<a href="https://orcid.org/0000-0002-7739-3012">https://orcid.org/0000-0002-7739-3012</a>
Dr. Jaime Ulices Romero Menacho	32930138	<a href="https://orcid.org/0000-0003-0876-7727">https://orcid.org/0000-0003-0876-7727</a>

# Edisson Joao Alberto Leyva 2025-096027

## INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LA ALTURA, RIGIDEZ Y AGRIETAMIENTO EN EL CALCULO DEL PERIODO FUNDAMEN...

- Quick Submit
- Quick Submit
- Facultad de Ingeniería Civil

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trncoid::1:3429936907

71 páginas

Fecha de entrega

1 dic 2025, 4:54 p.m. GMT-5

13.428 palabras

76.476 caracteres

Fecha de descarga

2 dic 2025, 12:54 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR\_DE\_TESIS\_ALBERTO\_LEYVA\_EDISSON\_JOAO.docx

Tamaño del archivo

9.1 MB



Página 2 de 76 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trncoid::1:3429936907

## 20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo. Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

## **DEDICATORIA**

A mi padre y madre, cuya dedicación y afecto me acompañaron continuamente durante mi trayectoria universitaria, alentando mi desarrollo personal y académico cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco profundamente a los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias durante mi formación en Ingeniería Civil, así como a todas las personas que apoyaron el desarrollo de esta investigación.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xi</b>
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema.....	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	5
1.4. Justificación de la investigación .....	5
1.5. Delimitaciones del estudio .....	7
1.6. Delimitación espacial .....	9
1.7. Delimitación temporal .....	10
1.8. Viabilidad del estudio.....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación .....</b>	<b>12</b>
2.1.1. Investigaciones internacionales .....	12
2.1.2. Investigaciones Nacionales .....	14
<b>2.2. Bases Teóricas .....</b>	<b>16</b>
2.2.1. Análisis del periodo fundamental de vibración .....	16
2.2.1.1. Enfoque teórico .....	17
<b>2.3. Definición de términos básicos .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. Hipótesis de investigación .....</b>	<b>24</b>
2.4.1. Hipótesis general .....	24
2.4.2. Hipótesis específicas .....	25
<b>2.5. Operacionalización de las variables.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. Tipo De Investigación.....</b>	<b>27</b>

<b>3.2. Diseño metodológico</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3. Nivel de Investigación</b> .....	<b>27</b>
<b>3.4. Población y muestra</b> .....	<b>28</b>
3.3.1. Población .....	28
3.3.2 Muestra .....	28
<b>3.5. Técnicas de recolección de datos</b> .....	<b>28</b>
<b>3.6. Técnicas para el procedimiento de la información</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
4.1. Análisis de los resultados .....	30
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN</b> .....	<b>48</b>
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>51</b>
6.1. Conclusiones de los resultados .....	51
6.2. Recomendaciones .....	52
<b>CAPITULO VII: REFERENCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>7.1 Fuentes documentales</b> .....	<b>54</b>
<b>7.2 Fuentes bibliográficas</b> .....	<b>55</b>
<b>7.3 Fuentes hemerográficas</b> .....	<b>55</b>
<b>7.4 Fuentes electrónicas</b> .....	<b>56</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>57</b>

## RESUMEN

Esta investigación tiene como finalidad analizar el impacto de tres variables estructurales altura, rigidez y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios diseñados con sistema de muros y dual en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, proyectados para el año 2025. Para ello, se plantearon cuatro objetivos específicos: estudiar cómo la variación de la altura afecta el periodo fundamental; evaluar el efecto de modificar la rigidez mediante cambios en la sección de las columnas; analizar el impacto de incluir el agrietamiento estructural en el modelo; y determinar cuál de estas variables influye con mayor intensidad en el comportamiento dinámico. Las hipótesis correspondientes indican que: el aumento de altura altera el periodo fundamental; la disminución de rigidez provoca un mayor incremento del periodo en estructuras con sistema de muros que en aquellas con sistema dual; el agrietamiento incrementa significativamente el primer modo de vibración; y, entre las variables evaluadas, el agrietamiento es la que genera mayor efecto sobre el periodo fundamental. Se evidenció que la mayor altura reduce el primer modo de vibración en aproximadamente 11 %; que la rigidez reducida incrementa el periodo en hasta 11 % en estructuras con sistema de muros, frente a 6 % en las de sistema dual; y que la inclusión del agrietamiento ocasiona un aumento del periodo fundamental que alcanza el 45 % en el sistema de muros y el 35 % en el sistema dual. En conclusión, el agrietamiento es la variable con mayor incidencia en el periodo fundamental, por lo que debe ser incorporado con precisión en los análisis estructurales, especialmente en edificaciones en zonas de alta sismicidad.

**Palabras Clave:** elementos estructurales, grado de libertad dinámico, modos de vibración, periodo de vibración, resonancia, rigidez, sismo.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the impact of three structural variables height, stiffness, and cracking on the calculation of the fundamental vibration period of buildings designed with shear wall and dual structural systems, considering as a case study buildings projected for the José Faustino Sánchez Carrión National University in 2025. To achieve this objective, four specific goals were established: to evaluate the influence of height variation on the fundamental period; to determine the effect of stiffness modification through changes in column cross-sections; to analyze the impact of incorporating structural cracking into the analytical model; and to identify the variable with the greatest influence on the dynamic behavior of buildings. The proposed hypotheses established that increasing height modifies the fundamental vibration period; that stiffness reduction generates a greater increase in the period in shear wall systems than in dual systems; that the consideration of cracking significantly increases the first vibration mode; and that cracking is the variable with the greatest influence on the fundamental period. The results showed that height variation produced an approximate 11% reduction in the first vibration mode. Likewise, stiffness reduction increased the fundamental period by up to 11% in shear wall structures and by 6% in dual-system structures. Furthermore, the incorporation of cracking generated a significant increase in the fundamental period, reaching increments of up to 45% in shear wall buildings and 35% in dual-system buildings.

It was concluded that cracking is the variable with the greatest influence on the fundamental vibration period. Therefore, its proper consideration is essential to achieve a more realistic representation of the dynamic behavior of structures, particularly in buildings located in regions of high seismic activity.

**Keywords:** structural elements, dynamic degree of freedom, vibration modes, fundamental vibration period, resonance, structural stiffness, earthquake.

## INTRODUCCIÓN

El diseño y análisis estructural en zonas de alta sismicidad constituye una de las mayores prioridades dentro de la ingeniería civil contemporánea. La actividad sísmica es una preocupación constante en países como Perú, que forman parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que exige la construcción de estructuras con un desempeño estructural confiable y seguro. Dado que determina cómo resuena una estructura ante diversas formas de actividad sísmica, el período fundamental de vibración es uno de los factores más importantes en la respuesta dinámica de las estructuras en este contexto. Según la literatura especializada, las consideraciones estructurales, como la altura del edificio, la rigidez de los elementos estructurales y las condiciones de fisuración en las secciones de hormigón armado, influyen en la precisión de la estimación del período básico. Si estos factores no se tienen suficientemente en cuenta durante el proceso de diseño, pueden alterar significativamente la respuesta de las estructuras a las cargas dinámicas, incrementando los desplazamientos, las derivas y la vulnerabilidad sísmica. Estudios realizados en todo el mundo han demostrado cómo pequeñas variaciones en las propiedades estructurales producen cambios drásticos en la respuesta sísmica. En su análisis del impacto de la interacción suelo-estructura, González y Pérez (México, 2022) hallaron que considerar este fenómeno puede reducir el período fundamental hasta en un 47%. Esto sugiere que las estimaciones que no lo tienen en cuenta tienden a subestimar el comportamiento del edificio. De manera similar, Ramírez y Torres (Ecuador, 2020) demostraron que un aumento en la densidad de los muros provoca una reducción del período fundamental de un promedio del 28%. Concluyeron que las estructuras con mayor número de elementos de rigidización presentan un mejor desempeño durante los sismos. En su investigación, Martínez y López (España, 2021) se centraron en el deterioro estructural vinculado a la fisuración y concluyeron que este elemento puede aumentar el tiempo de respuesta entre un 15 % y un 38 %, lo que ilustra la pérdida general de rigidez en

las construcciones residenciales analizadas. El estudio de Sánchez y Morales (Chile, 2024), que confirmó que la disposición perimetral simétrica de los muros de corte reduce el período en un 32 % y la deriva en un 25 %, refuerza esta conclusión, enfatizando la importancia de la configuración geométrica y la distribución de la rigidez en planta. Estos resultados globales demuestran que la altura, la rigidez y la fisuración son factores importantes a considerar al evaluar el comportamiento sísmico de un edificio. En el ámbito nacional, se han desarrollado investigaciones que refuerzan dichos hallazgos. Estrada y Núñez (2021) evaluaron edificaciones de diez niveles con sistemas aporticados y duales, encontrando que la reducción de rigidez disminuyó el período de 1.895 s a 0.606 s en edificios aporticados, y de 1.112 s a 0.5841 s en sistemas duales. Asimismo, el agrietamiento produjo incrementos de hasta un 40% en el período fundamental de los sistemas aporticados y de un 26% en los duales. Valdez (2021), en un estudio aplicado a la ciudad de Arequipa, concluyó que tanto el aumento de la altura como la reducción de la rigidez generan un incremento significativo en el período, confirmando que estas variables no deben ser omitidas en los cálculos sismorresistentes. De manera complementaria, Vilca (2022) determinó que edificaciones de albañilería de baja altura presentan períodos fundamentales más bajos, lo que se traduce en un mejor desempeño frente a los sismos, reforzando la importancia de considerar la altura en la predicción del comportamiento dinámico. Sobre la base de estos antecedentes, la presente investigación se enfocó en el análisis de los edificios de la Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión (Huacho, 2025), donde se evaluó la influencia de los parámetros mencionados en el cálculo del período fundamental de vibración. Para ello, se desarrollaron modelos estructurales en el software ETABS, aplicando análisis estáticos y dinámicos a dos tipos de sistemas: aporticado y dual. El procedimiento incluyó la modificación de secciones de columnas y vigas para variar la rigidez, la simulación de distintas alturas en los modelos, y la aplicación de coeficientes de reducción de inercia para representar el agrietamiento de

los elementos estructurales. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema dual ofrece un mejor comportamiento sísmico en comparación con el sistema aporticado, debido a su mayor rigidez. Mientras que los edificios aporticados alcanzaron períodos de hasta 1.80 s en el estado inicial, los duales mostraron valores más controlados. Asimismo, el aumento de la altura produjo incrementos progresivos en el período, con variaciones desde 0.34 s en edificaciones de un nivel hasta 0.52 s en edificios de cuatro niveles. En cuanto al agrietamiento, este factor se reveló como el de mayor incidencia: en el sistema dual, el período fundamental aumentó en un 33.67% y los desplazamientos en un 31.65%, mientras que en el sistema de muros se registraron incrementos de 15.52% y 29.81% respectivamente. Estos hallazgos permiten concluir que la rigidez estructural y la altura son variables relevantes, pero el agrietamiento constituye el parámetro más determinante en el incremento de períodos y desplazamientos, comprometiendo la seguridad estructural. La investigación pone en evidencia la necesidad de considerar modelos con secciones agrietadas en los análisis estructurales, pues estos ofrecen resultados más realistas del comportamiento dinámico de las edificaciones. En este sentido, el presente trabajo no solo aporta evidencia cuantitativa sobre los efectos de la rigidez, la altura y el agrietamiento en el período fundamental, sino que también ofrece un marco de referencia para la toma de decisiones en el diseño y reforzamiento de edificaciones educativas en zonas de alta sismicidad. De esta forma, se contribuye al fortalecimiento de la seguridad estructural en contextos donde la protección de la vida humana resulta prioritaria y donde la confiabilidad de los edificios universitarios debe garantizarse para la continuidad de las actividades académicas.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Los edificios son estructuras complejas que, aunque a simple vista parecen estáticas, en realidad están en un constante estado de vibración. Estas oscilaciones suelen ser imperceptibles para los ocupantes, pero están presentes debido a diferentes causas como el viento, el paso de vehículos pesados, o incluso variaciones térmicas. No obstante, el fenómeno más peligroso y destructivo que puede afectar a las edificaciones es, sin duda, el sismo. Según Peralta, Reyes y Godínez (2009), la elasticidad es la propiedad de los cuerpos para deformarse bajo la acción de fuerzas externas y recuperar su forma original cuando cesan dichas fuerzas. En el caso de una edificación, antes de retornar a su equilibrio tras un movimiento sísmico, esta puede desarrollar una serie de oscilaciones propias, denominadas frecuencias naturales, que dependen de su masa, forma, materiales y sistema estructural. A nivel global, el contexto es alarmante. El aumento en la frecuencia de sismos de gran magnitud ha puesto en alerta a países desarrollados y en desarrollo. Organismos como el United States Geological Survey (USGS) han señalado que más del 80% de los sismos del mundo ocurren en una franja geológica altamente activa denominada el "Cinturón de Fuego del Pacífico". Este escenario global de riesgo sísmico exige estudios más precisos sobre la respuesta dinámica de las edificaciones frente a estos eventos. En el ámbito latinoamericano, la vulnerabilidad estructural de las edificaciones frente a los sismos es elevada. La informalidad en la construcción, el uso de materiales de baja calidad, la ausencia de supervisión técnica adecuada y la limitada aplicación de normativas sismo-resistentes agravan esta situación. A esto se suma que países como Chile, Ecuador,

México y Perú se encuentran en zonas sísmicamente activas, donde ya se han registrado importantes eventos catastróficos. En América Latina, la planificación urbana aún enfrenta serios desafíos. Por ejemplo, muchos edificios han sido construidos sin estudios geotécnicos ni modelamientos estructurales adecuados, lo que impide prever el periodo fundamental de vibración una variable crítica para estimar la respuesta del edificio ante un movimiento sísmico. La combinación de edificaciones vulnerables con una alta exposición sísmica plantea un escenario crítico en la región, especialmente en zonas costeras donde la densidad poblacional es mayor. Esta realidad hace imperativa la investigación y el fortalecimiento del conocimiento sobre las variables estructurales que afectan el comportamiento dinámico de las construcciones. El Perú se encuentra ubicado en el borde occidental de Sudamérica, dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, zona que concentra la mayor actividad sísmica del planeta. Según el USGS (2011, citado por Mosqueira, 2012), nuestro país está expuesto constantemente a movimientos telúricos de diversas magnitudes. Solo entre 2000 y 2023, se han registrado más de 20 sismos de magnitud superior a 6.0, muchos de los cuales han causado severos daños en edificaciones públicas y privadas. A nivel normativo, el Perú cuenta con el Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente), que establece los criterios básicos para el diseño estructural. Sin embargo, su aplicación efectiva no siempre se da, sobre todo en regiones alejadas de la capital. Además, no todos los profesionales incorporan estudios detallados sobre el periodo fundamental de vibración, a pesar de ser un parámetro fundamental para la seguridad sísmica. Montserrat (2013) señala que durante un evento sísmico severo, las estructuras pueden verse sometidas a fuerzas extremas que sobrepasan sus capacidades, generando desde fisuras leves hasta colapsos totales. Esta

situación revela la necesidad de investigar más a fondo los parámetros estructurales que influyen en la respuesta de las edificaciones, como la altura, rigidez y agrietamiento. En la región Lima Provincias, el crecimiento urbano ha sido acelerado y, en muchos casos, desordenado. Zonas como Huaura, Barranca y Huaral presentan una gran cantidad de edificaciones de altura media construidas con sistemas mixtos aporticados, de muros estructurales o duales, sin que necesariamente se haya realizado un estudio detallado del comportamiento dinámico de cada estructura. Uno de los principales problemas es que no se cuenta con suficientes estudios técnicos sobre el impacto de la altura o el agrietamiento acumulado en los periodos de vibración de estas edificaciones. A esto se suma la informalidad y la falta de seguimiento a las normas técnicas de construcción. La vulnerabilidad estructural no es solo una preocupación académica, sino una realidad palpable. Cualquier evento sísmico de magnitud significativa puede ocasionar la falla de edificaciones si no se ha evaluado correctamente el sistema estructural ni se han considerado sus condiciones materiales actuales. La ciudad de Huacho, capital de la provincia de Huaura, alberga una variedad de edificaciones institucionales, comerciales y residenciales de mediana altura, muchas de ellas construidas con sistemas estructurales de muros o sistemas duales. Un caso representativo es el de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC), ubicada en la zona sur de Huacho, considerada de alta peligrosidad sísmica. Los edificios universitarios presentan condiciones estructurales diversas, en su mayoría proyectados con sistemas de muros portantes o combinaciones duales (muros + marcos). La correcta determinación del periodo fundamental de vibración en estas estructuras resulta vital para evaluar su seguridad. Sin embargo, son escasos los estudios que han analizado específicamente cómo afectan la altura del edificio,

la rigidez de sus elementos y el grado de agrietamiento acumulado en su comportamiento dinámico. Esta situación refleja una necesidad urgente de profundizar en investigaciones técnicas que permitan comprender mejor la respuesta sísmica de edificaciones institucionales en Huacho. Así, se podrían generar recomendaciones prácticas para el reforzamiento estructural o la adecuada planificación de futuras obras, contribuyendo a reducir los riesgos estructurales y salvaguardar la vida de los ocupantes.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuánto influye la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuánto varía el periodo fundamental considerando diferentes alturas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025?

¿Cuánto varía el periodo fundamental al variar la sección de las columnas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025?

¿Cuánto varía el periodo fundamental al considerar el agrietamiento en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025?

¿Qué variable analizada influye más en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la influencia de la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el periodo fundamental en edificios con sistemas estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Determinar el periodo fundamental al considerar diferentes alturas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025.

Determinar el periodo fundamental al considerar la variación de rigidez por cambio en la sección de las columnas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025.

Determinar el periodo fundamental al considerar el agrietamiento en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025.

Determinar que variable analizada influye más en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025.

### **1.4. Justificación de la investigación**

La determinación correcta del periodo fundamental de vibración constituye un punto decisivo dentro del diseño sismorresistente, ya que este parámetro permite estimar la demanda sísmica que actuará sobre una edificación ante un movimiento sísmico. Dicho periodo describe la forma más sencilla de oscilación de la estructura y está estrechamente vinculado con la masa y la rigidez lateral del sistema. Por esta razón, su obtención precisa es imprescindible para asegurar que la respuesta

dinámica del edificio se ajuste a los criterios de seguridad establecidos en la normativa vigente.

En el caso particular de los edificios ubicados en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC), el comportamiento dinámico se ve influido de manera relevante por factores como la altura de la edificación, la rigidez global del sistema estructural y el nivel de agrietamiento que se desarrolla en los elementos de concreto armado durante su vida útil. La altura determina la amplitud y duración de los desplazamientos laterales ante un sismo; generalmente, edificaciones de mayor altura presentan periodos de vibración más prolongados. Por su parte, la rigidez depende de la configuración y dimensiones de muros, vigas y columnas, influenciando directamente la respuesta vibratoria: estructuras más rígidas tienden a presentar periodos más cortos. En tanto, el agrietamiento reduce la rigidez efectiva de los elementos, modificando la respuesta dinámica en relación con el estado idealizado inicial.

No obstante, en muchos análisis estructurales estos efectos suelen ser representados mediante modelos simplificados, que no consideran plenamente el comportamiento real del concreto y la interacción de los distintos elementos. Esta simplificación puede conducir a discrepancias entre el modelo analítico y el estado estructural real, generando resultados que no reflejan con exactitud la respuesta ante cargas sísmicas. Por ello, es necesario evaluar con detalle el impacto de la variación de altura, de la rigidez y de la pérdida de rigidez por agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental.

La incorporación rigurosa de estos factores permitirá obtener valores más precisos del periodo fundamental para los edificios con sistemas estructurales de muros y sistemas duales en la UNJFSC. Esto no solo contribuye a optimizar el proceso de

diseño estructural, sino que también facilita la toma de decisiones orientadas a la eficiencia en el uso de materiales y en la mejora del desempeño sísmico. De igual forma, posibilita reducir costos innecesarios, sin comprometer la seguridad de las instalaciones.

Por otro lado, la correcta estimación del periodo fundamental es clave para la evaluación y posible reforzamiento de edificaciones existentes. En el contexto de instituciones educativas, donde la seguridad de la comunidad universitaria y la continuidad de las actividades académicas son prioridades, disponer de información realista sobre el comportamiento sísmico es esencial. Un análisis adecuado permite identificar vulnerabilidades estructurales y proponer intervenciones proporcionales a las necesidades de cada edificio.

En conclusión, la consideración conjunta de la altura, la rigidez y el agrietamiento del concreto en el cálculo del periodo fundamental proporciona una visión más real del comportamiento dinámico de las edificaciones. Aplicar este enfoque en los edificios de la UNJFSC contribuye al diseño de estructuras más seguras y eficientes, fortalece los criterios de evaluación sísmica y permite desarrollar estrategias de reforzamiento acordes al nivel de riesgo de la infraestructura educativa.

### **1.5. Delimitaciones del estudio**

La presente investigación se enfoca exclusivamente en los edificios académicos de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC) que están conformados por sistemas estructurales de muros y sistemas duales. Dichas tipologías han sido seleccionadas por su amplia utilización en edificaciones institucionales y educativas de varios niveles, donde la acción sísmica puede generar desplazamientos laterales importantes si no se controla adecuadamente la

rigidez del sistema. En consecuencia, no se incluyen en este estudio edificios que empleen únicamente sistemas aporticados u otros esquemas resistentes, puesto que presentan comportamientos dinámicos distintos y, por tanto, no se ajustan al alcance de los objetivos planteados.

El análisis se centra en tres variables principales: la altura total de la edificación, la rigidez efectiva de los elementos que conforman el sistema resistente y el grado de agrietamiento del concreto armado durante su vida en servicio. Estas variables influyen directamente en la determinación del periodo fundamental de vibración, parámetro clave en el diseño sismorresistente, ya que condiciona la respuesta dinámica frente a movimientos sísmicos. A mayor altura, generalmente se obtienen periodos más prolongados; mientras que la disminución de la rigidez por agrietamiento puede alterar de forma significativa la deformabilidad del sistema estructural.

La metodología propuesta considera la elaboración de modelos estructurales mediante software especializado que permitan simular el comportamiento vibratorio de los edificios bajo diferentes condiciones de rigidez y configuración geométrica. Estos modelos serán evaluados de acuerdo con los criterios técnicos incluidos en la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E.030 (2025), lo cual garantiza que los resultados se encuentren alineados con los parámetros y exigencias reglamentarias nacionales. Asimismo, se realizará una comparación entre modelos que consideren secciones brutas y secciones agrietadas, con el fin de observar la variación real en el periodo fundamental.

La investigación se desarrolla durante el año 2025, tomando como base los materiales, criterios constructivos e información estructural disponible para los edificios existentes en la UNJFSC. Este marco temporal asegura que el análisis

refleje las condiciones actuales de la infraestructura universitaria y sea coherente con la normativa vigente.

En conclusión, la delimitación del estudio hacia edificaciones con sistemas estructurales de muros y sistemas duales permite obtener resultados comparables y representativos para el contexto institucional. Al concentrarse en la influencia de la altura, la rigidez y el agrietamiento en el periodo fundamental, se busca aportar conocimientos que contribuyan a mejorar los procesos de diseño, evaluación y reforzamiento estructural en espacios educativos expuestos a la actividad sísmica.

## 1.6. Delimitación espacial

La investigación se desarrollará en el departamento de Lima, provincia de Huaura, al sur del distrito de Huacho, en la Av. Mercedes Indacochea N° 609. Se calculará la influencia de la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el periodo fundamental en edificios con sistemas estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025.

Figura 01: Vista satelital de la UNJFSC.



*Fuente:* Google Earth (2025)

### **1.7. Delimitación temporal**

La investigación se realizará con una duración entre los meses de abril a junio en el año 2025.

### **1.8. Viabilidad del estudio**

La presente investigación puede llevarse a cabo sin dificultades, ya que se dispone de las condiciones necesarias para su desarrollo. El trabajo será ejecutado por el tesista, quien se encuentra en una etapa avanzada de su formación profesional dentro de la Ingeniería Civil y posee la base teórica y técnica requerida para realizar el análisis estructural y la interpretación de resultados. Asimismo, la universidad ha asignado un asesor especializado en el área, quien acompañará el proceso, orientando la metodología y validando los avances realizados. La interacción entre ambos garantiza la correcta conducción del estudio desde su formulación hasta su conclusión. En relación con los recursos económicos, la investigación no demanda gastos elevados, puesto que será financiada directamente por el tesista. Los costos se limitan a materiales de apoyo, reprografía y traslados necesarios. No es preciso recurrir a laboratorios externos ni a servicios técnicos adicionales, debido a que las simulaciones estructurales y el procesamiento de datos se desarrollarán mediante herramientas informáticas accesibles. Este aspecto disminuye notablemente los requerimientos presupuestales y asegura la continuidad del trabajo sin depender de financiamiento externo. En cuanto a los recursos tecnológicos, la universidad facilita el acceso a salas de cómputo y software de análisis estructural, como ETABS o herramientas de propósito similar, que permiten modelar y estudiar el comportamiento dinámico de edificaciones bajo acciones sísmicas. Dichos programas son utilizados de manera habitual en la práctica profesional, por lo que los resultados obtenidos serán técnicamente válidos. Además, se cuenta con bibliografía

actualizada, normativa peruana vigente (como la E.030) y repositorios académicos donde se puede consultar investigaciones relacionadas. Esta disponibilidad de información asegura una base conceptual sólida para sustentar el estudio. Es importante señalar también la pertinencia del trabajo. Analizar la influencia de la altura, la rigidez y el agrietamiento del concreto en el periodo fundamental de edificaciones con sistemas de muros y sistemas duales resulta relevante en el contexto universitario, donde el adecuado desempeño estructural es esencial para la seguridad de estudiantes y trabajadores. Los resultados podrán servir de referencia para la toma de decisiones en proyectos de reforzamiento, mantenimiento o diseño de nuevas infraestructuras dentro de la institución. Finalmente, el tiempo planificado para la investigación es razonable y se ajusta al calendario académico. La secuencia de actividades revisión bibliográfica, modelación, análisis de resultados y redacción final ha sido organizada de manera progresiva, permitiendo un avance ordenado y sistemático. En conjunto, la disponibilidad de conocimiento especializado, recursos económicos sostenibles, medios tecnológicos adecuados y la relevancia práctica del tema demuestran que el estudio es completamente viable y puede desarrollarse con garantías de éxito.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Investigaciones internacionales

**González, J. & Pérez, M. (México, 2022).** Confiabilidad estructural de edificios de concreto reforzado y mampostería confinada considerando el efecto de la interacción suelo-estructura. **Objetivo:** Evaluar cómo la interacción entre el suelo y la estructura modifica el periodo fundamental de vibración en edificaciones con sistemas duales. **Metodología:** Se desarrollaron modelos estructurales de edificios con diferentes alturas (6, 9 y 12 pisos), considerando y sin considerar la interacción suelo-estructura. Se utilizaron herramientas de análisis dinámico lineal y espectral. **Conclusiones:** Al integrar la interacción con el suelo, el periodo fundamental se redujo en un promedio de 47%, lo que indica un aumento en la rigidez global percibida de la estructura. Esta diferencia es crítica, ya que puede hacer que un edificio calculado sin este efecto subestime su respuesta sísmica real, especialmente en suelos blandos.

**Ramírez, L. & Torres, F. (Ecuador, 2020).** Análisis de la influencia del número de modos de vibración en la respuesta sísmica de edificaciones.

**Objetivo:** Estudiar cómo la altura de la edificación y la densidad de muros afectan el cálculo del periodo fundamental de vibración. **Metodología:** Se modelaron cinco edificaciones con alturas entre 5 y 12 pisos, con diferentes densidades de muros. Se emplearon análisis modales en ETABS para comparar los efectos de variación de rigidez y masa. **Conclusiones:** Edificios de 12 pisos alcanzaron periodos de hasta 1.3 segundos, mientras que los de 5 pisos se ubicaron en torno a los 0.45 segundos. Al aumentar la densidad de muros, el periodo se redujo en promedio un 28%. Se concluye que más muros estructurales

contribuyen significativamente a la rigidez global, reduciendo la vulnerabilidad sísmica.

**Martínez, A. & López, R. (España, 2021).** Daño sísmico y propiedades modales en estructuras de edificación. Analizar cómo el deterioro estructural, incluyendo agrietamientos, afecta las propiedades dinámicas (especialmente el periodo fundamental) de edificios existentes. **Metodología:** Se realizaron mediciones en campo de vibraciones ambientales y ensayos no destructivos en 10 edificios residenciales en Barcelona con más de 20 años de antigüedad, comparando los resultados con modelos estructurales ideales. **Conclusiones:** Se observó que el periodo fundamental aumentó entre 15% y 38% en edificios que presentaban agrietamientos visibles en elementos estructurales. Este aumento se atribuye a la pérdida de rigidez del sistema, lo que implica mayor desplazamiento ante eventos sísmicos.

**Sánchez, P. & Morales, D. (Chile, 2024).** Influencia de la configuración de muros de corte en la fragilidad sísmica de edificios con sistema dual de concreto reforzado. **Objetivo:** Investigar el efecto de la ubicación y simetría de los muros de corte sobre el periodo fundamental y la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de altura media.

**Metodología:** Se modelaron edificios de 8 y 10 pisos en software Perform3D, variando configuraciones de muros (centrales, perimetrales, distribuidos en planta). Se aplicaron análisis estáticos no lineales y espectrales. **Conclusiones:** La disposición perimetral simétrica de los muros redujo el periodo fundamental en un 32% respecto a una configuración asimétrica. También se redujo la deriva máxima en un 25%, indicando menor vulnerabilidad. Las configuraciones

desequilibradas aumentaron los desplazamientos laterales y las torsiones estructurales.

### 2.1.2. Investigaciones Nacionales

**Estrada I. & Núñez M. (2021).** Rigidez, altura y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración de edificios aporticado y dual, Nuevo Chimbote 2021. **Objetivo:** Determinar cómo la modificación de la rigidez, altura y agrietamiento influye en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios con sistemas estructurales aporticado y dual. **Metodología:** Se analizaron dos edificaciones de diez niveles (una aporticada y otra dual) utilizando ETABS. Se modificaron las secciones de los elementos estructurales para variar la rigidez, se consideraron alturas desde seis hasta diez pisos y se aplicaron coeficientes de reducción de momentos de inercia según la Norma E.060 para simular el agrietamiento. **Conclusiones:** La reducción de rigidez disminuyó el periodo en la dirección X de 1.895 s a 0.606 s en el edificio aporticado y de 1.112 s a 0.5841 s en el dual. El agrietamiento aumentó el periodo fundamental en un 40% para el sistema aporticado y en un 26% para el dual, con incrementos en desplazamientos y derivas máximas, y disminuciones en la cortante basal.

**Valdez Waldir. (2021).** Evaluación del comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado con sistema dual en la ciudad de Arequipa. **Objetivo:** Evaluar el comportamiento sísmico de una edificación de concreto armado con sistema dual, considerando la influencia de la altura, rigidez y agrietamiento en el periodo fundamental de vibración. **Metodología:** Se modeló una edificación de ocho niveles con sistema dual en ETABS, realizando análisis estático y dinámico espectral según la Norma E.030. Se consideraron variaciones en la altura y rigidez, así como el efecto del agrietamiento en los elementos

estructurales. **Conclusiones:** El periodo fundamental de vibración en la dirección X fue de 0.479 s y en la dirección Y de 0.269 s. Se observó que el incremento de la altura y la reducción de la rigidez aumentan el periodo fundamental, mientras que el agrietamiento de los elementos estructurales también contribuye a este incremento, afectando la respuesta sísmica de la edificación.

**Vilca Y. Damphier (2022).** Análisis del periodo fundamental de vibración en edificaciones de albañilería en la ciudad de Tacna. **Objetivo:** Determinar el periodo fundamental de vibración en edificaciones de albañilería, considerando la influencia de la altura y rigidez estructural. **Metodología:** Se analizó una edificación de dos niveles con una altura total de 5.7 m, utilizando la fórmula  $T = h_n / C_t$ , donde  $C_t = 60$  para edificaciones de albañilería, según la Norma E.030. Se evaluó el efecto de la altura y rigidez en el periodo fundamental de vibración. **Conclusiones:** El periodo fundamental calculado fue de 0.095 s. Se concluyó que edificaciones de menor altura y mayor rigidez presentan periodos fundamentales más bajos, lo que implica una mejor respuesta sísmica. La incorporación de elementos estructurales que aumenten la rigidez puede mejorar el comportamiento sísmico de las edificaciones de albañilería.

**Estrada G. & Núñez M. (2021).** Rigidez, altura y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración de edificios aporticado y dual, Nuevo Chimbote 2021. **Objetivo:** Determinar la influencia de la modificación de la rigidez, altura y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios con sistemas estructurales aporticado y dual. **Metodología:** Se analizaron dos edificaciones de diez niveles (una aporticada y otra dual) utilizando el software ETABS. Se variaron las secciones de los elementos estructurales para modificar la rigidez, se consideraron alturas desde seis hasta diez pisos y se aplicaron

coeficientes de reducción de momentos de inercia según la Norma E.060 para simular el agrietamiento. **Conclusiones:** La reducción de rigidez disminuyó el periodo en la dirección X de 1.895 s a 0.606 s en el edificio aporticado y de 1.112 s a 0.5841 s en el dual. El agrietamiento aumentó el periodo fundamental en un 40% para el sistema aporticado y en un 26% para el dual, con incrementos en desplazamientos y derivas máximas, y disminuciones en la cortante basal.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Análisis del periodo fundamental de vibración**

Reboredo (1996) sostiene que el periodo fundamental, también denominado primer modo de vibración, constituye el primer valor modal identificado en la mayoría de los métodos de análisis estructural y ofrece, por lo general, una representación adecuada del comportamiento sísmico global de una edificación (p. 9). Este parámetro caracteriza la forma más simple de oscilación de la estructura, por lo que su determinación resulta esencial para comprender la interacción entre la masa y la rigidez frente a acciones dinámicas. De manera complementaria, Gómez (2002) reconoce que el periodo fundamental es un componente central en el diseño sismorresistente basado en el análisis dinámico modal espectral (p. 7). Dicho periodo no es constante, sino que depende directamente de las propiedades físicas y mecánicas de la estructura. Factores como el grado de agrietamiento del concreto, las dimensiones y cuantías de refuerzo de los elementos estructurales, la altura total, el nivel de carga axial y la regularidad en planta y elevación pueden modificar de manera significativa el valor del periodo. En síntesis, el periodo fundamental constituye un indicador sensible a las condiciones reales de rigidez y masa de la edificación. Su correcta estimación permite predecir con mayor precisión la respuesta dinámica, optimizar el diseño estructural y garantizar un desempeño sísmico adecuado y seguro.

### 2.2.1.1. Enfoque teórico

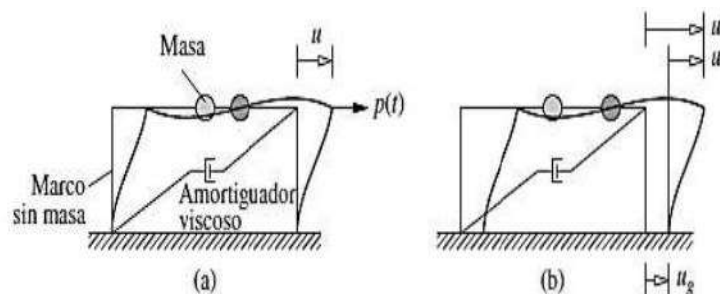
A) Para simplificar el análisis, las estructuras se representan en función de sus grados de libertad, tomando en cuenta la presencia o ausencia del amortiguamiento.

B) Entre estos, el caso más sencillo es el sistema de un solo grado de libertad, cuyas ecuaciones sirven como base para el análisis de sistemas con múltiples grados de libertad.

#### C) Sistemas de un grado de libertad

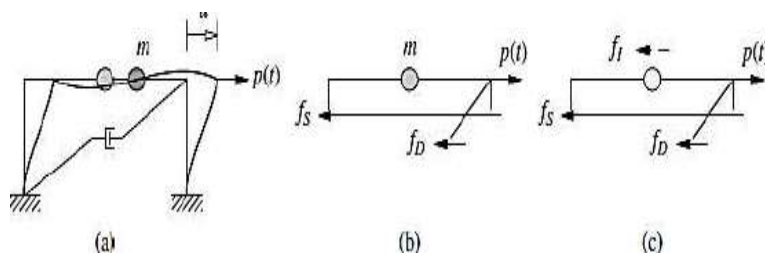
El sistema de un grado de libertad representado en la Figura N°02 consiste esencialmente en una masa  $m$  situada en la parte superior, un marco idealizado sin masa que proporciona la rigidez, y un amortiguador viscoso encargado de reducir las oscilaciones. Además, se asume que tanto la viga como las columnas no presentan deformación axial. (Chopra, 2017).

Figura N° 02: Sistema con un solo grado de libertad: (a) sometido a una fuerza externa  $p(t)$ ; (b) sometido al desplazamiento del terreno generado por un sismo.



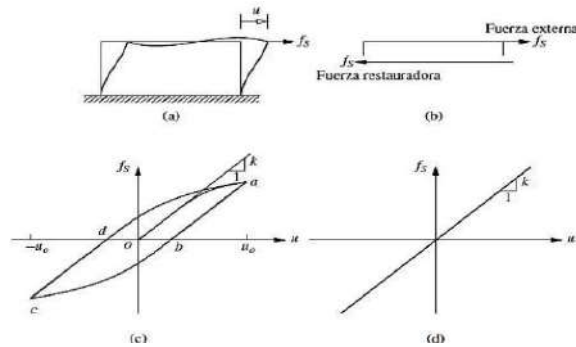
Fuente: Adaptado de Chopra 2012.

Figura N°03. Diagramas de cuerpo libre.



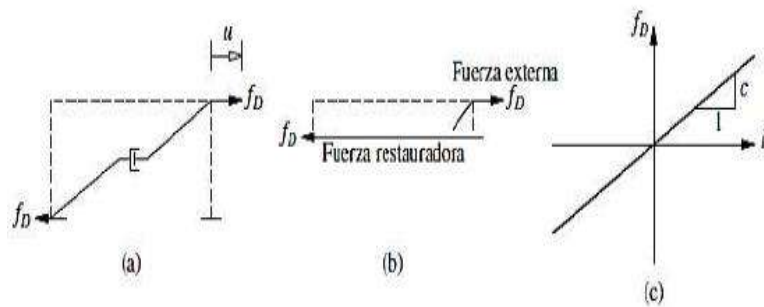
Fuente: Adaptado de Chopra 2012.

Figura N°04. Vinculación entre la fuerza de restitución y la rigidez lateral.



Fuente: Adaptado de Chopra 2012.

Figura N°05. Vínculo entre la fuerza interna y la rigidez lateral.

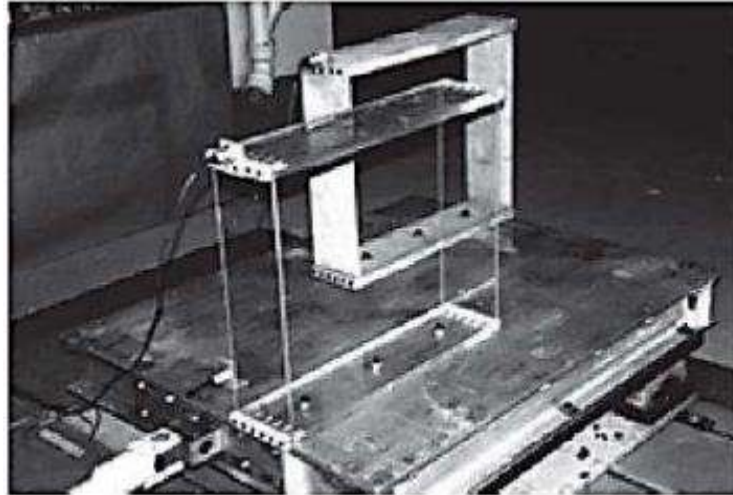


Fuente: Adaptado de Chopra, 2012.

#### D) Vibración libre Chopra (2012)

Murrieta (2014, p. 39) señala que una estructura se encuentra en vibración libre cuando es desplazada de su posición de equilibrio y luego se deja oscilar sin la acción de fuerzas externas. Asimismo, Chopra (2012), citado por Murrieta, indica que el análisis de la respuesta de una estructura en estas condiciones, a partir de datos experimentales, permite obtener información importante para determinar su periodo fundamental y amortiguamiento, tal como se aprecia en la Figura N°06.

Figura N° 06: Modelos de marcos construidos en aluminio y plexiglás instalados sobre una mesa vibratoria.



Fuente: Adaptado de Chopra, 2012.

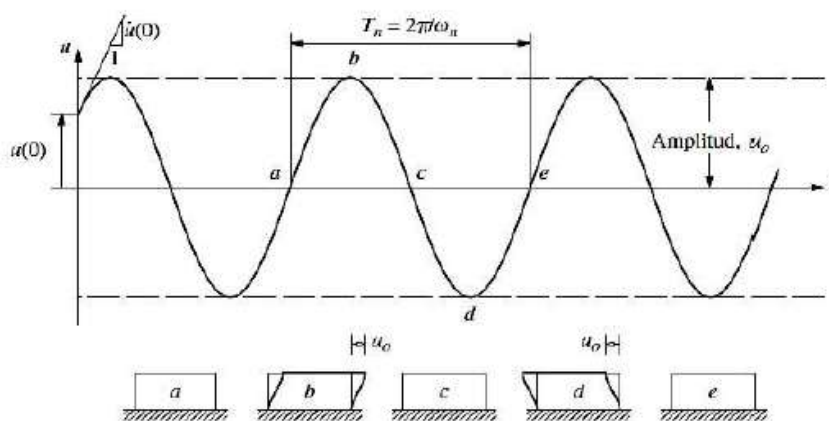
### E) Vibración libre no amortiguada

Al asumir que  $p(t) = 0$  y que el sistema no posee amortiguamiento ( $c = 0$ ),

la ecuación 2.3 se reduce a la siguiente forma:

$$m\ddot{u} + ku = 0 \quad \dots (1)$$

Figura N° 07. Vibración libre de un sistema sin amortiguación.

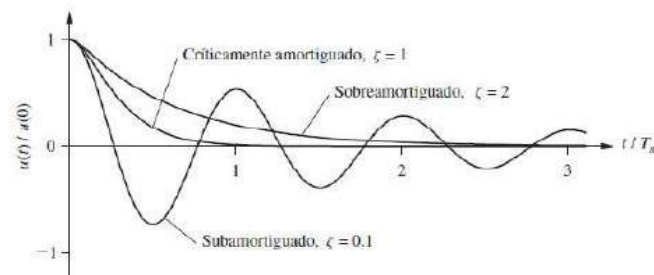


Fuente: Adaptado de Chopra, 2012.

## F) Vibración libre amortiguada

La vibración libre amortiguada ocurre cuando un sistema es desplazado de su posición de equilibrio y se le permite oscilar sin fuerzas externas actuando sobre él, pero con la presencia de un mecanismo que disipa energía. Como consecuencia de esta disipación, la amplitud del movimiento disminuye gradualmente hasta que el sistema finalmente se detiene.

Figura N°08. Oscilación libre en sistemas con amortiguamiento menor, crítico y mayor al requerido.



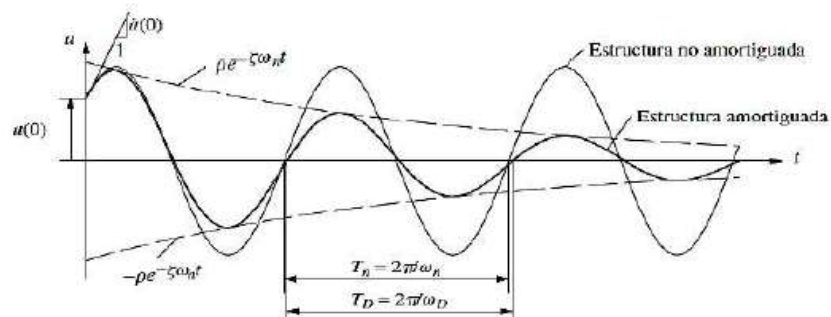
Fuente: Adaptado de Chopra, 2012.

## G) Sistemas subamortiguados

La solución de la ec. (2.11) para sistemas con  $(c < c_r)$ , o  $\xi < 1$  es:

$$u(t) = e^{-\xi\omega_n t} [u(0)\cos\omega_n t] + \frac{\dot{u}(0) + \xi\omega_n u(0)}{\omega_D} \text{sen}\omega_n t \quad \dots (2)$$

Figura N°09. Efectos del amortiguamiento sobre la vibración libre.



Fuente: Adaptado de Chopra, 2012.

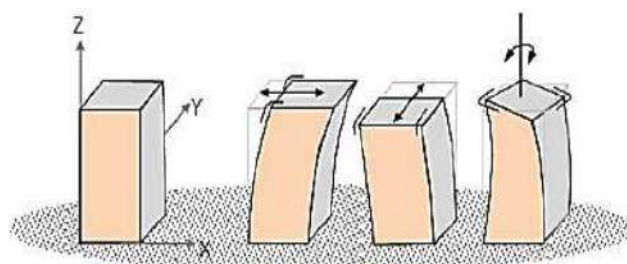
El análisis de estructuras en el rango lineal suele considerar principalmente el primer modo de vibración, debido a que presenta el mayor coeficiente de

participación. Por esta razón, el comportamiento de un sistema con un solo grado de libertad puede extrapolarse adecuadamente a edificaciones con múltiples grados de libertad. Para ampliar información sobre modelos con varios grados de libertad, se pueden consultar trabajos de autores como Bazán y Meli (1990), Chopra (2012), entre otros.

#### **H) Modos de vibración Murty (2012)**

El modo de vibración corresponde a la forma deformada que adopta una estructura cuando oscila en uno de sus periodos naturales. Una edificación posee varios periodos y, por tanto, distintas formas de vibrar. En el modelo matemático, el edificio se divide en elementos conectados por nodos, los cuales pueden desplazarse y rotar en las tres direcciones (Murty, 2012). Los modos principales son: traslación en X, traslación en Y y rotación alrededor del eje Z. En edificios regulares estos modos se presentan de manera pura, mientras que en estructuras irregulares pueden combinarse. Aunque existen infinitos modos, en ingeniería suelen considerarse solo estos tres para el análisis.

Figura N° 11: Modos naturales de vibración.



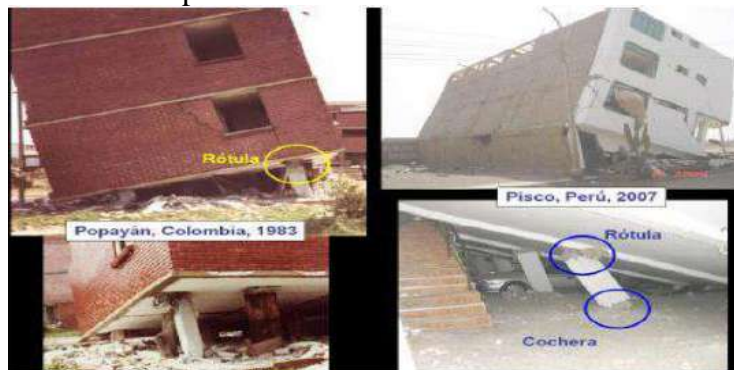
Fuente: Adaptado de Murty, 2012.

#### **2.2.3. Sistemas estructurales**

Los sistemas estructurales corresponden al conjunto de elementos resistentes encargados de recibir las cargas que actúan sobre la edificación y transferirlas hacia sus apoyos. La elección del sistema depende principalmente de la configuración en planta y elevación, de la rigidez de sus componentes y de la

distribución de masas. La experiencia en eventos sísmicos ha demostrado que las edificaciones con irregularidades son más propensas a presentar daños, razón por la cual el RNE restringe y penaliza dichas configuraciones. Asimismo, mientras más sencilla sea la disposición estructural, más confiable y preciso resulta su modelo de análisis. (Rochel, 2012, p. 101).

Figura N° 12: Formación de rotulas y colapso de edificios con piso blando.



Fuente: Adaptado de San Bartolomé, s.f.

### 2.2.3.1. Edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL)

Se denominan así a las edificaciones cuyo sistema resistente frente a cargas sísmicas y gravitacionales está conformado principalmente por placas delgadas, sin necesidad de extremos confinados y con refuerzo vertical dispuesto en una sola capa (RNE E.030, 2018, p.14). En este sistema, los muros pueden asumir cargas verticales y horizontales; cuando resisten cargas gravitacionales se les denomina muros cargueros, y cuando soportan esfuerzos sísmicos, muros estructurales (Rochel, 2012, p.103).

Figura N°13: Edificio construido con sistema estructural dual.



Fuente: Adaptado de San Bartolomé, s.f.

### 2.2.3.2. Sistema de pórticos Rochel (2012)

Un sistema aporticado se compone de vigas y columnas que resisten cargas verticales, laterales y momentos, siendo común en estructuras de acero y concreto armado (p. 103).

Figura N°14: Edificio construido con sistema estructural dual.



Fuente: Adaptado de San Bartolomé, s.f.

### 2.2.3.3. Sistema dual

Se trata de un pórtico tridimensional integrado con muros estructurales, donde ambos elementos poseen alta ductilidad y capacidad resistente. En este sistema, los muros deben absorber al menos el 70% de la fuerza cortante en la base (RNE E.030, 2018).

Figura N°15: Edificio construido con sistema estructural dual.



Fuente: Adaptado de San Bartolomé, s.f.

## 2.3. Definición de términos básicos

- **Elementos estructurales:** Se refiere a las partes que componen una estructura, diferenciadas según su función y configuración dentro del diseño constructivo (Anónimo, 2011).
- **Grado de libertad dinámico:** Magnitud que representa la posibilidad de movimiento independiente asociado a masa, cuya variación temporal permite describir el comportamiento vibratorio del sistema (Cassano, 2009).
- **Modos de vibración:** Formas específicas y características en las que un sistema estructural oscila de manera natural cuando es sometido a excitaciones dinámicas (Chopra, cit. en Murrieta, 2014).
- **Periodo de vibración:** Tiempo requerido para que un sistema complete un ciclo completo de oscilación (Braja, 2010).
- **Resonancia:** Fenómeno que ocurre cuando la frecuencia de excitación se aproxima a la frecuencia natural del sistema, generando un incremento significativo en la amplitud de vibración (Chopra, cit. en Murrieta, 2014).
- **Rigidez:** Capacidad de un elemento o sistema estructural para oponerse a las deformaciones producidas por las cargas aplicadas (Esparza, 2005).
- **Sismo:** Movimiento brusco del terreno generado por la liberación de energía acumulada debido al desplazamiento o interacción de placas tectónicas en la corteza terrestre (Universidad de Costa Rica, 2015).

## 2.4. Hipótesis de investigación

### 2.4.1. Hipótesis general

Al calcular el periodo fundamental al considerar diferentes alturas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, se ve afectado.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

Al Determinar el periodo fundamental al considerar diferentes alturas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, el periodo fundamental se ve afectado.

Al determinar el periodo fundamental al considerar la variación de rigidez por cambio en la sección de las columnas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, provoca mayores periodos de vibración en edificios aporticado que en edificios duales.

Al determinar el periodo fundamental al considerar el agrietamiento en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, el primer modo aumenta considerablemente.

Al determinar variable analizada influye más en el cálculo del periodo fundamental de vibración en edificios con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025, será el de mayor fluencia el agrietamiento.

## 2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1: *Definición Operacional de las variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OPERACIONAL DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN
Modificación de Rigidez, altura y agrietamiento	La rigidez es la propiedad que posee un determinado elemento o varios elementos estructurales de poder soportar desplazamientos cuando estos están sujetos a fuerzas de compresión. La rigidez se expresa como la relación de fuerza y de desplazamiento, pero este dato no es un valor constante en una determinada estructura. <i>K<sub>i</sub></i> es la rigidez para un desplazamiento o espacio $\delta$ requerido y la fuerza de resistencia <i>V<sub>i</sub></i> . (Marte Jiménez, 2014)	Las variables denominadas rigidez, altura y agrietamiento serán analizadas en función de sus dimensiones e indicadores como es la configuración estructural, propiedades de materiales, sección y elementos estructurales con la utilización del software Etabs.	Altura	Configuración estructural	Razón
	La altura de una edificación es la cota vertical expresada en metros esto es medido desde el medio punto de la vereda, si no hay vereda se mide desde la calzada más 15 centímetros. (Norma Técnica G.40, 2021)		Rigidez	Propiedad de materiales Propiedades de la sección Propiedades del elemento estructural	Razón
	El agrietamiento son fracturas que no solo afectan la superficie de la chapa, sino que también pueden extenderse por todo el espesor. Se producen principalmente en elementos de carga como columnas, muros de carga y suelos. La aparición de grietas en un edificio puede tener varias causas. El más común de ellos puede ser un mal cálculo de la estructura. (www.blogrehabilitacionedificios.com, 2021)		Agrietamiento	Cortante basal Derivas Momentos y cortantes	Razón
Periodo Fundamental De Vibración	El periodo fundamental de vibración es concebido como el parámetro principal para poder diseñar sísmicamente una estructura. Para el caso de edificaciones que ya existen es corresponde a un valor capaz de poder hallar las condiciones más actuales en cuanto a seguridad estructural. Particularmente para la estimación del periodo fundamental los códigos de construcción proveen fórmulas que son empíricas, estas expresiones se sustentan en los registros que sufren los edificios durante el movimiento que experimenta el suelo a través de modelos por elementos finitos. (Peralta Gálvez, Sánchez Tizapa y Arroyo Matus, 2015)	La variable denominada periodo fundamental de vibración se analizará en relación a sus dimensiones como es la en este caso los edificios, aporticado y dual que a su vez se dividirá en sus correspondientes indicadores para luego ser ingresados y analizados también en el software Etabs.	Sistema de muros	Placas	Razón
			Sistema dual.	Viga, columna y placas	Razón

Realización propia

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo De Investigación**

Según el objetivo general formulado: “Determinar la influencia de la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el periodo fundamental de edificios con sistema estructural de muros y dual en Huacho”, el estudio se desarrolló dentro de un nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo y carácter básico. En una primera etapa se identifican y describen las características del edificio y su contexto; luego, los datos recopilados se procesan considerando la hipótesis y los objetivos establecidos; y finalmente, los resultados se cuantifican, interpretan y comparan con antecedentes investigativos previos.

### **3.2. Diseño metodológico**

De acuerdo a la opinión de Hernández (2018) el diseño de investigación es no experimental porque las informaciones se recogieron en un único momento, no fue manipulado en ningún momento, tampoco hubo la intención de manipular y hacer variar intencionalmente. (p. 152).

Es de corte transversal, debido a que el instrumento para recolectar los datos se realizará en un solo momento y tiempo determinado. (Sampieri, 2003)

### **3.3. Nivel de Investigación**

En relación con el objetivo general: “Analizar la influencia de la variación de la altura, la rigidez y el agrietamiento en el periodo fundamental de edificaciones con sistemas estructurales de muros y dual en la UNJFSC-2025”, el estudio se desarrolló bajo un nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo y carácter básico. En primera instancia, se identificaron las características del edificio y su contexto estructural; posteriormente, los datos obtenidos fueron organizados y procesados de acuerdo con la hipótesis y los objetivos formulados. Finalmente, los resultados fueron cuantificados, interpretados y contrastados con investigaciones previas para validar su consistencia. Este procedimiento

permitió una comprensión más precisa del comportamiento dinámico real. Además, los hallazgos aportan sustento técnico para futuras evaluaciones y propuestas de mejora estructural en edificaciones similares.

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población o población objetivo, como señala Arias (2006), es un conjunto finito o un número ilimitado de componentes con características compartidas de quienes se extraen los hallazgos del estudio. Con el fin de demostrar la población de estudio o población objetivo de esta investigación, se demostrará que sistemas estructurales como de muros y dual de ductilidad limitada, mampostería confinada, mampostería armada, mixta y otros empleados fueron utilizados en la construcción de edificios, particularmente en la UNJFSC-2025.

#### **3.3.2 Muestra**

Los componentes se seleccionaron utilizando criterios predeterminados en una muestra no probabilística intencionada o de conveniencia. La muestra consta de edificaciones plurifamiliares regulares de hormigón armado.

Ubicado en la UNJFSC-2025, con sistema estructural de muros y dual, de tres y cuatro pisos, planta y distribución en altura normal, columnas cuadradas con placas y piso de altura constante son las características que definen estos edificios.

### **3.5. Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos son procedimientos utilizados para obtener información relevante, y cada una requiere ser definida, justificada y descrita en función del estudio. Entre ellas se encuentran el análisis documental, la observación directa, las encuestas y las entrevistas (Rojas, 2004, p. 128). Según Kothari (1990), la observación se convierte en un método científico cuando el investigador obtiene la información directamente mediante la percepción,

sin necesidad de preguntar al participante (p. 96). En esta investigación se empleará la técnica de observación directa, realizando visitas a las viviendas seleccionadas para registrar y reunir los datos necesarios.

### 3.6. Técnicas para el procedimiento de la información

#### Especificaciones principales de ETABS V19

<b>Especificación</b>	<b>Detalle</b>
Versión del software	V19.0.0 (abril 2020), actualizaciones menores posteriores
Compatibilidad OS	Windows 10 / 11 (64 bits)
Procesador recomendado	Intel Corei7 o superior
RAM recomendada	8 GB o más
Espacio en disco	Mínimo 6 GB libres
Resolución recomendada	1920x1080 o superior
Plataforma	100% orientado a análisis y diseño estructural de edificios
Tipos de análisis	Estático lineal/no lineal, dinámico (modal, espectral, historia de tiempo), pushover, sísmico, viento
Normas incorporadas	ACI, ASCE, Eurocode, NTP E.060

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Análisis de los resultados

El estudio analiza el efecto que tienen la rigidez, la altura y el agrietamiento sobre el periodo fundamental de vibración en edificaciones con sistemas estructurales aporticados y duales. Se aplicaron análisis estáticos y dinámicos a ambos casos. Los resultados iniciales muestran los periodos fundamentales en 30 modos de vibración.

**Tabla 2:** Resultados de los periodos y frecuencias de vibración en el edificio con estructura aporticada.

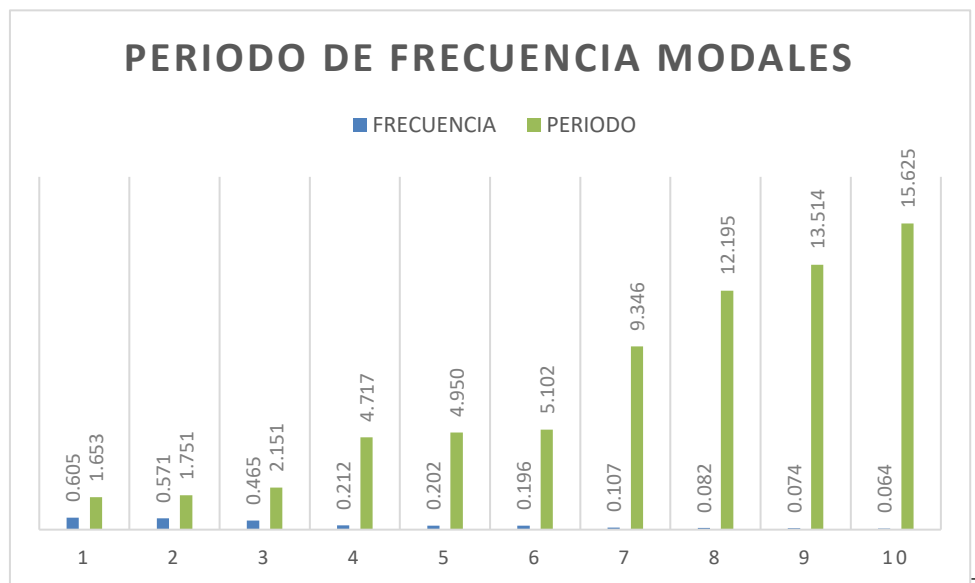
<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo (seg)</b>	<b>Frecuencia (cyc/sec)</b>
Vibracional	01	0.608	1.645
Vibracional	02	0.581	1.721
Vibracional	03	0.455	2.198
Vibracional	04	0.222	4.505
Vibracional	05	0.205	4.878
Vibracional	06	0.199	5.025
Vibracional	07	0.106	9.434
Vibracional	08	0.088	11.364
Vibracional	09	0.076	13.158
Vibracional	10	0.066	15.152
Vibracional	11	0.054	18.519
Vibracional	12	0.051	19.608
Vibracional	13	0.049	20.408
Vibracional	14	0.048	20.833
Vibracional	15	0.045	22.222
Vibracional	16	0.044	22.727
Vibracional	17	0.042	23.810
Vibracional	18	0.041	24.390
Vibracional	19	0.040	25.000
Vibracional	20	0.035	28.571
Vibracional	21	0.034	29.412
Vibracional	22	0.031	32.258
Vibracional	23	0.028	35.714
Vibracional	24	0.025	40.000

Vibracional	25	0.022	45.455
Vibracional	26	0.020	50.000
Vibracional	27	0.018	55.556
Vibracional	28	0.016	62.500
Vibracional	29	0.014	71.429
Vibracional	30	0.012	83.333

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 2 se presentan los resultados del periodo fundamental del edificio con sistema aporticado, tomando en cuenta 30 modos de vibración. Los valores obtenidos muestran que, en la dirección X, el periodo es de 0.608 segundos; en la dirección Y, 0.581 segundos; y en la dirección Z, 0.455 segundos. Además, se nota que, a medida que se consideran más modos de vibración, el periodo fundamental tiende a hacerse más corto, mientras que la frecuencia de oscilación se incrementa.

**Gráfico N.º 2:** Representación del periodo fundamental del edificio con sistema aporticado.



Fuente: Realización propia

En el gráfico N.º 2 se muestran diez modos de vibración, evidenciando la tendencia del periodo fundamental en la estructura dual. Se observa que, al incrementarse el

periodo de vibración, disminuye la cantidad de oscilaciones, mientras que periodos menores generan oscilaciones más frecuentes.

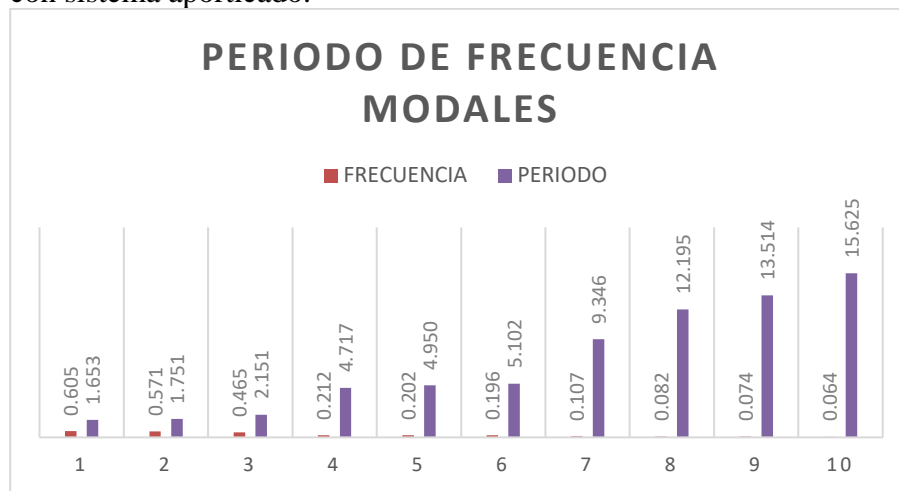
**Tabla 3.** Comparación de los periodos correspondientes al edificio con sistema aporcado y al edificio con sistema dual

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo (seg)</b>	<b>Frecuencia (cyc/sec)</b>
Vibracional	01	0.605	1.653
Vibracional	02	0.571	1.751
Vibracional	03	0.465	2.151
Vibracional	04	0.212	4.717
Vibracional	05	0.202	4.950
Vibracional	06	0.196	5.102
Vibracional	07	0.107	9.346
Vibracional	08	0.082	12.195
Vibracional	09	0.074	13.514
Vibracional	10	0.064	15.625
Vibracional	11	0.055	18.182
Vibracional	12	0.050	20.000
Vibracional	13	0.039	25.641
Vibracional	14	0.048	20.833
Vibracional	15	0.045	22.222
Vibracional	16	0.044	22.727
Vibracional	17	0.042	23.810
Vibracional	18	0.041	24.390
Vibracional	19	0.040	25.000
Vibracional	20	0.035	28.571
Vibracional	21	0.034	29.412
Vibracional	22	0.031	32.258
Vibracional	23	0.029	34.483
Vibracional	24	0.027	37.037
Vibracional	25	0.023	43.478
Vibracional	26	0.019	52.632
Vibracional	27	0.018	55.556
Vibracional	28	0.016	62.500
Vibracional	29	0.015	66.667
Vibracional	30	0.014	71.429

Fuente:  
Elaboración  
propia

En el cuadro N.º 3 se muestran los periodos de vibración obtenidos para ambas edificaciones considerando 30 modos. Se resalta que el sistema aporticado presenta menor rigidez que el sistema dual, lo cual explica la diferencia en los periodos registrados. Así, las variaciones estructurales propias de cada edificio conducen a respuestas dinámicas distintas.

*Gráfico N.º3: Representación del periodo fundamental del edificio con sistema aporticado.*



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N.º 3 se representan diez modos de vibración, evidenciándose que el edificio con menor rigidez estructural el sistema aporticado presenta un periodo fundamental mayor. Esto permite apreciar la diferencia en el comportamiento modal entre ambos sistemas, mostrando que el edificio con sistema dual, al ser más rígido, alcanza un periodo fundamental menor.

#### 4.1 Parámetro de Rigidez

El parámetro de rigidez se modificó mediante la variación de las secciones de columnas y vigas, tanto en el edificio aporticado como en el sistema dual.

Tabla 4: Secciones de columnas de edificio aporticado

Fase Inicial				Fase Final				
Nombre	Profundidad	Ancho		Archivo	Nombre	Sección	Profundidad	Ancho
C1 65x65	0.70 m	0.65 m	C1 65x65	no			2 m	0.5 m

C2 60x50	0.65 m	0.60 m	C2 60x50	no			3 m	0.5 m
C350x50	0.65 m	0.60 m	C350x50	no			0.5 m	0.6 m
VP 60x30	0.60 m	0.60 m	C1 65x65	no			2 m	0.5 m
			C1 65x65	no			3 m	0.5 m
			VP 60x30	no			0.8 m	0.5 m

Fuente: Realización propia

En la Tabla N° 4 se aprecia que, en el caso del edificio con sistema aporticado, el análisis estructural se efectuó inicialmente tomando en cuenta las secciones obtenidas del predimensionamiento. Dichas secciones generaban un periodo de vibración de  $T = 1.04$  segundos, valor superior al esperado. Por tal motivo, se decidió modificar las secciones estructurales, lo que permitió incrementar la rigidez de la edificación y, en consecuencia, reducir los desplazamientos.

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo sistema aporticado inicial</b>	<b>Periodo sistema aporticado final</b>
Vibracional	01	1.800	0.075
Vibracional	02	1.750	0.073
Vibracional	03	0.625	0.072
Vibracional	04	0.212	0.070
Vibracional	05	0.202	0.068
Vibracional	06	0.196	0.067
Vibracional	07	0.188	0.066
Vibracional	08	0.182	0.063
Vibracional	09	0.174	0.059
Vibracional	10	0.164	0.055
Vibracional	11	0.155	0.054
Vibracional	12	0.150	0.049
Vibracional	13	0.149	0.048
Vibracional	14	0.148	0.044
Vibracional	15	0.145	0.039
Vibracional	16	0.144	0.033
Vibracional	17	0.142	0.031
Vibracional	18	0.141	0.030
Vibracional	19	0.140	0.027

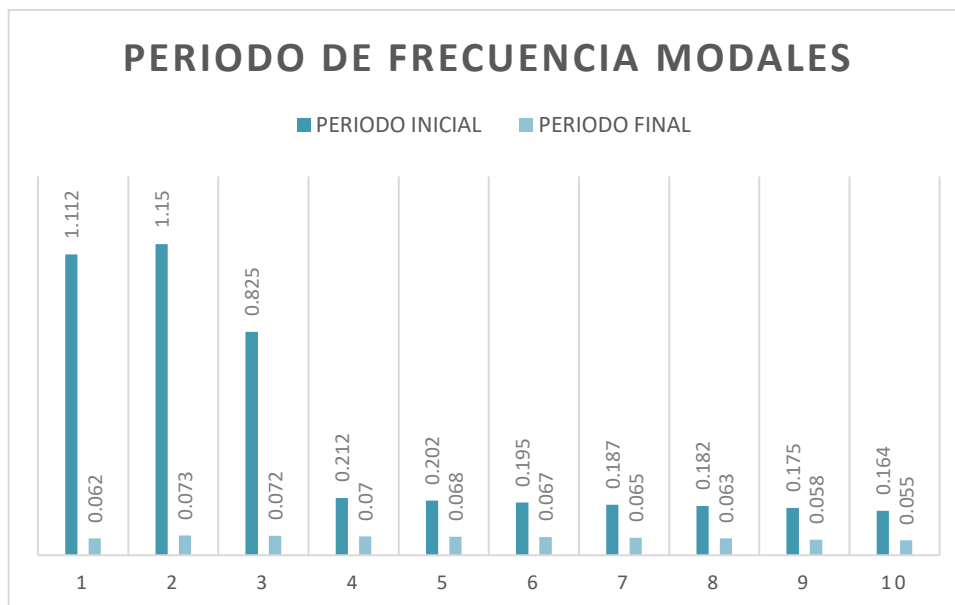
Vibracional	20	0.135	0.025
Vibracional	21	0.134	0.023
Vibracional	22	0.121	0.022
Vibracional	23	0.099	0.020
Vibracional	24	0.097	0.018
Vibracional	25	0.093	0.018
Vibracional	26	0.080	0.017
Vibracional	27	0.070	0.016
Vibracional	28	0.076	0.015
Vibracional	29	0.065	0.015
Vibracional	30	0.055	0.014

Tabla 5:  
Periodo  
inicial y final  
del edificio  
con sistema  
aporticado

Fuente: Realización propia

De acuerdo con Domínguez Caicedo (2014), al aumentar la rigidez de una estructura, su periodo de vibración disminuye. En ese sentido, para garantizar que la deriva no supere el límite de 0.007, fue necesario incrementar la rigidez mediante el ajuste de las secciones estructurales. Esto explica la diferencia observada en la Tabla N° 5, donde el dimensionamiento final presenta periodos menores en comparación con los obtenidos en el predimensionamiento inicial.

Gráfico 4: Comparación de los periodos del edificio en su estado inicial y final.



Fuente: Realización propia

En el **Gráfico N° 4** se observa que el aumento de las secciones de los elementos estructurales, y por ende de la rigidez, influye de manera directa en la determinación del periodo de la estructura con sistema aporticado.

*Tabla 6: Secciones de columna edificio con sistema dual*

<b>Fase Inicial</b>			<b>Fase Final</b>			
Nombre	Profundidad	Ancho	Nombre	Profundidad	Ancho	Espesor de la pared
C1 65x65	0.65 m	0.60 m	C1 70x70	0.80 m	0.80 m	
C2 60x50	0.65 m	0.60 m	C2 65x65	0.75 m	0.75 m	
C350x50	0.60 m	0.60 m	C3 65x65	0.65 m	0.65 m	
VP 60x30	0.60 m	0.60 m	C1 60x60	0.60 m	0.60 m	
			ME Shell-delgado			0.30 m

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 6 se observa que el periodo de vibración obtenido inicialmente para el edificio con sistema dual fue de  $T = 0.71$  segundos, valor mayor al requerido. Esto se debe a que el análisis estructural preliminar se realizó utilizando las secciones provenientes del predimensionamiento.

Por ello, se decidió modificar las secciones, incrementando la rigidez y reduciendo los desplazamientos.

*Tabla 7: Periodo inicial y final del edificio con sistema dual*

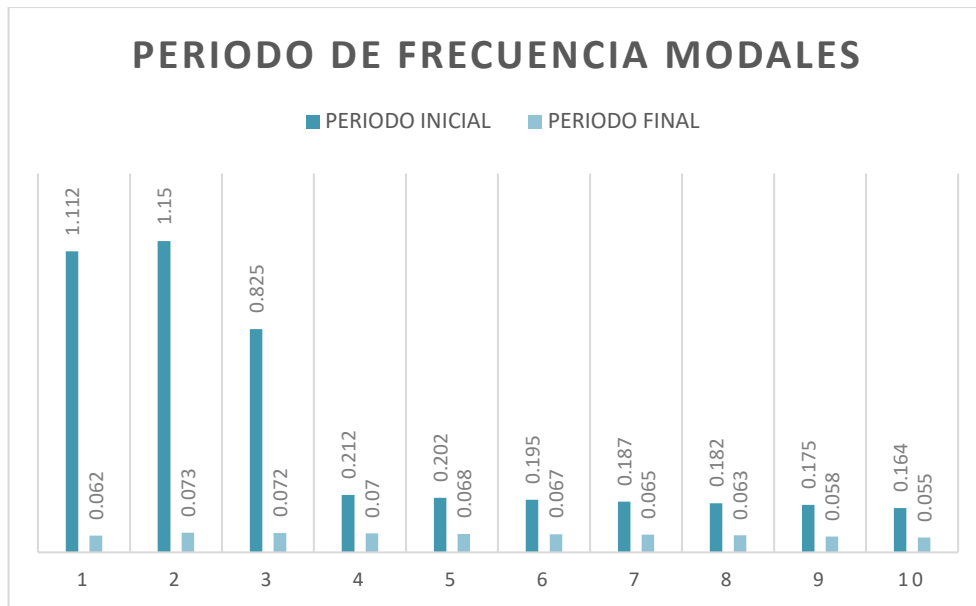
<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo sistema Dual inicial</b>	<b>Periodo sistema Dual final</b>
Vibracional	01	1.112	0.062
Vibracional	02	1.150	0.073
Vibracional	03	0.825	0.072
Vibracional	04	0.212	0.070
Vibracional	05	0.202	0.068
Vibracional	06	0.195	0.067
Vibracional	07	0.187	0.065
Vibracional	08	0.182	0.063

Vibracional	09	0.175	0.058
Vibracional	10	0.164	0.055
Vibracional	11	0.155	0.054
Vibracional	12	0.151	0.030
Vibracional	13	0.149	0.048
Vibracional	14	0.147	0.047
Vibracional	15	0.145	0.039
Vibracional	16	0.144	0.035
Vibracional	17	0.142	0.031
Vibracional	18	0.141	0.030
Vibracional	19	0.140	0.027
Vibracional	20	0.050	0.019
Vibracional	21	0.134	0.023
Vibracional	22	0.121	0.022
Vibracional	23	0.099	0.020
Vibracional	24	0.097	0.018
Vibracional	25	0.093	0.018
Vibracional	26	0.080	0.015
Vibracional	27	0.070	0.013
Vibracional	28	0.076	0.013
Vibracional	29	0.065	0.011
Vibracional	30	0.030	0.010

Fuente: Realización propia

En la Tabla N° 7 se evidencia una marcada diferencia de periodos entre el predimensionamiento inicial y el dimensionamiento final. Para mantener la deriva por debajo de 0.007, se incrementó la rigidez modificando las secciones estructurales. Esto coincide con Domínguez Caicedo (2014), quien señala que mayor rigidez implica menor periodo de vibración.

Gráfico 5: Comparativo de los periodos del edificio con sistema dual inicial y final



Fuente: Realización propia

En el Gráfico N.º 5 se aprecia que el incremento de la rigidez, logrado a través del aumento de las secciones estructurales, incide directamente en la determinación del periodo en la estructura con sistema dual. Esto demuestra que, al variar dicha rigidez, es posible regular los desplazamientos del edificio.

#### 4.2 Parámetro de alturas

Para el análisis del efecto de la altura, se consideraron edificaciones de 3 y 4 niveles en ambos tipos de sistemas estructurales. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el periodo fundamental de vibración.

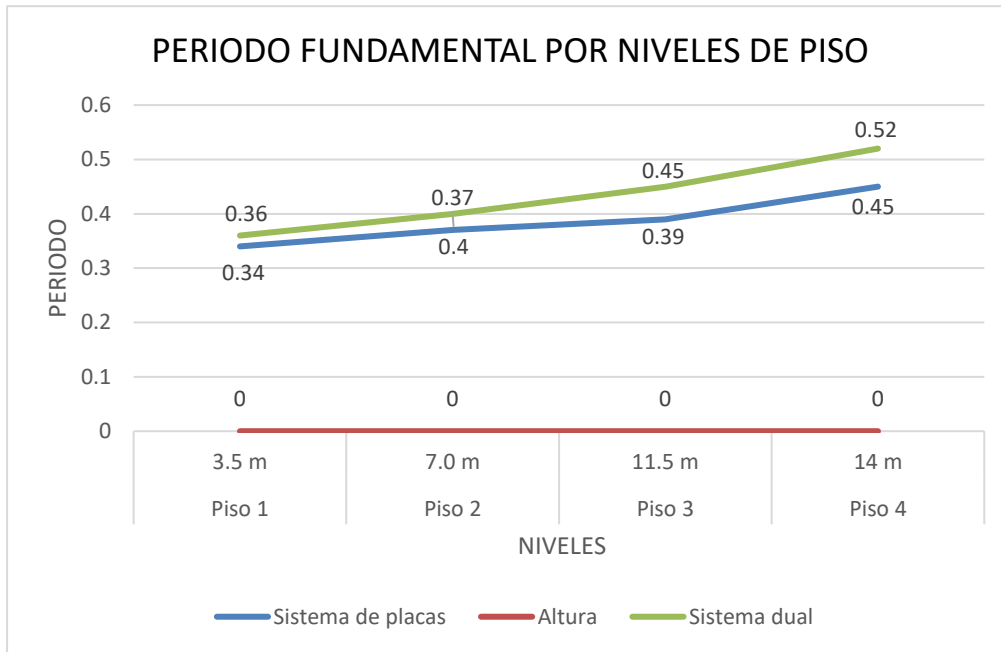
*Tabla 8: Periodo fundamental de vibración con alturas modificadas*

Nivel	Altura	Sistema de placas	Altura	Sistema dual
Piso 4	14 m	0.45	14 m	0.52
Piso 3	11.5 m	0.39	11.5 m	0.45
Piso 2	7.0 m	0.37	7.0 m	0.40
Piso 1	3.5 m	0.34	3.5 m	0.36

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 8 se muestra la utilización dos modelos con las mismas alturas para el cálculo del periodo, tanto en el edificio con sistema de muros como en el de sistema dual, destacándose las diferencias entre los periodos de cada estructura.

Gráfico 6: Periodo por niveles



Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 6 se evidencia que, en los dos modelos analizados uno con sistema de muros y otro con sistema dual, la variación de la altura resulta decisiva en el cálculo del periodo fundamental. Se observa que los periodos del sistema dual superan a los del sistema de muros, debido a la mayor rigidez que estos proporcionan, lo cual coincide con lo señalado por Espinoza Barreras (1999, p. 111), quien establece una relación potencial entre la altura y el periodo fundamental.

#### 4.3 Parámetro de agrietamiento

En relación con el parámetro de agrietamiento, se consideró un modelo inicial con los momentos de inercia al 100%, y un modelo final en el que se aplicaron coeficientes de reducción de inercia.

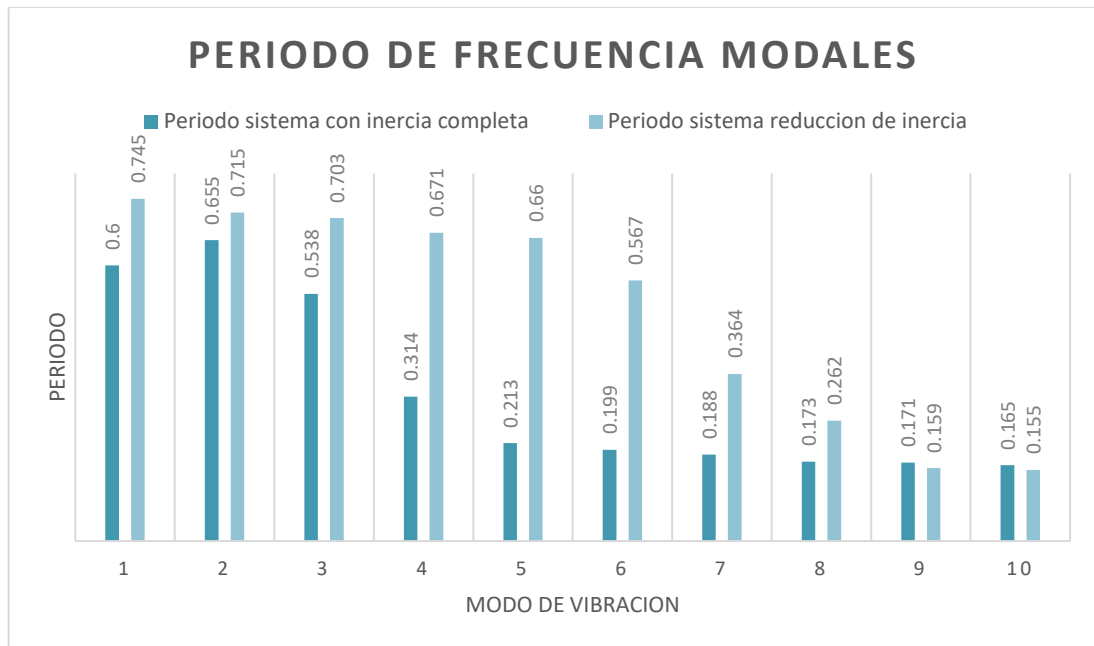
Tabla 9: Periodo fundamental del edificio con sistema dual

<b>Caso</b>	<b>Modo</b>	<b>Periodo sistema Dual inicial</b>	<b>Periodo sistema Dual final</b>
Vibracional	01	0.700	0.865
Vibracional	02	0.645	0.855
Vibracional	03	0.528	0.773
Vibracional	04	0.214	0.67
Vibracional	05	0.203	0.66
Vibracional	06	0.197	0.467
Vibracional	07	0.188	0.264
Vibracional	08	0.183	0.262
Vibracional	09	0.177	0.159
Vibracional	10	0.165	0.155
Vibracional	11	0.158	0.054
Vibracional	12	0.155	0.049
Vibracional	13	0.149	0.048
Vibracional	14	0.148	0.047
Vibracional	15	0.147	0.038
Vibracional	16	0.145	0.035
Vibracional	17	0.143	0.032
Vibracional	18	0.142	0.03
Vibracional	19	0.14	0.027
Vibracional	20	0.075	0.019
Vibracional	21	0.037	0.023
Vibracional	22	0.025	0.022
Vibracional	23	0.022	0.02
Vibracional	24	0.021	0.018
Vibracional	25	0.019	0.018
Vibracional	26	0.018	0.015
Vibracional	27	0.017	0.013
Vibracional	28	0.016	0.014
Vibracional	29	0.015	0.013
Vibracional	30	0.014	0.011

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 9 se evidencia que, al reducir los momentos de inercia de las secciones estructurales, el periodo fundamental resulta afectado, generando un incremento en los desplazamientos y pudiendo incluso superar el límite de deriva de 0.007.

Gráfico 7: Periodo fundamental del edificio de sistema aperticado considerando inercia completa y reducida



Fuente: Realización propia

En el Gráfico N.º 7 se observa una variación significativa en los periodos de la edificación, producto de la reducción del momento de inercia en un 0.70 para columnas y en un 0.35 para vigas. Esta condición genera un incremento de los momentos y cortantes en dichos elementos, a la vez que disminuye la cortante basal y aumentan las derivas máximas.

*Tabla 10: Periodo fundamental del edificio con sistema de muros*

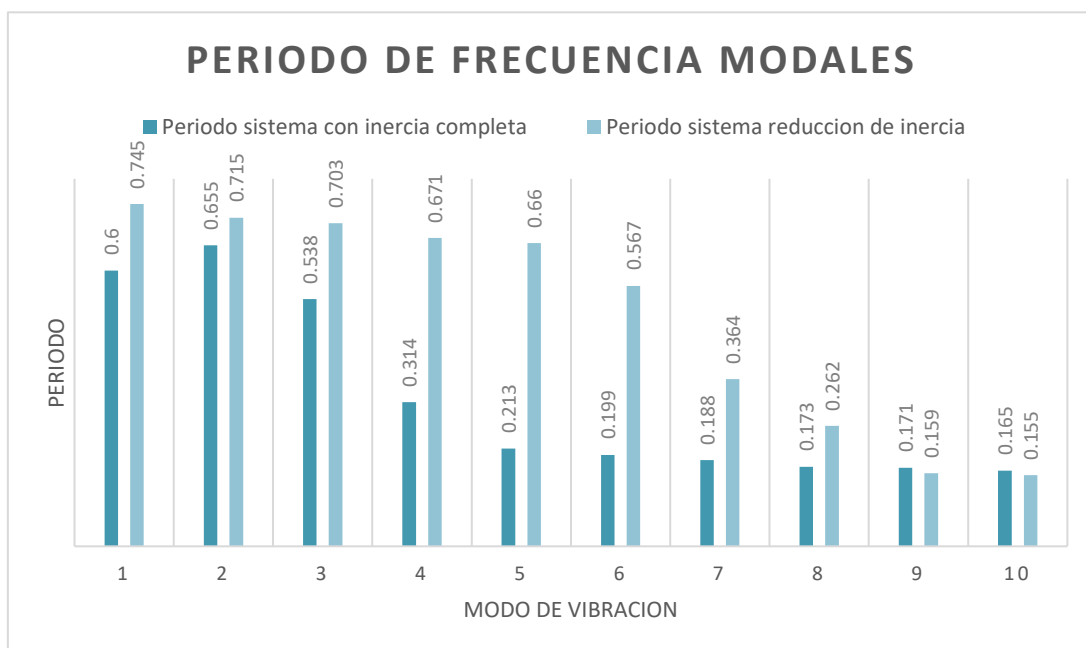
Caso	Modo	Periodo sistema Dual inicial	Periodo sistema Dual final
Vibracional	01	0.600	0.745
Vibracional	02	0.655	0.715
Vibracional	03	0.538	0.703
Vibracional	04	0.314	0.671
Vibracional	05	0.213	0.660
Vibracional	06	0.199	0.567
Vibracional	07	0.188	0.364
Vibracional	08	0.173	0.262
Vibracional	09	0.171	0.159
Vibracional	10	0.165	0.155
Vibracional	11	0.158	0.104
Vibracional	12	0.155	0.089

Vibracional	13	0.151	0.078
Vibracional	14	0.148	0.057
Vibracional	15	0.147	0.048
Vibracional	16	0.135	0.035
Vibracional	17	0.123	0.032
Vibracional	18	0.111	0.031
Vibracional	19	0.091	0.027
Vibracional	20	0.075	0.019
Vibracional	21	0.037	0.023
Vibracional	22	0.023	0.022
Vibracional	23	0.022	0.02
Vibracional	24	0.020	0.018
Vibracional	25	0.019	0.018
Vibracional	26	0.018	0.015
Vibracional	27	0.017	0.013
Vibracional	28	0.016	0.014
Vibracional	29	0.015	0.013
Vibracional	30	0.010	0.009

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 10 se aprecia que la reducción de los momentos de inercia en las secciones estructurales altera el periodo fundamental, lo que provoca un incremento en los desplazamientos y puede llevar a superar el límite de deriva de 0.007.

Gráfico 8: Periodo fundamental del edificio por sistema de muros considerando inercia completa y reducida



Fuente: Realización propia

En el Gráfico N.º 8 se observa una variación en los periodos producto de la reducción del momento de inercia en columnas (0.70), vigas (0.35) y muros (0.35). Esto genera mayores momentos y cortantes en dichos elementos, a la vez que disminuye la cortante basal. Como consecuencia, las derivas máximas se incrementan.

**Tabla 11:** Comparación entre las secciones brutas y las secciones con agrietamiento del edificio con sistema estructural dual en la dirección X.

Edificio de 4 pisos Secciones agrietadas	DIRECCIÓN X-X		
	Secciones brutas	Secciones agrietadas	Diferencia
Periodo fundamental (s)	0.6154	0.7545	18.44%
Máximo desplazamiento del último nivel (cm)	2.7313	3.5873	23.86%
Máxima deriva	0.0051	0.00843	39.50%
Máximo cortante en la base (tonf)	2435.12	1788.57	-36.15%

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 11 se evidencia que, con la sección agrietada, el periodo fundamental se incrementa en un 18.44%, el desplazamiento del último nivel varía en un 23.86%, la deriva aumenta en un 39.50% y la cortante basal se reduce en un 36.15%.

**Tabla 12:** Comparación de las secciones brutas y agrietadas del edificio con sistema dual en la dirección Y.

Edificio de 4 pisos	DIRECCIÓN Y-Y		
	Secciones brutas	Secciones agrietadas	Diferencia
Periodo fundamental (s)	0.5732	0.8642	33.67%
Máximo desplazamiento del último nivel (cm)	2.4752	3.6214	31.65%
Máxima deriva	0.0053	0.00843	37.13%

Máximo cortante en la base (tonf)	2328.72	1561.31	-49.15%
-----------------------------------	---------	---------	---------

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 12 se muestra que, con la sección agrietada, el periodo fundamental se incrementa en un 33.67%, el desplazamiento del último nivel varía en un 31.65%, la deriva aumenta en un 37.13%, y la cortante basal disminuye en un 49.15%.

**Tabla 13:** Comparación de las secciones brutas y agrietadas del edificio con sistema de muros en la dirección X.

Edificio de 4 pisos	DIRECCIÓN X-X		
	Secciones brutas	Secciones agrietadas	Diferencia
Periodo fundamental (s)	0.5612	0.6643	15.52%
Máximo desplazamiento del último nivel (cm)	2.231	3.1784	29.81%
Máxima deriva	0.0042	0.006215	32.42%
Máximo cortante en la base (tonf)	2128.54	1489.47	-42.91%

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 13 se evidencia que, con la sección agrietada, el periodo fundamental se incrementa en un 15.52%, el desplazamiento del último nivel varía en un 29.81%, la deriva aumenta en un 32.42% y la cortante basal se reduce en un 42.91%.

**Tabla 14:** Comparación de las secciones brutas y agrietadas del edificio con sistema de muros en la dirección Y.

Edificio de 4 pisos	DIRECCIÓN Y-Y		
	Secciones brutas	Secciones agrietadas	Diferencia
Periodo fundamental (s)	0.5054	0.6192	18.38%
Máximo desplazamiento del último nivel (cm)	1.4752	2.7535	46.42%
Máxima deriva	0.0041	0.00478	14.23%
Máximo cortante en la base (tonf)	898.43	785.72	-14.34%

Fuente: Realización propia

En la Tabla N.º 14 se muestra que, con la sección agrietada, el periodo fundamental se incrementa en un 18.38%, el desplazamiento del último nivel varía en un 46.42%, la deriva aumenta en un 14.23%, y la cortante basal disminuye en un 14.34%.

Tabla 15: Comparación de las secciones brutas y agrietadas del edificio con sistema de muros en la dirección X.

Edificio de 4 pisos	DIRECCIÓN X-X		
	Secciones brutas	Secciones agrietadas	Diferencia
Periodo fundamental (s)	18.44%	15.52%	-2.92%
Máximo desplazamiento del último nivel (cm)	23.86%	29.81%	5.95%
Máxima deriva	39.50%	32.42%	-7.08%
Máximo cortante en la base (tonf)	-36.15%	-42.91%	-6.76%

Fuente: Realización propia

Del análisis del cuadro de la Tabla N.º 15 se evidencia la existencia de variaciones: en el edificio con sistema dual, el periodo fundamental aumenta en un 18.44%, el desplazamiento máximo en un 23.86%, la deriva máxima en un 39.50% y la cortante basal disminuye en un 36.15%. En cambio, en el edificio con sistema de muros, el incremento del periodo fundamental es de 15.52%, el desplazamiento máximo del último nivel alcanza un 29.81%, la deriva máxima un 32.42% y la cortante basal se reduce en un 42.91%, Se aprecia, por tanto, que la cortante presenta una mayor disminución en las estructuras con sistema de muros.

Tabla 16: Comparación de las secciones brutas y agrietadas del edificio con sistema de muros en la dirección Y.

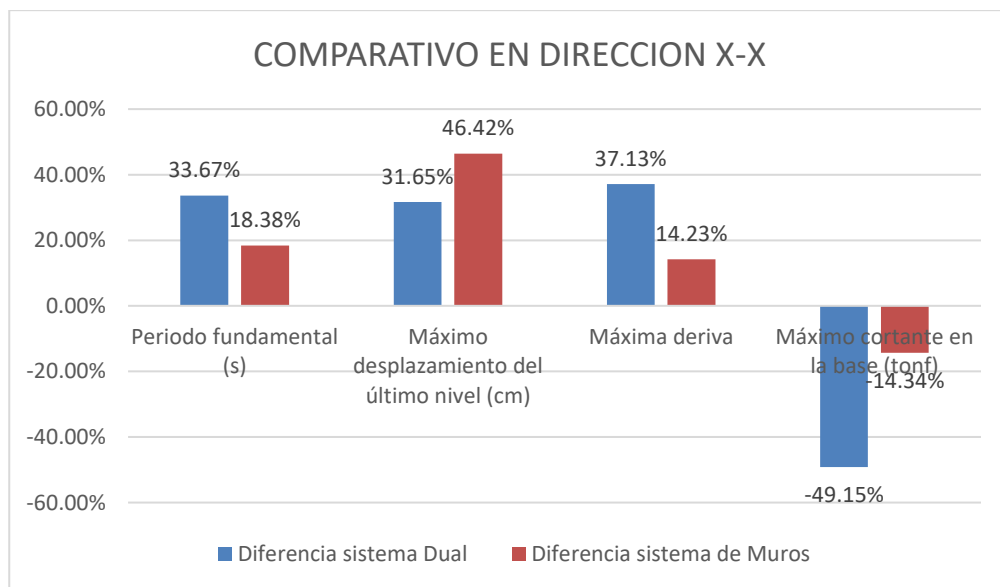
Edificio de 4 pisos	DIRECCIÓN Y-Y		
	Secciones brutas	Secciones agrietadas	Diferencia
Periodo fundamental (s)	33.67%	18.38%	-15.29%

Máximo desplazamiento del último nivel (cm)	31.65%	46.42%	14.77%
Máxima deriva	37.13%	14.23%	-22.90%
Máximo cortante en la base (tonf)	-49.15%	-14.34%	34.81%

Fuente: Realización propia

Del análisis del cuadro de la Tabla N.º 16 se evidencia la existencia de variaciones: en el edificio con sistema de muros, el periodo fundamental aumenta en un 33.67%, el desplazamiento máximo en un 31.65%, la deriva máxima en un 37.13% y la cortante basal disminuye en un 49.15%. En cambio, en el edificio con sistema de muros, el incremento del periodo fundamental es de 18.38%, el desplazamiento máximo del último nivel alcanza un 46.42%, la deriva máxima un 14.23% y la cortante basal se reduce en un 14.34%. Se aprecia, por tanto, que la cortante presenta una mayor disminución en las estructuras con sistema de muros.

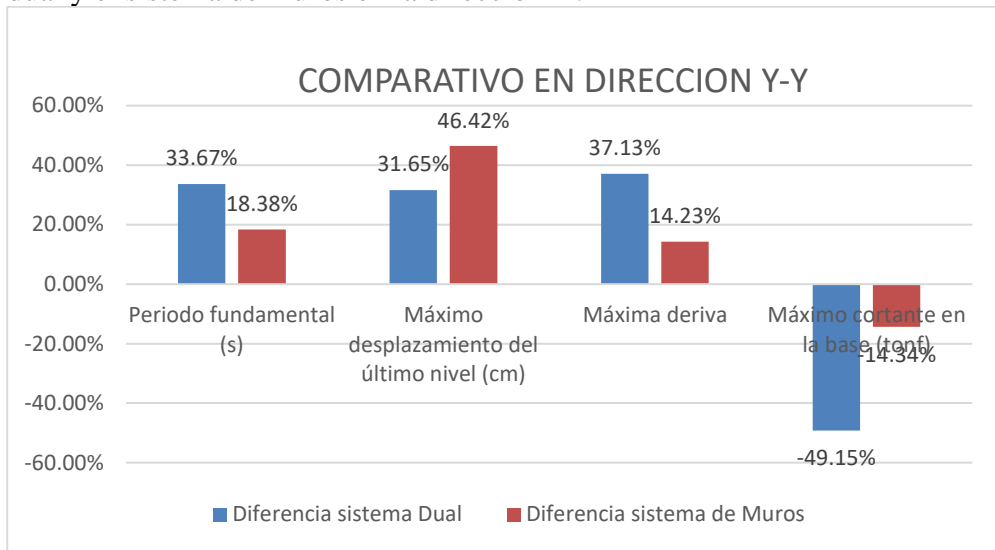
Grafica 08: Comparación de la modificación por agrietamiento en el sistema dual y el sistema muros en la dirección X.



Fuente: Realización propia

En el presente gráfico se muestran los porcentajes del análisis comparativo entre ambos sistemas estructurales, donde se evidencian las variaciones en el periodo fundamental, el desplazamiento, las derivas y la cortante basal.

Grafica 09: Comparación de la modificación por agrietamiento en el sistema dual y el sistema de muros en la dirección Y.



Fuente: Realización propia

En el presente gráfico se muestran los porcentajes del análisis comparativo entre ambos sistemas estructurales, donde se evidencian las variaciones en el periodo fundamental, el desplazamiento, las derivas y la cortante basal.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

### **Hipótesis general**

Cuando se plantea que la altura de los edificios influye en el periodo fundamental de vibración, los estudios revisados lo confirman con bastante claridad. Ramírez y Torres (2020), por ejemplo, observaron que un edificio de 12 pisos puede llegar a un periodo de 1.3 segundos, mientras que en construcciones de apenas 5 pisos ese valor baja a 0.45 segundos. Algo parecido encontró Valdez (2021) en Arequipa: a más altura, más largo es el periodo, lo que hace que el edificio sea más flexible y vulnerable frente a un sismo. Incluso Vilca (2022), al estudiar edificaciones pequeñas de albañilería en Tacna, comprobó que, al ser más bajas y rígidas, tenían periodos mucho más cortos, de apenas 0.095 segundos, lo cual les daba un mejor desempeño sísmico. Esto confirma que la hipótesis general de la UNJFSC-2025 es válida: la altura realmente sí modifica el periodo fundamental.

### **Hipótesis específica 1**

De manera más puntual, la hipótesis que dice que al variar la altura de los edificios cambia también el periodo fundamental, queda respaldada por los mismos hallazgos. Tanto Ramírez y Torres (2020) como Valdez (2021) coinciden en que cada piso extra que se suma a una edificación la hace más flexible y, por ende, más lenta en su vibración. Estrada y Núñez (2021), en sus análisis en Nuevo Chimbote, encontraron lo mismo: edificios entre 6 y 10 pisos mostraron cambios notables en el periodo fundamental. Esto demuestra que no importa si se trata de un sistema de muros o dual, la altura siempre juega un papel determinante.

### **Hipótesis específica 2**

En cuanto a la hipótesis sobre la rigidez de la estructura, los resultados también la respaldan. Estrada y Núñez (2021) demostraron que cuando se reducía la rigidez de los

elementos estructurales, los edificios aporticados mostraban un incremento mucho mayor en el periodo que los duales. Es decir, los sistemas duales, al estar reforzados con muros de corte, logran mantener mejor el control de la vibración. Ramírez y Torres (2020) encontraron algo similar: más muros equivalen a periodos más cortos. Sánchez y Morales (2024) fueron más allá y mostraron que no solo importa cuántos muros se coloquen, sino cómo se distribuyen; cuando los muros están bien ubicados de forma simétrica en el perímetro, el periodo baja hasta un 32%. Esto confirma que los sistemas duales son más estables frente a la pérdida de rigidez que los aporticados.

### **Hipótesis específica 3**

Sobre la hipótesis que indica que el agrietamiento incrementa el periodo fundamental, los estudios lo muestran de manera contundente. Martínez y López (2021), en España, comprobaron que en edificios con grietas visibles el periodo aumentaba entre un 15% y un 38%. En Perú, Estrada y Núñez (2021) observaron algo todavía más claro: en estructuras aporticadas el incremento llegó al 40%, y en las duales al 26%. Este patrón se explica fácilmente: cuando los elementos estructurales se agrietan, pierden rigidez, y el edificio se vuelve más flexible, tardando más en vibrar. Esto valida la hipótesis, ya que el primer modo de vibración efectivamente se incrementa con el agrietamiento.

### **Hipótesis específica 4**

Por último, la hipótesis que sostiene que el agrietamiento es la variable más influyente en el periodo fundamental, encuentra también bastante sustento. Aunque la altura y la rigidez tienen un impacto importante, los estudios coinciden en que el agrietamiento tiene el efecto más fuerte. Martínez y López (2021) mostraron que incluso en edificios no muy altos, la aparición de grietas podía aumentar notablemente el periodo. Estrada y Núñez (2021) reforzaron esta idea, pues los cambios por agrietamiento (26% a 40%) resultaron ser más drásticos que los ocasionados solo por aumentar pisos o modificar secciones. En otras

palabras, de todas las variables, el agrietamiento es la que más altera el comportamiento dinámico, lo que confirma plenamente la hipótesis.

En conjunto, la evidencia disponible demuestra que las hipótesis de la investigación tienen un fuerte respaldo. La altura, la rigidez y el agrietamiento sí afectan al periodo fundamental, pero es este último el que marca la diferencia más significativa. Para la UNJFSC-2025, esto significa que, al momento de diseñar y evaluar los edificios, no basta con considerar los niveles o la sección de los elementos: el estado real de los materiales y el agrietamiento acumulado será lo que más determine la seguridad estructural frente a sismos.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS

1. Impacto de altura, rigidez y agrietamiento. El estudio confirma que las variaciones en la altura, la rigidez y el agrietamiento influyen de manera decisiva en el período fundamental de vibración de los edificios de la UNFSC-2025, tanto en estructuras con sistema de muros como en sistemas duales. Se comprobó que el incremento de la rigidez mediante secciones mayores reduce el período, mientras que la presencia de fisuración lo incrementa hasta en más de un 30% en determinadas direcciones.
2. Efecto de la altura en los periodos. Se evidenció que el aumento de la altura de la edificación prolonga el período fundamental, en concordancia con lo planteado por la teoría estructural. Así, al pasar de 3.5 m a 14 m, el período varió de 0.34 s a 0.52 s en el sistema dual y de 0.34 s a 0.45 s en el sistema de muros, demostrando que este parámetro condiciona la respuesta dinámica de los edificios.
3. Variación de rigidez en las secciones. La modificación de las secciones de columnas y vigas permitió incrementar la rigidez y, en consecuencia, reducir de forma sustancial el período fundamental. En el caso del sistema aporticado, el período inicial de 1.80 s descendió a 0.075 s tras el redimensionamiento, lo que valida que las estructuras con menor rigidez presentan periodos de vibración más prolongados que los sistemas duales.
4. Consecuencias del agrietamiento. Considerar el efecto del agrietamiento mostró un aumento considerable en los periodos y desplazamientos. En el sistema dual, el período pasó de 0.6154 s a 0.7545 s (18.44%), mientras que en el sistema de muros lo hizo de 0.5612 s a 0.6643 s (15.52%). A su vez, la deriva máxima se elevó en más de 39%, confirmando que la fisuración debilita la rigidez y genera una mayor vulnerabilidad sísmica.

5. Variable predominante. Del análisis comparativo de los tres parámetros, se concluye que el agrietamiento constituye el factor de mayor incidencia en el comportamiento estructural. En el sistema dual, se registraron aumentos de hasta 33.67% en el período fundamental y más de 31% en los desplazamientos, superando ampliamente los efectos aislados de la altura o la rigidez.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

1. Incluir el efecto del agrietamiento en el análisis estructural. Dado que la fisuración representa la variable con mayor influencia en el período fundamental, desplazamientos y derivas, se recomienda que los futuros diseños consideren modelos que incorporen la reducción de rigidez en los elementos estructurales. De esta forma, se obtendrán resultados más realistas sobre el desempeño sísmico de las edificaciones.
2. Ajustar el dimensionamiento de las secciones. Se sugiere que durante la fase de diseño se realicen ajustes en el tamaño de las secciones de columnas y vigas, de modo que se asegure el control de derivas dentro de los límites establecidos por la normativa. Esto permitirá mejorar la seguridad estructural y optimizar el consumo de materiales y costos de construcción.
3. Regular la altura de los edificios. Considerando que el aumento de altura incrementa el período fundamental y, por consiguiente, la vulnerabilidad sísmica, se recomienda limitar la altura de los edificios universitarios. En caso de edificaciones de mayor número de pisos, se debe priorizar el uso de sistemas duales o de muros que aporten mayor rigidez.
4. Priorizar sistemas estructurales duales. Los resultados evidencian que las estructuras duales muestran un mejor comportamiento frente a los aporricados, ya que reducen los períodos de vibración y controlan de manera más eficiente los desplazamientos. Por

ello, se aconseja su implementación en edificios educativos y de uso colectivo, donde la seguridad es esencial.

5. Monitoreo y mantenimiento preventivo. Se recomienda implementar sistemas de seguimiento y control estructural que permitan detectar tempranamente fisuras y deformaciones excesivas en edificios ya construidos. Esto favorecerá la aplicación de medidas de refuerzo oportunas y garantizará la durabilidad y seguridad de la infraestructura.
6. Ampliar la línea de investigación. Es pertinente que investigaciones futuras aborden edificaciones de mayor altura e incluyan nuevas variables, como las condiciones del suelo o la presencia de irregularidades en planta y elevación. De esta manera, se podrá perfeccionar el análisis estructural y disponer de modelos predictivos más completos para diferentes escenarios sísmicos.

## CAPITULO VII: REFERENCIAS

### 7.1 Fuentes documentales

- Arévalo, C., & Falcón, J. (2021). *Análisis de vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas en el asentamiento humano Villa Jesús, Nuevo Chimbote*. Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo .
- Bedoya, D. (2005). *Estudio de resistencia y vulnerabilidad sísmicas de viviendas de bajo costo estructuradas con ferrocemento*. Tesis de Doctorado, Universitat Politècnica Catalunya , España.
- Cabrera, L. (2021). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en el AA.HH 2 de Setiembre*. Tesis de Licenciatura , Universidad Cesar Vallejo.
- Chávez, B. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito*. Escuela Politécnica Nacional, Quito .
- Coaquira, S. (2020). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el anexo Saños Grande distrito El Tambo Huancayo*. Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo.
- Correa, J. (2020). *Evaluación estructural para determinar la vulnerabilidad sísmica en una vivienda autoconstruida en la Urbanización Ramón Castilla, Callao*. Tesis de Licenciatura , Universidad César Vallejo.
- Garcés, J. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- Giraldo, S. (2018). *Vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de albañilería en el distrito de Tarica - Ancash*. tesis de Licenciatura , Universidad César Vallejo.
- Granados, J. (2019). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas de 2 pisos en el sector de Año Nuevo Distrito de Comas - 2018*. Universidad Cesar Vallejo , Perú.
- Hernández, J. (2011). *Vivienda popular autoconstruida, programa de vivienda del distrito Federal*. Tesis (Magíster en Ciencias en Arquitectura), Instituto Politécnico Nacioanal , Mexico.
- Llamccaya, H. (2018). *Evaluación de las viviendas autoconstruidas para determinar la vulnerabilidad sísmica en la urbanización Patibamba Baja*. Tesis de Licenciatura , Universidad César Vallejo.

- Pomahuacre, O. (2017). *Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica y configuración estructural en viviendas autoconstruidas en el distrito de Aucallama - Huaral*. Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo.
- Ramos, J. (2018). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica y técnicas de reforzamiento estructural n viviendas autoconstruidas en unidades comunales de viviendas 110 y 120, AA.HH Huaycán*. Tesis de Licenciatura , Universidad César Vallejo.
- Reyes , K., & Silva, A. (2021). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la Urbanización Casuarinas II Etapa - Nuevo Chimbote*. Tesis de Licenciatura , Universidad César Vallejo.
- Silva, N. (2011). *Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana*. Tesis de Magister , Universidad de Chile , Chile.
- Villanueva, J. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Cartago en los distritos oriental y occidental, Costa Rica*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica , Costa Rica.
- Yunga, Y. (2018). *Dosificación del concreto elaborado en obra y su efecto sobre la vulnerabilidad sísmica para viviendas autoconstruidas en Carabayllo*. Tesis de Licenciatura , Universidad César Vallejo .
- Zavaleta , J. (2020). *Vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en Edificaciones urbanas. Una revisión sistemática entre el 2009 - 2019*. Universidad Privada del Norte.

## 7.2 Fuentes bibliográficas

- Bozzo, E., & Barbat, A. (2013). *Diseño sismoresistente de edificios*. Editorial Reverté.
- Hernandez, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw - Hill Interamericana.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F: McGraw - Hill Interamericana.
- Sanchez, C., & Reyes, C. (2016). *Metodología y Diseño de la Investigación*. Bussines Support Aneth.

## 7.3 Fuentes hemerográficas

- Instituto Geofísico del Perú. (2014). *Reporte Técnico "Zonas costeras monitoreadas y alertadas ante peligro de Tsunami - Huacho"*. Huacho: Gobierno del Perú.

Jaramillo, D. (2014). Filosofía de la Ingeniería: Una disciplina profesional. *INGE CUC* , 9-18.

Kuroiwa, J. (2016). *Manual para la reducción de riesgo sísmico de viviendas en el Perú*. Lima: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento.

NTE. 070. (2006). *Norma Técnica de Edificaciones E-070*. Obtenido de Albañilería.

#### **7.4 Fuentes electrónicas**

Espinosa, E. (26 de Setiembre de 2017). El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto. *RPP Noticias*. Obtenido de <https://rpp.pe/economia/economia/capeco-el-70-de-viviendas-en-lima-son-construidas-sin-normas-tecnicas-noticia-1078934?ref=rpp>

Genatios, C. (04 de Mayo de 2016). Terremotos, vivienda y vulnerabilidad en América Latina. *El País*. Obtenido de [https://elpais.com/internacional/2016/05/04/actualidad/1462398218\\_941988.html](https://elpais.com/internacional/2016/05/04/actualidad/1462398218_941988.html)

Manual AIS. (1984). *Asociación colombiana de ingeniería sísmica*. Obtenido de Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismoresistente de viviendas de mampostería: [http://www.desenredados.org/public/libro/2001/cersrvn/mamposteria\\_lared.pdf](http://www.desenredados.org/public/libro/2001/cersrvn/mamposteria_lared.pdf)

## **ANEXOS**

**ANEXO 02  
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Tabla 2:** " *MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA TESIS DE TÍTULO: "INFLUENCIA DE LA VARIACIÓN DE LA ALTURA, RIGIDEZ Y AGRIETAMIENTO EN EL CÁLCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN DE EDIFICIOS CON SISTEMA DE MUROS Y DUAL EN LA CIUDAD DE LA UNJFSC-2025"*

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
PRINCIPAL	¿Cuánto influye la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el cálculo del periodo fundamental de vibración en pabellones con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025?	Calcular la influencia de la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el periodo fundamental en pabellones con sistemas estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025.	Al determinar la influencia de la variación de la altura, rigidez y agrietamiento en el periodo fundamental en pabellones con sistemas estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025, el periodo se verá afectado.	Modificación De Altura, Rigidez Y Agrietamiento	Altura	<b>1. Enfoque de la Investigación:</b> Cuantitativo <b>2. Diseño de Investigación</b> No experimental <b>3. Población:</b> Edificios de la UNJFSC-2025 <b>4. Muestra:</b> Se seleccionará algunos pabellones con sistema de muros y dual de la UNJFSC-2025. <b>5. Técnicas de recolección de datos:</b> Ficha Técnica. <b>6. Análisis interpretación de la información</b> - Software Etabs v19 - Excel
ESPECIFICOS	¿Cuánto varía el periodo fundamental considerando diferentes alturas en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025?	Calcular el periodo fundamental al considerar diferentes alturas en edificios con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025.	Al determinar el periodo fundamental al considerar diferentes alturas en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, el periodo fundamental se ve afectado.		Rigidez	
	¿Cuánto varía el periodo fundamental al variar la sección de las columnas en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025?	Determinar el periodo fundamental al considerar la variación de rigidez por cambio en la sección de las columnas en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025.	Al determinar el periodo fundamental al considerar la variación de rigidez por cambio en la sección de las columnas en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, provoca mayores periodos de vibración en edificios aporticado que en edificios duales.		Arietamiento	
	¿Cuánto varía el periodo fundamental al considerar el agrietamiento en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025?	Determinar el periodo fundamental al considerar el agrietamiento en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025.	Al determinar el periodo fundamental al considerar el agrietamiento en pabellones con sistema de muros y dual en la UNJFSC-2025, el primer modo aumenta considerablemente.	Periodo Fundamental	Viga, columna y placas	
	¿Qué variable analizada influye más en el cálculo del periodo fundamental de vibración en pabellones con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025?	Determinar que variable analizada influye más en el cálculo del periodo fundamental de vibración en pabellones con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025.	Al determinar variable analizada influye más en el cálculo del periodo fundamental de vibración en pabellones con sistema estructural de muros y dual en la UNJFSC-2025, será el de mayor fluencia el agrietamiento.			

Fuente: Realización propia

## ANEXOS

