

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEANDO AISLADORES SÍSMICOS EN  
LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO PARA  
MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA CLÍNICA,  
AMARILIS – HUÁNUCO – 2024**

---

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

INGENIERÍA SÍSMICA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTAS:**

SEBASTIAN SALINAS BIDDEN

TEJADA HUARANGA AARON JORGE LUIS

**ASESOR:**

MG. ABAL GARCIA BLADIMIR JHON

**HUÁNUCO-PERÚ**

**2024**

**DEDICATORIA**

Dedicamos esta tesis a nuestros padres, por su amor incondicional y apoyo constante. A nuestras familias, por su paciencia y comprensión. A nuestros amigos, por su ánimo y alegría. A nuestros profesores, por su sabiduría y guía. A todos aquellos que creyeron en nosotros, esta tesis está dedicada a ustedes. Gracias por ser nuestra fuente de inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de esta tesis. En primer lugar, a nuestras familias, por su amor incondicional, apoyo emocional y sacrificios que hicieron para que pudiéramos llegar hasta aquí.

Agradecemos a nuestros amigos por su aliento constante y por estar a nuestro lado durante este viaje académico. También queremos agradecer a nuestros profesores y mentores por su orientación experta y valiosos consejos que han enriquecido este trabajo.

## RESUMEN

La presente tesis plantea como punto principal la implementación de aisladores sísmicos en la base de una clínica de 5 pisos para el análisis y diseño estructural. Se extrajeron las propiedades del suelo para los parámetros sismorresistentes, los cuales se emplearon en el software ETABS para obtener el análisis sismorresistente según la norma E030. Primero, se realizó un sistema sin amortiguadores de manera convencional, y luego se compararon los resultados con un sistema aplicando aisladores LRB en la base. Todo este análisis se llevó a cabo utilizando el software ETABS, partiendo del predimensionamiento de los elementos estructurales, modelamiento en el software, análisis sismorresistente, diseño de los aisladores sísmicos y análisis de la estructura con aisladores. Se obtuvieron dos modelos que fueron comparados según los resultados obtenidos en cada caso. Para realizar esta comparación, primero se diseñó el aislador sísmico con los resultados obtenidos en el sistema convencional, para posteriormente distribuir los aisladores en puntos específicos. Se observó que el uso de aislamiento elastomérico con núcleo de plomo reduce el daño sísmico. Además, el sistema con aisladores en la base de la edificación LRB posee menor deriva de entrepiso que el sistema convencional, ya que en las direcciones X y Y esta diferencia está entre los intervalos del 80% y 90%.

**Palabras clave:** Análisis sísmico, LRB, diseño, ETABS, deriva , Aislamiento sísmico.

## ABSTRACT

The main point of this thesis is to propose seismic isolators at the base of a building for the analysis and structural design of a 5-story clinic. For this purpose, the soil properties were extracted for the seismic-resistant parameters which were used in the ETABS software in order to obtain the seismic-resistant analysis according to the E030 standard. First, a system without dampers was carried out in a conventional manner and these results were later compared with the system applying LRB isolators at the base. All this comparative analysis was carried out using ETABS software, starting with the pre-dimensioning of the structural elements, modeling in the software, seismic-resistant analysis, design of the seismic isolators and analysis of the structure with seismic isolators, at the end 2 models were obtained which were compared according to the results obtained in each case. To carry out this comparison, the seismic isolator was first designed with the results obtained in the conventional system and then the seismic isolators were distributed in specific points. It was analyzed that the use of elastomeric isolation with lead core reduces seismic damage. On the other hand, it is also a good option for restoring buildings constructed with older seismic standards. Furthermore, the system with isolators at the base of the LRB building has less interstory drift than the conventional system without an isolation system, since in the X and Y directions this difference is between 80% and 90%.

**Keywords:** Seismic analysis, LRB, design, ETABS, drift, seismic isolation.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
CAPÍTULO I.....	14
ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1    Fundamentación o situación del problema de investigación.....	14
1.2    Formulación del problema de investigación general y específicos .	15
1.2.1    Problema General .....	15
1.2.2    Problemas Específicos.....	16
1.3    Formulación del objetivo general y específicos .....	16
1.3.1    Objetivo General .....	16
1.3.2    Objetivos Específicos .....	16
1.4    Justificación .....	17
1.4.1    Justificación práctica .....	17
1.4.2    Justificación teórica .....	17
1.4.3    Justificación metodológica .....	18
1.5    Limitaciones.....	18
1.6    Formulación de hipótesis general y específica .....	18
1.6.1    Hipótesis General.....	18
1.6.2    Hipótesis Especifico .....	19
1.7    Variables.....	19

1.7.1	Variable independiente.....	19
1.7.2	Variable dependiente .....	19
1.8	Definición teórica y operacionalización de variables.....	19
CAPÍTULO II.....		21
MARCO TEÓRICO .....		21
2.1	Antecedentes.....	21
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	21
2.1.2	Antecedentes nacionales .....	24
2.2	Bases teóricas .....	27
2.2.1	Desempeño sísmico.....	27
2.2.2	Enfoques sismorresistentes .....	31
2.2.3	Comportamiento de la estructura .....	34
2.2.4	Normas vigentes de diseño .....	40
2.3	Bases conceptuales o definición de términos básicos.....	45
CAPÍTULO III.....		47
METODOLOGÍA .....		47
3.1	Población y selección de la muestra.....	47
3.1.1	Población .....	47
3.1.2	Muestra .....	47
3.2	Nivel, tipos y diseño de investigación .....	47
3.2.1	Enfoque.....	47

3.2.2	Alcance o nivel .....	48
3.2.3	Diseño .....	48
3.3	Métodos, técnicas e instrumentos .....	48
3.3.1	Para la recolección de datos .....	48
3.3.2	Para la presentación de datos.....	50
3.4	Procedimiento.....	51
3.5	Consideraciones éticas.....	51
CAPÍTULO IV.....		52
RESULTADOS.....		52
4.1	Procesamiento de datos .....	52
4.1.1	Arquitectura y predimensionamiento .....	52
4.1.2	Modelamiento de la estructura .....	62
4.1.3	Análisis sismorresistente del sistema convencional .....	70
4.1.4	Parámetros para el diseño de aisladores elastomérico.....	81
4.1.5	Diseño del aislador LRB.....	85
4.1.6	Modelamiento y análisis con los aisladores LRB .....	90
CAPÍTULO V.....		98
DISCUSIÓN .....		98
5.1	Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación.....	98
CONCLUSIONES .....		103



RECOMENDACIONES .....	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS:.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°1: Consentimiento informado.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°2: Instrumentos de recolección de datos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°3: Validación de instrumentos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°4: Matriz de consistencia .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°5: Constancia de originalidad .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°6: Planos del proyecto.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°7: Nota bibliográfica.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO N°8: Autorización de publicación digital y D.J. del Trabajo de Investigación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Características de un edificio con aisladores en la base .....	33
<b>Figura 2</b> Características de un edificio con disipadores de energía .....	34
<b>Figura 3</b> Representación del modelo con aislación en la base .....	35
<b>Figura 4</b> Variaciones del espectro de aceleraciones.....	36
<b>Figura 5</b> Variación del desplazamiento horizontal en la base con el incremento del amortiguamiento .....	37
<b>Figura 6</b> Participación de la energía en una edificación sin amortiguadores.....	39
<b>Figura 7</b> Participación de la energía en una edificación con amortiguadores.....	39
<b>Figura 8</b> Para la presentación de datos.....	50
<b>Figura 9</b> Planta de sótano .....	53
<b>Figura 10</b> Planta de primer piso .....	54
<b>Figura 11</b> Planta de segundo piso .....	55
<b>Figura 12</b> Planta de tercer piso.....	56
<b>Figura 13</b> Planta de cuarto piso.....	57
<b>Figura 14</b> Planta de quinto piso .....	58
<b>Figura 15</b> Icono de ETABS.....	62
<b>Figura 16</b> Grillas para el modelamiento.....	63
<b>Figura 17</b> Vista 3D de las grillas.....	64
<b>Figura 18</b> Propiedades del concreto-ETABS .....	64
<b>Figura 19</b> Propiedades del acero-ETABS .....	65
<b>Figura 20</b> Barras de reforzamiento-ETABS.....	65
<b>Figura 21</b> Propiedades de columna de 60X60-ETABS .....	66
<b>Figura 22</b> Propiedades de viga de 25X70-ETABS .....	66
<b>Figura 23</b> Propiedades de viga de 30X60-ETABS .....	67
<b>Figura 24</b> Propiedades de losa aligerada de 20cm-ETABS .....	67
<b>Figura 25</b> Propiedades de placa de 25cm-ETABS.....	68
<b>Figura 26</b> Vista 3D del modelamiento .....	69
<b>Figura 27</b> Restricciones de la edificación .....	70
<b>Figura 28</b> Espectro de respuesta en X-X - ETABS.....	71
<b>Figura 29</b> Espectro de respuesta en Y-Y - ETABS.....	71
<b>Figura 30</b> Cargas para la estructura.....	72

<b>Figura 31</b>	Cargas aplicada a los entrepisos .....	73
<b>Figura 32</b>	Carga aplicada a las vigas.....	73
<b>Figura 33</b>	Carga sísmica.....	74
<b>Figura 34</b>	Combinaciones de carga.....	74
<b>Figura 35</b>	Brazos rígidos-ETABS .....	75
<b>Figura 36</b>	Sismo en X-X y Y-Y .....	75
<b>Figura 37</b>	Resultados del análisis estructural.....	76
<b>Figura 38</b>	Deriva máximo de entrepiso X-X.....	79
<b>Figura 39</b>	Deriva máximo de entrepiso Y-Y.....	80
<b>Figura 40</b>	Factor de amortiguamiento.....	82
<b>Figura 41</b>	Número de dispositivos .....	83
<b>Figura 42</b>	Láminas de goma.....	86
<b>Figura 43</b>	Propiedades histeréticos .....	87
<b>Figura 44</b>	Curva Histerética LRB .....	90
<b>Figura 45</b>	Piso del sistema de aislamiento .....	90
<b>Figura 46</b>	Altura de piso técnico .....	91
<b>Figura 47</b>	Vista en elevación del piso técnico.....	91
<b>Figura 48</b>	Aislador LRB.....	92
<b>Figura 49</b>	Parámetros del aislador LRB.....	93
<b>Figura 50</b>	Colocación de los aisladores .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Sistema de variables-dimensiones e indicadores. ....	19
<b>Tabla 2</b> Deriva objetivo para cada nivel de desempeño en edificaciones aporticadas .....	29
<b>Tabla 3</b> Factor BM .....	41
<b>Tabla 4</b> Nivel de desempeño objetivo para un sismo de diseño.....	42
<b>Tabla 5</b> Sismos de diseño .....	43
<b>Tabla 6</b> Derivas objetivo para cada nivel de desempeño .....	43
<b>Tabla 7</b> Ensayos de Laboratorio.....	49
<b>Tabla 8</b> Periodos según cada nodo .....	76
<b>Tabla 9</b> Periodo fundamental de vibración de la estructura .....	77
<b>Tabla 10</b> Porcentaje de cortante que absorbe las placas.....	77
<b>Tabla 11</b> Coeficiente de reducción sísmica.....	78
<b>Tabla 12</b> Deriva máxima de piso .....	80
<b>Tabla 13</b> Periodo y frecuencia modal con base fija .....	94
<b>Tabla 14</b> Periodo y frecuencia modal con base aislada -LRB.....	94
<b>Tabla 15</b> Resumen de periodos y frecuencias modales.....	95
<b>Tabla 16</b> Control de derivas con base fija.....	95
<b>Tabla 17</b> Control de derivas con base aislada - LRB.....	96
<b>Tabla 18</b> Resumen de control de derivas de la estructura.....	96
<b>Tabla 19</b> Desplazamiento base fija.....	96
<b>Tabla 20</b> Desplazamiento base aislada - LRB.....	97
<b>Tabla 21</b> Resumen de periodos y frecuencias modales.....	98
<b>Tabla 22</b> Control de derivas con base fija.....	99
<b>Tabla 23</b> Control de derivas con base aislada - LRB.....	99
<b>Tabla 24</b> Resumen de control de derivas de la estructura.....	99
<b>Tabla 25</b> Desplazamiento base fija.....	100
<b>Tabla 26</b> Desplazamiento base aislada - LRB.....	100
<b>Tabla 27</b> Matriz de consistencia.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## INTRODUCCIÓN

Desde los albores de la ingeniería estructural, el objetivo principal siempre ha sido desafiar los eventos inducidos por la naturaleza, y los eventos sísmicos son la principal causa de daño a las estructuras, tanto en la cimentación como en la superestructura, lo que a menudo conduce al colapso de la estructura. por qué. Debe llamar la atención de los expertos para mitigar estos impactos que los terremotos pueden tener en las edificaciones

Por ello en esta tesis se centra en proponer aisladores sísmicos en la base de una edificación para el análisis y diseño estructural de una clínica de 5 pisos en la ciudad de Huánuco. Para ello se utiliza el software ETABS para realizar el modelado de las estructuras investigadas. La investigación se encuentra dividida en cinco capítulos.

El estudio se estructura en los siguientes capítulos:

En el primer capítulo se realizará el planteamiento del problema, la formulación de los problemas y los objetivos, asimismo se justificará la investigación, como también sus limitaciones y su viabilidad. En el segundo capítulo se verá los antecedentes que se emplearon en toda la investigación, así como la base teórica, la hipótesis planteada y las variables. En el tercer capítulo se verá el tipo de investigación, la población y muestra y las técnicas e instrumentos de recolección utilizados en la investigación. El cuarto capítulo se presentará el análisis de toda la investigación empleando el software ETABS y se comprobará la hipótesis. Y finalmente en el capítulo cinco se hará la discusión de los resultados, las conclusiones y recomendaciones presentes en la tesis.

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

Los aisladores basales y los amortiguadores son los dispositivos sísmicos más utilizados en los edificios, ya que mejoran la respuesta sísmica, prolongan la duración y proporcionan amortiguación y absorción de energía adicionales. Sin embargo, las funciones de ambos sistemas son estructuralmente muy diferentes. Un aislador que aísla una estructura del suelo reduce en gran medida la rigidez de la estructura y hace que el período fundamental de la estructura aislada sea mucho más largo que la misma estructura sobre una base fija. Los amortiguadores, también conocidos como amortiguadores sísmicos, por otro lado, tienen la función de disipar la energía almacenada y evitar que otros elementos de la estructura se sobrecarguen. En otras palabras, el amortiguador sísmico aumenta la fuerza de amortiguamiento de la estructura. (Dominico,2016)

Perú es un país que constantemente experimenta una importante actividad sísmica, por lo que las nuevas estructuras deben diseñarse utilizando códigos sísmicos como parte de una filosofía de diseño sísmico. Cabe señalar que la ingeniería civil es fundamental para equilibrar el buen desempeño de la estructura construida con su costo, por lo que utilizar métodos convencionales para construir estructuras con altos requerimientos sísmicos es ineficiente. (RNE, 2019)

Una de las medidas sísmicas que se han ensayado y probado en todo el mundo es el "aislamiento básico". Este concepto de diseño asegura la

funcionalidad de la estructura durante y después de un gran terremoto. Al hacerlo, busca garantizar el funcionamiento de las estructuras esenciales en caso de emergencia. Cambiar los objetivos de diseño para mantener la operatividad después de un gran terremoto. En definitiva, mejora el comportamiento sísmico de los edificios minimizando los daños a los edificios y asegurando la integridad de los ocupantes. Actualmente, hay mucha información, como el diseño correcto de estructuras de aislamiento sísmico de cimentación, estándares estadounidenses, manuales de diseño y la presentación del “Proyecto de norma técnica Aislamiento Sísmico” del 2018. (Rodríguez, 2015)

Este sistema sísmico basado en el diseño de estructuras destinada a clínicas este tipo de estructuras se consideran estructuras obligatorias A1 por las normas, lo que permitió una explicación clara y concisa del correcto proceso de diseño y los beneficios de este sistema sísmico. En el diseño de nuevas estructuras proyectadas en la zona de Huánuco de la ciudad de Amarilis, se puede ofrecer a difundirla y su aplicabilidad.

## **1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo realizar el análisis estructural empleando aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cómo realizar el predimensionamiento estructural empleando aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024?
- ¿Cómo realizar el análisis comparativo entre el sistema convencional y aisladores sísmicos para mejorar el diseño sismorresistente de una clínica de concreto armado, Amarilis – Huánuco – 2024?
- ¿Cómo realizar el diseño sismorresistente de los elementos estructurales empleando aisladores sísmicos de una clínica de concreto armado, Amarilis – Huánuco – 2024?

## **1.3 Formulación del objetivo general y específicos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar el análisis estructural empleando aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el predimensionamiento de los aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado para mejorar el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024.
- Realizar el análisis comparativo entre el sistema convencional y aisladores sísmicos para mejorar el diseño sismorresistente de una clínica de concreto armado, Amarilis – Huánuco – 2024.



- Realizar el diseño sismorresistente de los elementos estructurales empleando aisladores sísmicos de una clínica de concreto armado, Amarilis – Huánuco – 2024.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación práctica**

El presente trabajo se justifica debido a esta metodología de los aisladores sísmicos es una de las metodologías que viene implementándose en muchas edificaciones importante inclusive en edificaciones multifamiliares, ya que la fuerza sísmica hace que las estructuras sufran daño no solo estructurales sino también materiales, y en este caso como se trata de una clínica se necesita que las acciones del sismo sean mínimas ya que en el interior se encuentran médicos y cirujanos realizando operaciones u otras actividades delicadas.

### **1.4.2 Justificación teórica**

El estudio actual se basa en las normas técnicas para edificios y primero es necesario definir cómo se define la distribución del edificio según la norma A010. Los criterios E020 y E030 se utilizan luego para asignar cargas y definir parámetros sísmicos. Software ETABS para el análisis estructural de edificios. Este software realiza levantamientos de acuerdo con el estándar E030 y el código de diseño ACI 318-14 relacionado con aisladores sísmicos, con respecto a los que es los aisladores sísmicos se empleara la norma E031 para definir sus características de los elementos.

### **1.4.3 Justificación metodológica**

Teniendo en cuenta que la metodología de los aisladores sísmicos se implementó desde hace varias décadas, en los últimos años tomo gran importancia debido a que estos avanzaron en cuanto al diseño de sus elementos y por ello es más factible aplicar a las edificaciones, teniendo en cuenta el historial de sismos que tuvo el Perú emplear este sistema es una prevención ante los desastres naturales a los cuales estamos propensos, por ello para esta investigación se emplearon las distintas normas del reglamento nacional de edificación y también normas internacionales.

## **1.5 Limitaciones**

Las limitaciones o restricciones que existen en el trabajo son: Falta de trabajos de tesis a nivel local en la ciudad de Huánuco relacionados con temas de investigación. Otra limitación es que no hay mucha formación sobre esta filosofía en el Perú.

## **1.6 Formulación de hipótesis general y específica**

### **1.6.1 Hipótesis General**

El análisis estructural empleando aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado mejora el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024.

### 1.6.2 Hipótesis Especifico

- El predimensionamiento de los aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado mejora el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024.
- El sistema estructural empleando aisladores sísmicos en la base presenta mejores resultados que el sistema convencional para el diseño sismorresistente de una clínica de concreto armado, Amarilis – Huánuco – 2024.
- Se optimiza y mejora el diseño sismorresistente de los elementos estructurales empleando aisladores sísmicos de una clínica de concreto armado, Amarilis – Huánuco – 2024.

## 1.7 Variables

### 1.7.1 Variable independiente

Aisladores sísmicos

### 1.7.2 Variable dependiente

Diseño sismorresistente

## 1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

**Tabla 1**  
Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN
Variable independiente <b>Aisladores sísmicos</b>	Son elementos los cuales tienen como función separar a la edificación de los movimientos que se puedan producir en el suelo, lo que le otorga una mayor flexibilidad al momento de un sismo.	Diseño de los aisladores	Cargas y parámetros de diseño	ton
			Estructuración de los elementos estructurales	m
			Dimensionamiento de los aisladores	m
			Derivas máximas	mm
			Cortante basal	ton

		Aplicación del sistema de aislación	Aceleraciones de piso	cm/s <sup>2</sup>	
			Fuerza sísmica	tn	
Variable dependiente	Es la metodología para inspeccionar y diseñar construcciones bajo demanda sísmica. Estamos hablando de una metodología práctica, racional y sencilla que, finalmente, logra proyectar la tasa de respuesta que tendrá una composición ante un movimiento sísmico.	Análisis estático	Cortante basal	tn	
				Periodo de vibración	seg
				Aceleración espectral	cm/s <sup>2</sup>
<b>Diseño sismorresistente</b>			Análisis dinámico	Modos de vibración	seg
				Derivas	mm

*Fuente: elaboración propia*

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Veletanga (2018) en su trabajo titulado: “Diseño de aisladores sísmicos LRB y análisis por desempeño de edificios”; presentada a la Universidad de Cuenca; El objetivo de este análisis es exponer una guía de diseño y modelado de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo para moderar el mal inducido por el sismo en construcciones de diseño clásico. La iniciativa era llevar a cabo un sistema que aislara la obra de los riesgos sísmicos desconectándolo del suelo. El inicio de este sistema es disipar la energía de acceso de los eventos de tierra, lo cual resulta en un mejor comportamiento de la composición comparativamente con las construcciones de diseño común. Los criterios de diseño se fundamentan en el estudio estático y la formulación de métodos de diseño usando un programa informático de recursos finitos como Etabs 2015. Este trabajo ha llevado a las próximas conclusiones: Para sistemas compuestos que usan aisladores elastoméricos con núcleo de plomo, así como aisladores de caucho natural. El proceso de modelado que corresponde se incluyó en el programa informático de recursos finitos 'Etabs 2015' para el estudio de sistemas de retiro térmico. La diferencia entre los exámenes de uno y diversos grados de independencia nace de las contribuciones de rigidez y amortiguamiento de los recursos estructurales de la superestructura. El cortante base que se propaga a la superestructura y la dispersión a los pisos mejores se

disminuyeron de manera significativa, lo cual muestra la efectividad del sistema de retiro.

Portillo (2020) en su trabajo titulado: “Desempeño sísmico de aisladores con núcleo de plomo en puentes con pila flexibles de hormigón armado”; presentada a la Universidad Politécnica de Madrid; Los puentes son estructuras muy importantes para las comunicaciones terrestres. Por lo tanto, es importante que la estructura se base en un diseño óptimo que pueda reducir los daños causados por fenómenos naturales como los terremotos. Este estudio presenta un estudio paramétrico de aisladores LRB en un puente con pilares de hormigón armado al 3%. Produjo un modelo de muelle de igual altura, un modelo de puente en forma de V y un modelo simple. Para cada modelo, se evaluaron diferentes alturas de pilote de 10 a 35 m intervalos de 5 m para determinar el efecto de la flexibilidad del pilote en el comportamiento sísmico del aislador. De manera similar, cada modelo se sometió a análisis de historial de tiempo espectral modal lineal y no lineal para dos aceleraciones sísmicas máximas (0,24 g y 0,40 g) para investigar el efecto de la aceleración sísmica en la eficiencia del aislador. Este trabajo ha llevado a las siguientes conclusiones: El periodo de los puentes con aisladores suele ser superior a 1,50 segundos, incluso para pilas cortas. Esto favorece un cambio en la duración del puente del período sísmico normalmente exigente. Los aisladores también pueden acortar este punto si el período del puente aislado coincide con el período de un terremoto con alta entrada de energía o alta aceleración espectral.

La cantidad de energía que un terremoto imparte a una estructura es muy importante para el desempeño sísmico de un sistema de aislamiento sísmico.

Guaygua (2018) en su trabajo titulado: “Análisis experimental y analítico de aisladores elastoméricos”; presentada a la Universidad Central del Ecuador; Se estima 2 construcciones diferentes ubicadas en la urbe de Quito, en las cuales se incorporó aisladores elastoméricos con núcleo de plomo a grado de planta baja, llevando a cabo la exploración para 2 niveles de amenaza sísmica: el terremoto raro y el bastante raro. El espectro flexible de diseño es el detallado en la NEC-11, empero perjudicado por componentes de lugar determinados por el análisis ERN-12; los aisladores van a ser incorporados en la composición como recursos cortos, requiriendo la construcción de un piso sobre los mismos nombrada losa de aislación. Siguiendo al prediseño de los aisladores, en el estudio sísmico se consideró que los pisos son del todo sólidos con 3 grados de independencia por planta, y por medio del procedimiento de superposición modal, se calculó los desplazamientos y giros máximos posibles, así como fuerzas e instantes en coordenadas de piso. Desde esta información, por medio de un estudio plano y tomando en cuenta el aislador como un componente vertical, con unas correctas combinaciones de carga se localizó las fuerzas, movimiento horizontal y rotación que gravita en cada aislador. Después, se asegura por medio de diversos controles el pre diseño del aislador, presentándose el diseño final del mismo. Este trabajo llevó a las próximas conclusiones: 2. Hay una extensa variedad de aisladores elastoméricos, de

secciones circular, cuadrados, etcétera. sin embargo, la primordial diferencia radica en su capacidad de atenuar las fuerzas provenientes de eventos sísmicos y la integración de nuevos recursos para lograr más grandes amortiguamientos como es la utilización de núcleos de plomo.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Pérez (2019) en su trabajo titulado: “Aisladores elastómericos con núcleo de plomo en la reducción de daños sísmicos en edificaciones esenciales, Surco-Lima”; presentada a la Universidad Peruana los Andes; El presente estudio plantea una pregunta general: ¿Qué consecuencias tendrá la aplicación de aislamiento elastomérico con núcleo de plomo ante el problema sísmico de la infraestructura del distrito de Santiago de Surco en Lima 2019?, formulado como propósito general: resolver las consecuencias en la aplicación de aislamiento elastomérico con núcleo de plomo ante daños sísmicos en la infraestructura del distrito de Santiago de Surco de Lima-2019 y confirmando el supuesto general: de Aplicación de plomo - El Aislamiento Elastomérico con Núcleo mitiga daños sísmicos en estructuras críticas. Este estudio llevó a las siguientes conclusiones: Al integrar aisladores elastoméricos con núcleo de plomo en la estructura de la cimentación, el sistema de soporte sísmico absorbe la energía sísmica, lo que da como resultado una superestructura y, en vista de los problemas estructurales. todo mencionado en relación a las estructuras comunes. De esta forma se comprobó que contar con un sistema de contención sísmica caso de construcción construido según normativa antigua fue muy productivo, finalmente, la aplicación de aisladores elastómericos con núcleo de plomo disminuyen los perjuicios sísmicos en un 70% con en relación a esta



construcción usual que se investigó, siendo esto de enorme trascendencia debido a que dejará la continuidad en las ocupaciones de esta construcción mencionada y brindara estabilidad a la población que disponga de este centro de salud.

Leyton (2018) en su trabajo titulado: “Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en Lima, Perú”; presentada a la Pontificia Universidad Católica del Perú; El siguiente análisis aspira ofrecer una perspectiva general de la tecnología sísmica: Utilización de aisladores sísmicos en casas ¿Qué cuestiones poseen los habitantes usuales e inclusive los ingenieros civiles sobre los diversos tipos de comportamiento, tipo, eficiencia e idoneidad? aislante sísmico. Por esta razón, este análisis está estructurado para explicar la tecnología a partir de los principios básicos y conceptos de diseño hasta los mecanismos de defensa y las propiedades dinámicas de cada dispositivo. La información técnica que se muestra corresponde a estándares de todo el mundo, regulaciones locales y prácticas habituales en tecnología y creación de inmuebles. Para complementar la información teórica, comparamos propuestas ya construidas con propuestas semejantes usando retiro residencial de enorme elevación. Este trabajo llevó a las próximas conclusiones: La metodología iniciativa para el diseño preliminar del sistema de división muestra que las repercusiones estructurales del modelo de péndulo invertido son enormemente exactas. Por consiguiente, el lapso importante se considera en 3,16 s, una alteración de solo 0,11 s comparativamente con los 3,27 s conseguidos por estudio modal. Se concluyó que el confinamiento

establece las maneras modales casi independientemente de la superestructura. No obstante, los inmuebles más flexibles o enormes van a tener más alteración. Este análisis muestra que el precio directo de una composición se puede minimizar por medio del diseño mismo. La metodología iniciativa para poder hacer la mejora del retiramiento disminuye de manera directa el precio del sistema de retiramiento e de forma indirecta disminuye el precio de la superestructura por medio del ahorro de material gracias a la reducción del esfuerzo sísmico.

Dávila (2020) en su trabajo titulado: “Edificio con MDL utilizando aisladores elastoméricos para la mejora del desempeño sísmico del proyecto multifamiliar ciudad sol de retablo del distrito de Comas, 2020”; presentada a la Universidad Privada del Norte; El trabajo de indagación tuvo como fin decidir de qué forma optimización el funcionamiento sísmico en un inmueble con muros de ductilidad reducida (MDL) usando aisladores sísmicos elastoméricos en el plan Localidad Sol de Retablo del distrito de Comas, localidad de Lima-Perú. El procedimiento consistió en una averiguación del tipo cuasi empírico de grado explicativo y de alcance exploratorio y comparativo, recogiendo datos mediante la observación directa y analizando resultados usando la estadística detallada. El método consistió en el modelamiento estructural del inmueble de MDL de 08 pisos con base fija partiendo de la documentación y estudios recolectados del plan que existe para después ser sometido a un estudio sísmico y revisar que cumpla con los requisitos de la regla E 030 de Diseño Sismorresistente. Este trabajo llevó a las

próximas conclusiones: Se concluyó que el sistema MDL usando aisladores sísmicos para el modelo Techo Propio del plan Localidad Sol de Retablo alcanza una reducción del orden del 63-65% en la fuerza cortante basal, frente a lo que, valiéndose de los resultados precedentes para los demás proyectos aislados, se afirma que la reducción de la fuerza cortante en el modelo apartado posibilita una optimización fundamental en la conducta sísmico para la composición de MDL.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Desempeño sísmico**

Varios códigos sísmicos en todo el mundo, incluidos los de Perú, brindan pautas y métodos para diseñar edificios que garanticen la seguridad de quienes viven allí. Sin embargo, no consideran las condiciones en las que quedan las estructuras después de las cargas sísmicas y, en cambio, se enfocan en garantizar que las estructuras no colapsen durante eventos de magnitud significativa. Varios estándares incorporan métodos de diseño sísmico basados en el desempeño que intentan determinar la condición de las estructuras después de carga sísmica. En general, el diseño basado en el desempeño sísmico consiste en seleccionar el nivel de desempeño de un edificio, a partir del cual se determinan las dimensiones y componentes de la estructura. De esta forma, en caso de terremoto, la estructura no debería sufrir daños más allá de los límites especificados. Las especificaciones COMMITTEE VISION 2000 (SEAOC, 1995) y ATC-40 (1996) representan la evolución de estos conceptos:

**a. COMMITTEE VISION 2000 (SEAOC - Asociación de Ingenieros Estructurales de California)**

Para aplicar el diseño de desempeño sísmico, SEAOC propuso en 1995 cuatro niveles de desempeño que las estructuras pueden exhibir después de un desastre:

### **1) Totalmente Operacional**

Los edificios se pueden usar inmediatamente después de un terremoto y no requieren reparaciones.

### **2) Operacional**

Al igual que en los niveles anteriores, el edificio es habitable inmediatamente después de un evento sísmico. Sin embargo, los elementos no estructurales tienen daños estructurales menores que pueden repararse fácilmente.

### **3) Seguridad**

En este nivel, el daño moderado ya está afectando los componentes y el contenido del edificio. La rigidez lateral del edificio se reduce significativamente, pero no está al borde del colapso. Es probable que esté fuera de acción por un tiempo ya que necesita rehabilitación.

### **4) Pre-Colapso**

El daño es tan severo que la rigidez lateral se reduce severamente y el edificio no puede ser reparado. En la mayoría de los casos, se recomiendan edificios nuevos ya que los costos de reparación son muy altos.

Por otro lado, la función y la importancia del edificio deben tenerse en cuenta al seleccionar el nivel de desempeño. Por esta razón, las estructuras se clasificaron en:

- Estructuras Críticas: Contiene materiales peligrosos y las actividades que se desarrollan dentro del edificio son de gran importancia.

- Estructuras Esenciales: Hospitales, estaciones de bomberos, comisarías, etc., identificadas como esenciales en la norma E-030.

- Estructuras Básicas: Todas las estructuras que no pertenecen a las otras dos categorías.

Estos conceptos cualitativos necesitan ser transformados en parámetros cuantitativos para su correcta aplicación en el diseño. El parámetro más importante en el que coinciden todos los criterios de diseño es la deriva de piso a piso. Por lo tanto, COMMITTEE VISION 2000 propone valores de deriva objetivo para cada nivel de rendimiento, que se muestran en la tabla. Finalmente, el edificio está diseñado para no exceder la deriva objetivo en caso de terremoto. La norma peruana E-030 define los elementos de hormigón armado con una deriva de 0.007, la cual supera la deriva del nivel de seguridad objetivo de 0.0012. Por otro lado, la deriva de 0,007 está muy por debajo del nivel previo al colapso de 0,0156. Por lo tanto, el nivel de seguridad es el nivel de desempeño que más se ajusta a lo establecido en las normas peruanas. Esto se debe a que nuestro estándar es permitir que todos salgan del edificio en caso de una carga sísmica y permitir que la estructura permanezca en pie hasta que se requiera rehabilitación y la actividad pueda verse interrumpida por un período de tiempo.

**Tabla 2**  
*Deriva objetivo para cada nivel de desempeño en edificaciones aporticadas*

Nivel de Desempeño	Deriva Objetivo
Totalmente Operacional	0.002

<b>Operacional</b>	0.0033
<b>Seguridad</b>	0.0058
<b>Pre-Colapso</b>	0.0156

*Fuente: SEAOC, 1995*

b. ATC-40 (Consejo de Tecnología Aplicada)

Esta guía sugiere cinco niveles de rendimiento. Son clasificaciones muy similares a la SEAOC y se clasifican según los mismos criterios. Estos niveles se enumeran a continuación:

**1) Inmediata ocupación**

La estructura no ha cambiado sustancialmente, el peligro para la vida es insignificante y el edificio es completamente funcional.

**2) Daño controlado**

La vida de los residentes no está en peligro, pero podría verse afectada.

**3) Seguridad**

Es posible que se hayan producido daños estructurales graves. Sin embargo, la mayoría de los elementos estructurales se mantienen estables. La amenaza a la vida de los residentes dentro y fuera puede haberse visto comprometida. Además, las renovaciones estructurales son costosas.

**4) Seguridad limitada**

Oscila entre las condiciones límite de seguridad y estabilidad para adaptarse a las condiciones de lesiones que representan un alto riesgo para los ocupantes.

**5) Estabilidad estructural**

En este nivel, la rigidez y la resistencia de los elementos estructurales se reducen considerablemente, lo que provoca daños importantes. Riesgo no solo

de las réplicas, sino también para los residentes y transeúntes. Estos edificios requieren extensas reparaciones estructurales.

También tenga en cuenta que ATC-40 no muestra la relación entre los niveles de rendimiento y los parámetros de diseño, como la deriva, las fuerzas sísmicas y la durabilidad estructural. Simplemente enfatiza la importancia de definir objetivos de rendimiento para el diseño estructural.

### **2.2.2 Enfoques sismorresistentes**

La Norma Peruana E-030 presenta una metodología de diseño tradicional que proporciona una combinación de capacidades de resistencia, rigidez y disipación de energía para elementos estructurales en áreas inelásticas. En contraste, otros países como Estados Unidos, Japón y Chile han incorporado métodos de diseño diferentes en sus códigos sísmicos, utilizando enfoques que permiten el uso de amortiguadores y aisladores. A continuación, introduciré el concepto convencional de sismorresistencia adoptado en la norma E-030 y el concepto de sismorresistencia del sistema sismorresistente.

#### **Enfoque sismorresistente tradicional**

(Korswagen, 2012) señala que el diseño de estructuras se basa en agregar resistencia y rigidez a los elementos estructurales. La rigidez de los elementos estructurales, definida por sus materiales y dimensiones, debe ser suficiente para que las estructuras permanezcan en régimen elástico para sismos leves y entren en régimen inelástico para sismos severos. Esto significa que los elementos estructurales basan su desempeño en su capacidad para absorber la energía introducida por los terremotos y liberarla a través de la deformación.

Cuando la estructura entra en la región inelástica, los elementos estructurales comienzan a absorber energía y disiparla a través de una deformación irreversible. La deformación inelástica daña los elementos portantes y no portantes. Por lo tanto, las estructuras necesitan una gran rigidez para reducir la deformación inelástica y mantener la funcionalidad del edificio.

### **Enfoque sismorresistente de los sistemas de protección sísmica**

Debido a los fuertes sismos en diferentes partes del mundo, se han buscado diferentes alternativas de protección de las estructuras para mantenerlas en buen estado después de un sismo.

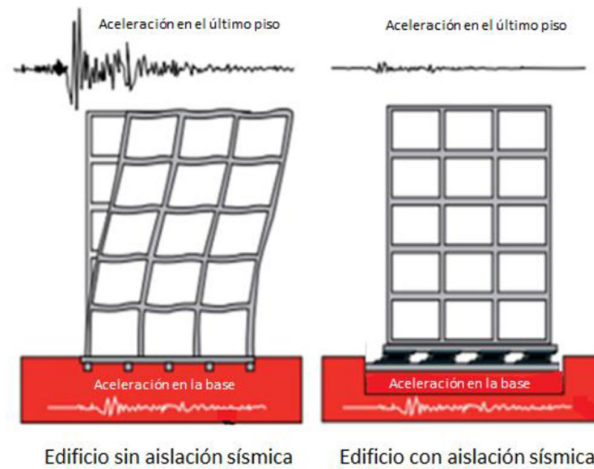
Las alternativas sísmicas más utilizadas incluyen sistemas de aislamiento sísmico y sistemas de disipación de energía. Los sistemas de aislamiento sísmico tienen la propiedad de reducir significativamente la rigidez de la base de la estructura, reduciendo las aceleraciones y fuerzas provocadas por los sismos. Esta reducción de la fuerza reduce significativamente la deformación y el estrés en los miembros estructurales, evitando daños estructurales y no estructurales. Los sistemas de disipación de energía, por otro lado, absorben la mayor parte de la energía liberada por un terremoto en lugar de disminuirla, evitando que los elementos estructurales absorban grandes cantidades de energía. Esta energía se libera más tarde como energía inelástica.

Estas figuras muestran el comportamiento de una estructura con aisladores o amortiguadores sísmicos ante un sismo. En ambas figuras, puede ver que el edificio sin accesorios tiene una aceleración sísmica del suelo amplificada en el último piso del edificio. Por otro lado, el uso de aisladores y amortiguadores reduce significativamente la aceleración. Los edificios con estos dispositivos



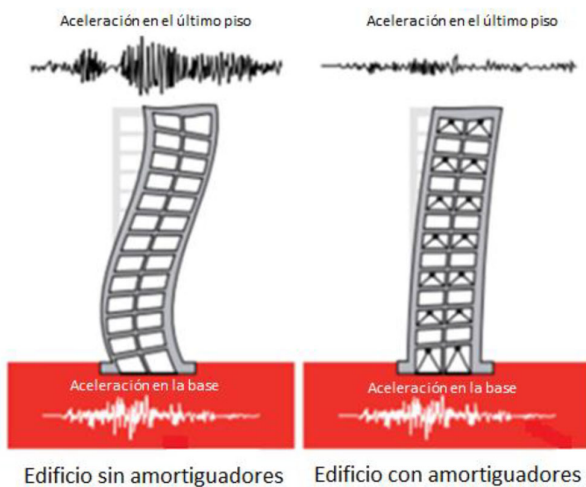
se comportan de manera muy diferente a los edificios sin ellos. Esto se debe a que tanto los amortiguadores como los aisladores cambian algunas propiedades de la estructura; Rigidez, período, amortiguamiento.

**Figura 1**  
*Características de un edificio con aisladores en la base*



*Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico, 2012*

**Figura 2**  
Características de un edificio con disipadores de energía



Fuente: Corporación de desarrollo tecnológico, 2012.

### 2.2.3 Comportamiento de la estructura

Presentaremos cómo cambia un edificio cuando se incorporan al diseño dispositivos de aislamiento sísmico y dispositivos de amortiguación de vibraciones.

#### Sistema de aislación basal

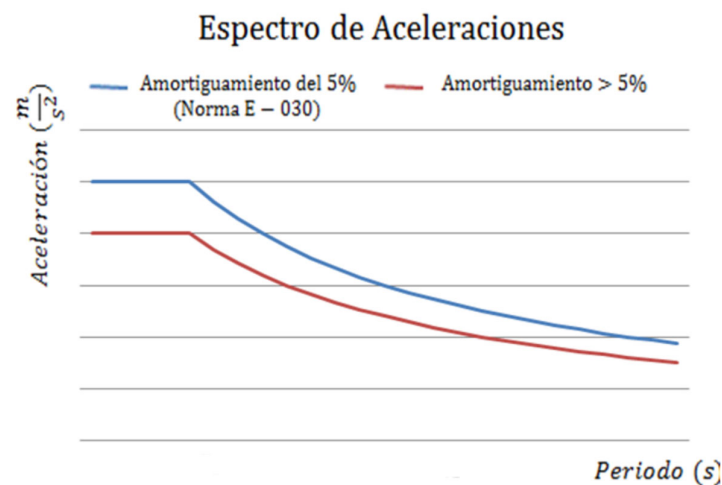
Durante los eventos sísmicos se mantiene el concepto de balance de energía. Es decir, la energía del terremoto permanece constante, pero se transforma. Parte de la energía absorbida por la estructura se convierte en movimiento (energía cinética). La otra se almacena como energía de deformación recuperable (energía elástica). La energía restante se disipa por amortiguamiento estructural o por histéresis o energía inelástica que es más dañina en cargas sísmicas. El aislamiento sísmico reduce la energía total que ingresa al edificio y evita el deterioro estructural. El sistema de separación fue idealizado por un sistema con dos grados de libertad. Este sistema fue



figura, la aceleración del edificio disminuye a medida que aumenta el período de la estructura. Por lo tanto, debido a las menores fuerzas sísmicas, también se reducen las fuerzas generadas en los elementos estructurales.

La misma figura muestra la curva roja que muestra el espectro de aceleración con amortiguamiento efectivo por encima de los 5  $\mu$ l críticos. Esta curva se obtuvo utilizando los mismos coeficientes utilizados para la curva azul, pero se vio afectada por un factor de reducción que es función del amortiguamiento efectivo de la estructura.

**Figura 4**  
Variaciones del espectro de aceleraciones



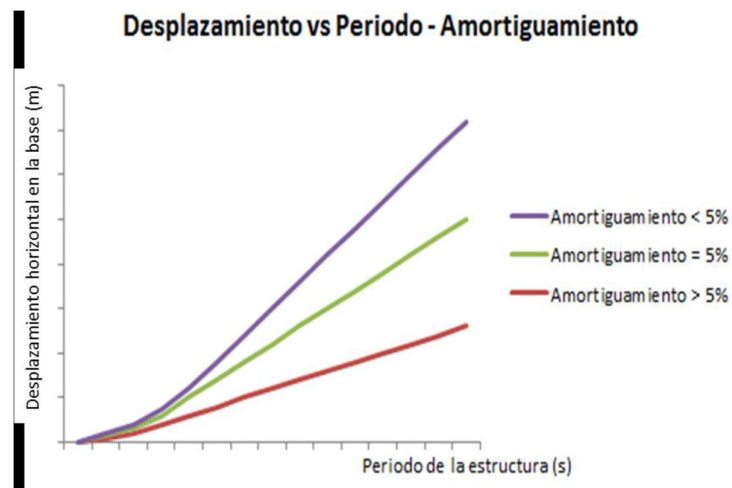
Fuente: Norma E-030

Se observa que ambas curvas producen aceleraciones más altas durante períodos de tiempo más cortos. De manera similar, la curva roja correspondiente al espectro de aceleración para amortiguamiento por encima del valor crítico de 5  $\mu$ L indica valores de aceleración más bajos. En estructuras con aisladores, la base tiene una rigidez muy baja, lo que permite el desplazamiento lateral. Es importante recordar que este desplazamiento no

debe ser excesivo ya que provocará desplazamientos muy grandes en toda la estructura. Por lo tanto, se debe controlar el desplazamiento de la base para evitar daños, y para lograrlo se puede utilizar la amortiguación proporcionada por el propio aislador. Si esto no es suficiente, puede usar amortiguadores en el cuerpo. (Korswagen, 2012). Esta figura muestra con más detalle cómo el aumento del amortiguamiento afecta el desplazamiento en la base.

**Figura 5**

*Variación del desplazamiento horizontal en la base con el incremento del amortiguamiento*



*Fuente: Korswagen, Arias, Huaranga, 2012*

Como puede verse en la figura, el desplazamiento horizontal aumenta con el aumento del período de la estructura. Del mismo modo, el uso de menos de la amortiguación crítica de 5% dará como resultado una excursión excesiva. Un mayor porcentaje de amortiguamiento efectivo reduce el desplazamiento horizontal de la estructura. Finalmente, encontrar el desplazamiento adecuado de la base requiere encontrar un equilibrio entre la flexibilidad permitida por el sistema de aislamiento y la amortiguación proporcionada por el dispositivo de aislamiento.

### **Sistema de amortiguamiento fluido viscoso**

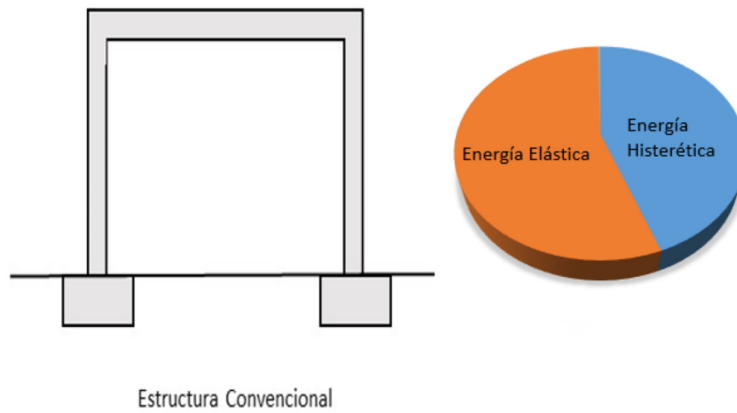
Hay dos sistemas en construcción que utilizan disipadores de energía. Un sistema estructural consta de todos los elementos estructurales, ya sean de hormigón armado, mampostería o acero. Un sistema de amortiguación consta de un amortiguador y enlaces metálicos que se utilizan para conectar el amortiguador al sistema estructural.

La entrada de energía al edificio es la misma para estructuras convencionales y amortiguadas. Sin embargo, con los amortiguadores, los elementos estructurales absorben menos energía, ya que la mayor parte de la energía suministrada es absorbida por el sistema de amortiguación. Esto ocurre porque la energía de entrada permanece constante y satisface la siguiente ecuación:

$$E. \text{ entrada} \approx E. \text{ Elástica} + E. \text{ Histerética} + E. \text{ Viscosa}$$

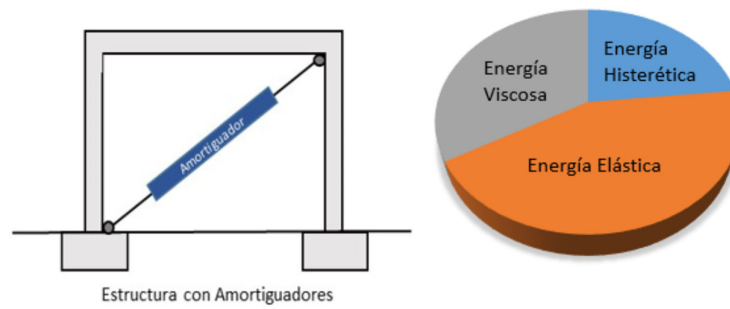
Se puede presentar un ejemplo de este concepto para un sistema con las siguientes condiciones: La energía producida por un sismo en estructuras sin amortiguadores se divide en energías elásticas y de histéresis, siendo la energía elástica la mayor. En cambio, con un amortiguador, aparece energía viscosa en la estructura, reduciendo la histéresis y la energía elástica. Pero la elasticidad sigue siendo mayor que la histéresis.

**Figura 6**  
*Participación de la energía en una edificación sin amortiguadores*



*Fuente: Korswagen, Arias, Huaranga, 2012*

**Figura 7**  
*Participación de la energía en una edificación con amortiguadores*



*Fuente: Korswagen, Arias, Huaranga, 2012*

#### 2.2.4 Normas vigentes de diseño

Esta sección presenta los enfoques estándar de FEMA, SEAOC, ASCE y Chile para diseñar elementos sísmicos y evaluar el desempeño sísmico de edificios.

##### **Federal Emergency Management Agency**

En 1997, FEMA274 anunció métodos de análisis y aislamiento sísmico para el aislamiento sísmico como factores para proteger los edificios de los terremotos. Sus especificaciones técnicas proporcionan prescripciones y recomendaciones detalladas para su correcto uso.

Además, FEMA274 proporciona métodos para el análisis y diseño de estructuras que incorporan estructuras sísmicas. Similar a la norma técnica peruana, FEMA274 presenta la deriva máxima del entrepiso como el parámetro más importante a controlar. Sin embargo, en lugar de centrarse en aumentar la rigidez para controlar el desplazamiento lateral, se utiliza una amortiguación eficaz de la estructura para reducir el desplazamiento lateral. En muchos casos, el amortiguamiento crítico del 5% proporcionado por la estructura misma es insuficiente para un desempeño adecuado durante los eventos sísmicos. Por lo tanto, se debe usar un aislador o amortiguador para proporcionar una amortiguación adicional por encima del 5 %. La amortiguación efectiva a través de la incorporación de aisladores o amortiguadores reduce las aceleraciones que ocurren dentro de la estructura. Para cuantificar la reducción de la aceleración, FEMA274 propone un factor BM que es función de la amortiguación efectiva. Esta relación se muestra en la tabla.



**Tabla 3**  
*Factor BM*

<b>Amortiguamiento Efectivo (%)</b>	<b>BM</b>
$\leq 2$	0.8
<b>5</b>	1
<b>10</b>	1.2
<b>20</b>	1.5
<b>30</b>	1.7
<b>40</b>	1.9
$\geq 50$	2

*Fuente: FEMA274*

El valor de BM se usa para escalar el espectro de aceleración de la estructura y está relacionado con la ecuación (1). Por lo tanto, cuanto mayor sea el factor BM, menor será la aceleración en la estructura. Asimismo, cuanto mayor sea el amortiguamiento proporcionado por el aislador o amortiguador, mejor será el comportamiento de la estructura.

$$\text{EspectroAmort. Eff. } \neq 5\% = \text{Espectro}5\%/BM$$

Finalmente, cabe mencionar que al diseñar un sistema de aislamiento sísmico se debe tener en cuenta la ocurrencia del mayor sismo posible, que sea mayor al diseño sísmico. Adicionalmente, para estructuras con aisladores, la norma limita el valor del coeficiente sísmico R a un máximo de 2 para mantener la estructura dentro de su rango elástico.

### **SEAOC- COMMITTEE VISION 2000 (1995)**

La propuesta SEAOC fue hecha en 1995 por COMMITTEE VISION 2000. De acuerdo con esta propuesta, el desempeño de la edificación se determina de acuerdo con la importancia estructural, la sismicidad de diseño y la condición de la estructura después de los estudios sísmicos (Muñoz, 2001). SEAOC clasifica los niveles de rendimiento de los edificios en cuatro grupos:

- Totalmente Operacional
- Operacional
- Seguridad
- Pre-colapso

Además, para escoger el nivel de desempeño, se deben clasificar las estructuras según su grado de importancia:

- Estructuras Críticas
- Estructuras Esenciales
- Estructuras Básicas

COMITEE VISION 2000 propone varios movimientos de suelo sísmicos base de diseño, que deben evaluarse para cada tipo de edificio. Para relacionar los niveles de desempeño objetivo con los tipos de estructuras y los terremotos de base de diseño esperados, el SEAOC propuso la matriz que se muestra en la tabla. En la tabla se muestran varios terremotos base de diseño con sus respectivas probabilidades de excedencia.

**Tabla 4**  
*Nivel de desempeño objetivo para un sismo de diseño*

<b>Nivel de desempeño recomendado para las estructuras</b>			
<b>Tipo de estructura-Sismo de diseño</b>	Estructuras Críticas	Estructuras Esenciales	Estructuras Básicas
<b>Frecuente</b>	Totalmente operacional	Totalmente operacional	Totalmente operacional
<b>Ocasional</b>	Totalmente operacional	Totalmente operacional	Operacional
<b>Raro</b>	Totalmente operacional	Operacional	Seguridad
<b>Muy Raro</b>	Operacional	Seguridad	Pre-colapso

Fuente: SEAOC, 1995

**Tabla 5**  
Sismos de diseño

Sismo de Diseño	Probabilidad de excedencia
Frecuente	50% en 30 años
Ocasional	50% en 50 años
Raro	10% en 50 años
Muy Raro	10% en 100 años

Fuente: SEAOC, 1995

A medida que la estructura entra en la región inelástica, aumenta el desplazamiento lateral de cada piso, lo que provoca un mayor daño a la estructura. Este daño se puede controlar si se define una desviación del objetivo en el diseño. Esta será la deriva crítica que tendrá la estructura después de instalar los amortiguadores sísmicos. La tabla muestra los valores de deriva objetivo para cada nivel de rendimiento por SEAOC.

**Tabla 6**  
Derivas objetivo para cada nivel de desempeño

Niveles de desempeño y derivas objetivo para edificaciones	
Nivel de Desempeño	Deriva Objetivo
Totalmente Operacional	0.002
Operacional	0.0033
Seguridad	0.0058
Pre-Colapso	0.0156

Fuente: SEAOC, 1995

## ASCE (2010)

El enfoque de 2010 de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (ASCE) se enfoca en evaluar la capacidad de una estructura para soportar fuerzas sísmicas sin sufrir daños significativos, en lugar de evaluar los

desplazamientos y el rendimiento estructural. El Código ASCE también contiene propuestas para el uso de amortiguadores sísmicos en superestructuras, brinda pautas y recomendaciones para su uso correcto y presenta cómo diseñar amortiguadores sísmicos. Al igual que FEMA274, ASCE sugiere el uso de disipadores para proporcionar un amortiguamiento significativo controlado para reducir las fuerzas sísmicas que ingresan a los miembros estructurales.

Este código proponía muchas de las formulaciones características de FEMA274 (1997). A continuación, se muestra la ecuación utilizada para calcular el amortiguamiento viscoso  $\beta_{visc}$ . Además, las consideraciones para el uso adecuado de los amortiguadores incluyen:

- La estructura debe ser regular y se recomienda colocar los amortiguadores simétricamente.
- Se requieren al menos dos amortiguadores para cada piso y cada dirección de análisis para proporcionar la amortiguación necesaria y no sobrecargar el dispositivo.

Esta norma establece que el amortiguamiento es un parámetro fundamental para controlar las fuerzas sísmicas porque el aumento del amortiguamiento de los amortiguadores sísmicos reduce las fuerzas que actúan sobre los elementos estructurales y reduce el daño a las estructuras.

### 2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

**Aislador sísmico:** Sistema con la característica de ser muy flexible que permitirá que la estructura reciba el menor impacto al ocasionarse un evento sísmico. (NORMA E.031, 2018)

**Análisis sismorresistente:** El análisis sísmico es una herramienta para la estimación de la respuesta estructural en el proceso de diseño de estructuras resistentes a terremotos y/o rehabilitación de estructuras existentes vulnerables. (RNE, NORMA E.030)

**Grado de libertad:** Todo aquel punto de la estructura que sea independiente (Falconi, 2008).

**Zonificación:** Es la categoría que se le da a una región en particular de acuerdo a su susceptibilidad sísmica, a partir de la cual se determinan sus propiedades e información geotectónica. (RNE, NORMA E.030)

**Peligrosidad sísmica:** Es la probabilidad de que ocurra un evento sísmico en un determinado lugar y tiempo. (RNE, NORMA E.030)

**Rigidez:** Es la medida de la resistencia ante las deformaciones elásticas que se producen en un material, contemplando la capacidad para soportar esfuerzos sin tener como consecuencia grandes deformaciones. (RNE, NORMA E.030)

**Deriva de entrepiso:** Es la diferencia de los desplazamientos laterales de dos pisos consecutivos de una estructura entre la altura de dicho entrepiso. (Reboredo, 1996).

**Sismo MCE:** Sismo posible máximo. (RNE, NORMA E.060).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Población y selección de la muestra

##### 3.1.1 Población

La población presente será una edificación de concreto armado destinado a una clínica ubicada en el distrito de Amarilis, Amarilis - Huánuco -2024.

##### 3.1.2 Muestra

La muestra de la presente investigación será no probabilística ya que se analizará únicamente el diseño de una edificación de concreto armado destinado a una clínica ubicado en el distrito de Amarilis, Amarilis - Huánuco -2024.

#### 3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación

##### 3.2.1 Enfoque

Para la elaboración del presente trabajo investigativo se realizará la recolección de evidencias y datos para posteriormente compararlas con la hipótesis y llevará una conclusión, todo resto siguiendo las normas estipuladas en el reglamento nacional de edificación (RNE) en especial la norma E030 E031 y E060. (Hernández Sampieri, Baptista, & Fernández, 2010)

Por lo anterior mencionado este trabajo sería de carácter **cuantitativo** ya que reviso varias fuentes y bibliografías para realizar el análisis y diseño estructural.

### 3.2.2 Alcance o nivel

Para la elaboración del presente trabajo investigativo se tratará de hallar una relación entre las variables presentes en el análisis estructural de una edificación para de esta manera poder comprender el comportamiento de la estructura antes una variable que este caso sería la fuerza sísmica. (Hernández, 2014).

En el presente proyecto presentará un alcance de nivel **explicativa** ya que se analizará parámetros establecidos en la norma E030 y E031 las cuales tienen relación entre otros parámetros para el diseño sismorresistente.

### 3.2.3 Diseño

Para la elaboración del presente trabajo investigativo se realizará cálculos y relaciones matemáticas ya definidas en el RNE por lo que la presente investigación no experimento o manipulará ninguna variable. (Hernández, 2014)

En el presente proyecto presentara un diseño a nivel **no experimental** ya que no se manipula la formulas y/o parámetros establecidos en la norma E050, E030, E031 y E060.

## 3.3 Métodos, técnicas e instrumentos

### 3.3.1 Para la recolección de datos

**Observación:** la técnica de la observación nos permite observar las características del lugar donde se planteará el diseño de la clínica así también como los distintos puntos de acceso a esta. También se realizará el reconocimiento y levantamiento topográfico del terreno donde se está



planteando la edificación, seguidamente se realizará el estudio de suelos con el fin de conocer las propiedades físicas del suelo.

**Tabla 7**  
*Ensayos de Laboratorio*

ENSAYO	NORMA APLICABLE	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	NTP 339. 127	"Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados".
Análisis Granulométrico	NTP 339.128	"Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo".
Límite Líquido	NTP 339.129	"Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo"
Límite Plástico	NTP 339.129	"Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo".
Peso Específico Relativo de Sólidos de un Suelo	NTP 339.131	"Determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo".
Corte Directo	NTP 339.171	"Determinar la resistencia al corte de una muestra consolidada y drenada, que nos permita obtener la cohesión y ángulo de fricción interna del suelo".

*Fuente: RNE*

**Instrumentos:** los instrumentos empleados para la recolección de datos en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

**1) Ficha de recolección de datos:**

Para calcular el Angulo de cohesión interna y la capacidad portante del suelo donde se plantea el diseño se empleará los siguientes equipos principales como balanzas, horno eléctrico, juego de tamices , copa de Casagrande y todos materiales para el estudio de suelos.

**2)Análisis de documentos:**

Para esta tesis se tomaron en cuenta fuentes bibliográficas, tesis, informes, artículos, registro actividades sísmicas ocurridas en el Perú.

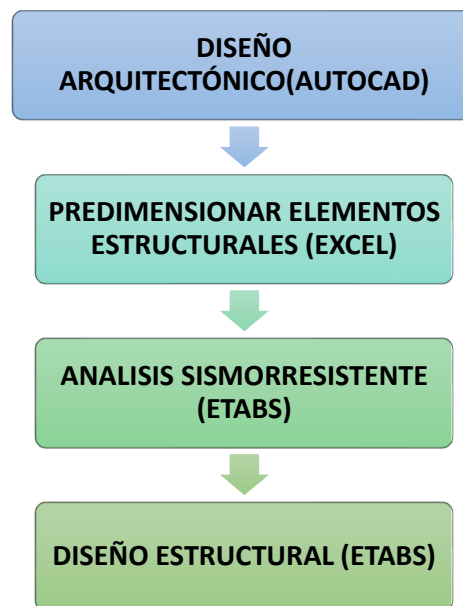
### 3.3.2 Para la presentación de datos

En este proyecto se utilizará como herramienta la guía de observación para recopilar la información necesaria donde se utilizaron formatos requeridos para revisar cada ensayo realizado

Los dispositivos, software, equipos y herramientas utilizados necesarios para la investigación son:

- Materiales para el estudio de suelos .
- Equipos de instrumentación.
- Programa ETABS.
- Se utilizan los siguientes formatos:
- Formato para investigación y análisis de suelos.
- Formato de los estudios topográficos.

**Figura 8**  
*Para la presentación de datos*



Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Procedimiento**

Las técnicas para el procesamiento y análisis de datos para el presente trabajo de investigación serán las siguientes: primeramente se realizará el levantamiento topográfico para poder definir la programación arquitectónica del hospital, luego de ello se realizará un estudio de suelo para conocer los parámetros sísmicos del terreno, se realizará el predimensionamiento de los elementos estructurales en el Excel para luego poder modelar en el ETABS ;una vez modelada la estructura procedemos a realizar el análisis estático y dinámico y finalmente realizar el diseño de la estructura.

Con el fin de obtener los resultados más cercanos a la realidad y poder tener una estructura segura en la ciudad de Huánuco.

### **3.5 Consideraciones éticas**

Esta investigación es netamente de autoridad de los tesisistas, en esta investigación se revisó diversas fuentes de donde se obtuvo la información necesaria para desarrollar este trabajo, se examina la NTP (Norma Técnica Peruana) proporcionada por el gobierno peruano.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

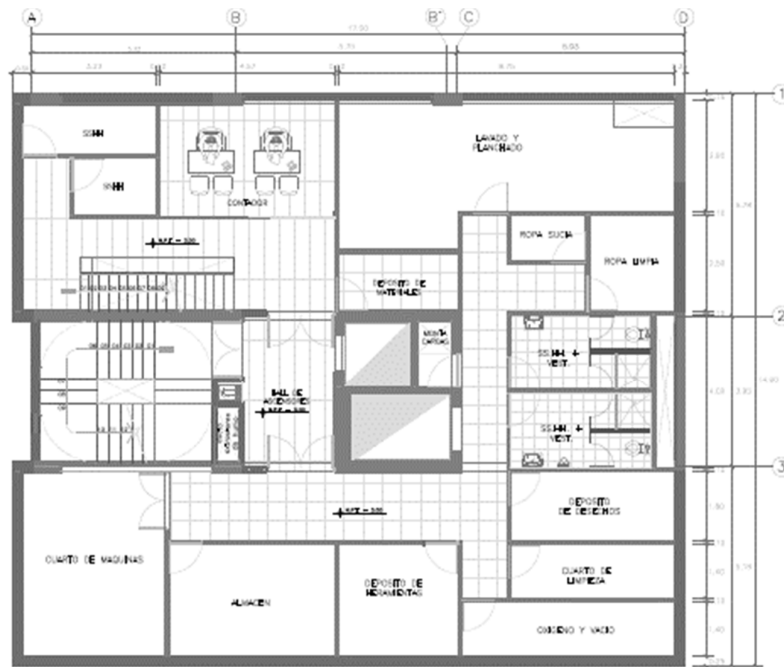
#### **4.1 Procesamiento de datos**

##### **4.1.1 Arquitectura y predimensionamiento**

Primeramente, se realizó el diseño arquitectónico del proyecto siguiendo la norma A050 de salud, la cual nos indica que primeramente debemos ubicar nuestro proyecto en un lugar el cual este alejado a zonas vulnerables a la erosión o fallas geológicas.

También siguiendo los estándares de circulación interna, área de estacionamiento, rampas y ascensores; y guiándonos de trabajos ya existentes en la ciudad de Huánuco procedemos a elaborar el plano arquitectónico de los 5 niveles incluido el sótano.

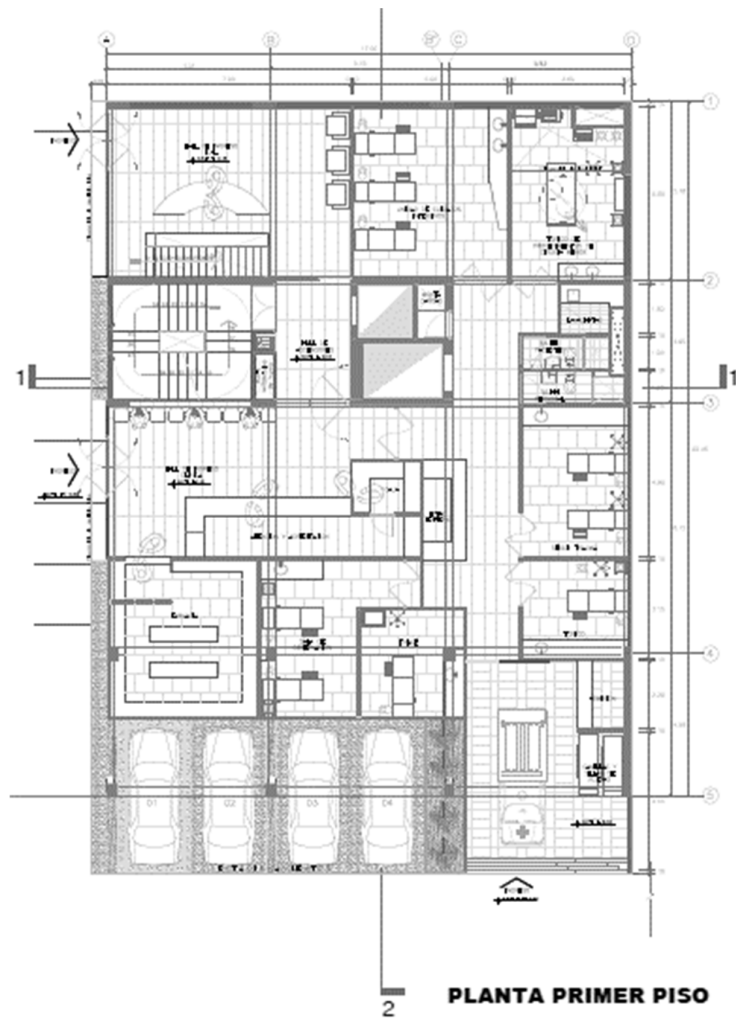
**Figura 9**  
Planta de sótano



## SOTANO

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10**  
*Planta de primer piso*



Fuente: Elaboración propia.

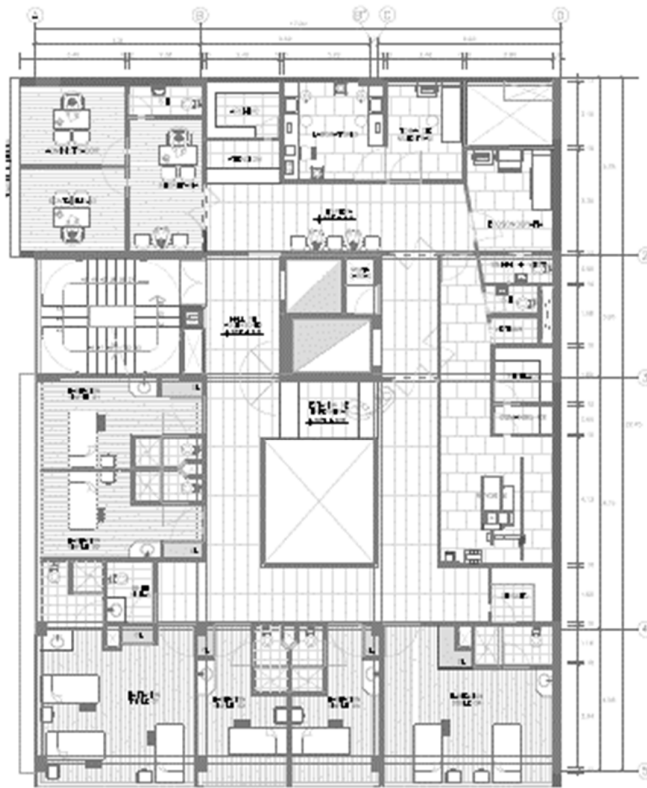
**Figura 11**  
*Planta de segundo piso*



**PLANTA SEGUNDO PISO**

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12**  
*Planta de tercer piso*

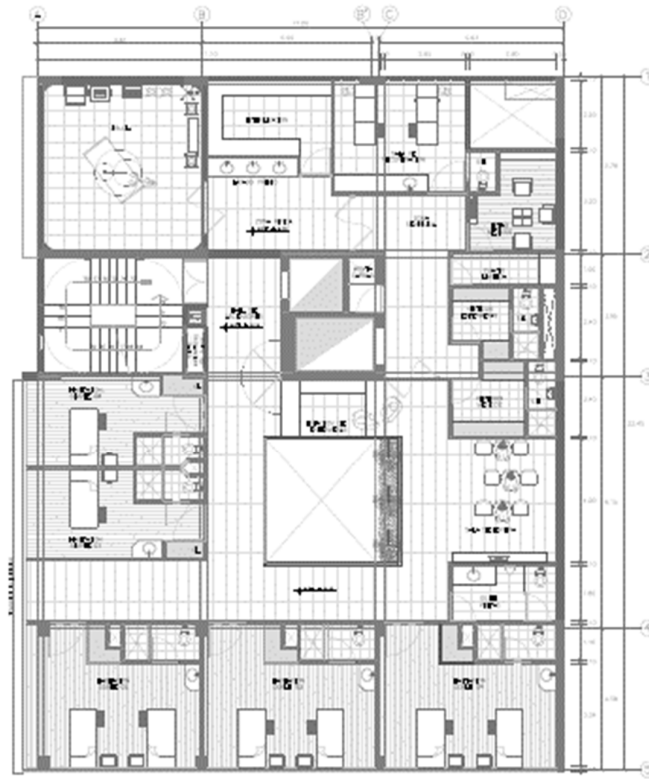


**PLANTA TERCER PISO**

Fuente: Elaboración propia.



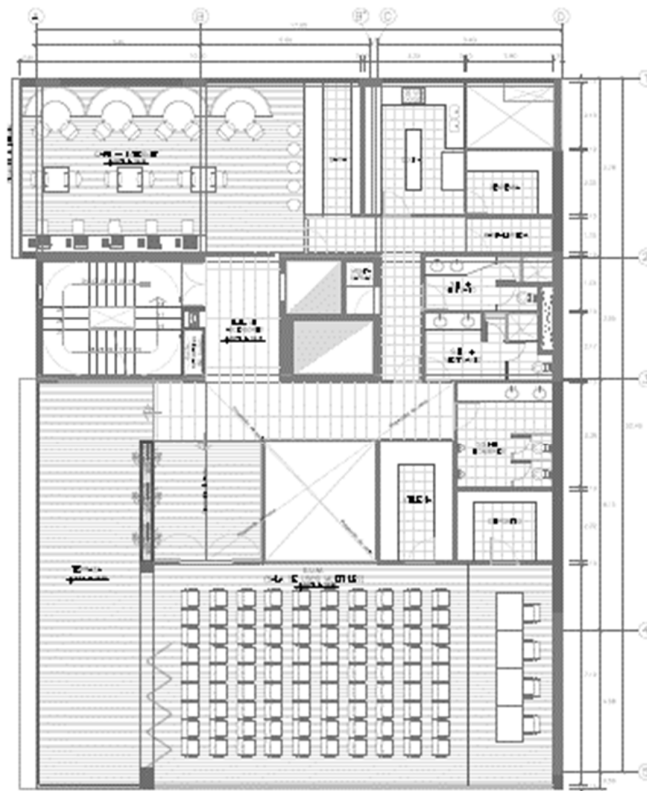
**Figura 13**  
*Planta de cuarto piso*



**PLANTA CUARTO PISO**

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14**  
Planta de quinto piso



**PLANTA QUINTO PISO**

Fuente: Elaboración propia.

### Vigas:

Para pre-dimensionar las vigas se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Peralte} = \frac{\text{Longitud}}{10}$$

Primeramente, calculamos el peralte de las vigas y se optó por elegir un peralte entre 50 a 70 cm ya que las luces son menores a 7.8 metros de modo que para el eje X-X se optó por una viga de 50cm de peralte y para el eje Y-Y se optó por una viga de 70cm de peralte. A continuación, se muestra cómo se calculó el peralte de todas las vigas.

Luz - Peraltes de las diferentes secciones del plano:

- ❖  $4m = 40cm$
- ❖  $5m = 50cm$
- ❖  $5.5m = 55cm$
- ❖  $4.7m = 47cm$
- ❖  $5.5m = 55cm$
- ❖  $5.5m = 55cm$
- ❖  $7.8m = 78cm$
- ❖  $5.5m = 55cm$
- ❖  $7.8m = 78cm$
- ❖  $7.8m = 78cm$

#### **Losa aligerada:**

Como se dijo en el capítulo de anterior, el pre-dimensionamiento para losas aligeradas se calcula a partir de su luz. Para esta situación se obtuvieron las magnitudes de las losas desde la estructuración y después se procedió a escoger un peralte según los parámetros establecidos. De modo que llegamos a la conclusión de que se necesitara losas aligeradas de 20 cm de espesor.

#### **Columnas:**

Para calcular las dimensiones de la columna primero debemos tener las cargas aplicadas a la columna

#### **Peso columna:**

- Peso concreto (ton/m<sup>3</sup>)                      2.40
- h (m)    3.00
- Área estimada (m<sup>2</sup>)                      0.25
- **Peso propio (ton)                      1.80**

**Peso Vigas:**

- Peso concreto (ton/m3) 2.40
- Longitud de vigas (m) 5.40
- Área de vigas (m2) 0.36
- **Peso de vigas (ton) 4.66**

**Peso Aligerado:**

- Peso estimado (ton/m2) 0.30
- Área del aligerado (m2) 36.1
- **Peso del aligerado (ton) 10.83**

CM total 17.29

- Carga Viva Sobrecarga (ton/m2) 0.30
- Área total (m2) 36.2

CV total 10.86

$$\text{Peso en servicio} = \text{CM} + \text{CV} = 28.15 \text{ ton}$$

$$\text{Área estimada} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45 \times f'_c} = \frac{28.15 \times 5 \times 10^3}{0.45 \times 280} \approx 1117.06 \text{ cm}^2$$

Finalmente, se eligió una columna de 50x50 cm (Área de 2500 cm<sup>2</sup>)

**Placas:**

Como se indicó en capítulo anterior, se pueden emplear placas de 20 a 25 cm. Sin embargo, se decidió trabajar con placas de 25 cm ya que es lo máximo que exige la norma y es lo que se piensa usar para optimizar secciones.

Además, se verificó que el espesor cumpla con la siguiente fórmula de predimensionamiento mencionada en la norma E.060 de concreto armado:

$$Espesor \geq \frac{Longitud\ del\ muro}{25}$$

Se utilizaron placas de 5.5 metros lo cual nos indica que el espesor de las placas debe de ser de 25 cm de acuerdo a la formula anterior.

### **Estructuración y parámetros sísmicos:**

Una vez definido las dimensiones preliminares de los elementos estructurales, ahora asignaremos las características de los materiales, los parámetros de diseño sísmico, características mecánicas del suelo, y las cargas estructurales presentes en la edificación.

### **Parámetros de diseño sismorresistente del proyecto**

- Concreto Armado  $\rightsquigarrow$  F'c: 280 kg/cm<sup>2</sup>  $\rightsquigarrow$  Peso Específico: 2,400 kg/m<sup>3</sup>
- Acero de Refuerzo  $\rightsquigarrow$  F'y: 4,200 kg/cm<sup>2</sup>  $\rightsquigarrow$  Peso Específico: 7,800 kg/m<sup>3</sup>
- Sistema Estructural "X"  $\rightsquigarrow$  Concreto Armado, Dual
- Sistema Estructural "Y"  $\rightsquigarrow$  Concreto Armado, Dual
- Categoría del Edificio  $\rightsquigarrow$  Edificaciones Esenciales "A" - U: 1.5
- Zona Sísmica del Proyecto  $\rightsquigarrow$  2 - Z: 0.25g

### **Parámetros de diseño estructural de la cimentación del proyecto**

- Parámetros del Suelo  $\rightsquigarrow$  Suelos Intermedios "S2" – T(p): 0.60seg – S: 1.15
- Capacidad Portante del Suelo  $\rightsquigarrow$  Qadm: 2.50 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Reacción del Suelo  $\rightsquigarrow$  Coeficiente de Balasto: 5.00 kg/cm<sup>3</sup>

### **Dimensiones de los elementos de concreto armado**

- Columnas regulares, Dimensiones: 0.50X0.50

- Vigas Peraltadas  $\rightsquigarrow$  Dimensiones: 0.25X0.70
- Vigas Peraltadas  $\rightsquigarrow$  Dimensiones: 0.35X0.60
- Placas  $\rightsquigarrow$  Espesores: 0.25m
- Losas Aligeradas en 1D  $\rightsquigarrow$  Altura: 0.20m

#### **Cargas vivas en losas**

- CV: habitaciones  $\rightsquigarrow$  200 kg/m<sup>2</sup> – Sala de operaciones  $\rightsquigarrow$  300 kg/m<sup>2</sup>
- CV: Techo  $\rightsquigarrow$  100 kg/m<sup>2</sup>

#### **Carga muerta en losas**

- CM: habitaciones  $\rightsquigarrow$  100 kg/m<sup>2</sup> - Pasadizos  $\rightsquigarrow$  100 kg/m<sup>2</sup>
- CM: Techo  $\rightsquigarrow$  100 kg/m<sup>2</sup>

#### **Carga muerta en vigas**

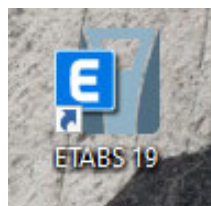
CM: Alfeizar V.A.  $\rightsquigarrow$  180 kg/m

### **4.1.2 Modelamiento de la estructura**

Una vez ya obtenido el predimensionamiento de las columnas, placas, vigas y la losa aligerada, ahora definiremos las especificaciones técnicas del proyecto para realizar el modelamiento, los materiales y el procedimiento que se usó para el modelamiento:

Primeramente, se descargó e instaló el software ETABS, se procede a abrir el icono del programa.

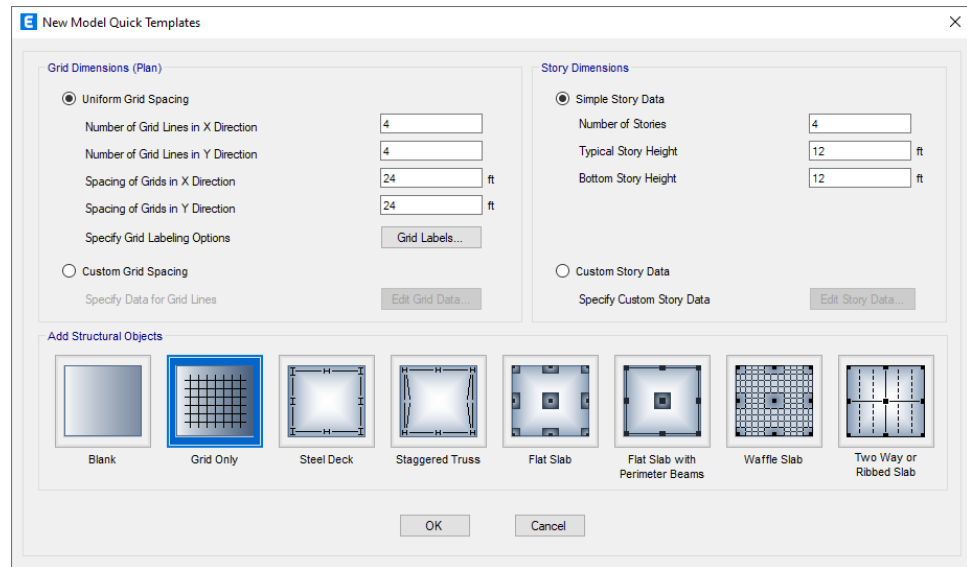
**Figura 15**  
*Icono de ETABS*



Fuente: Elaboración propia.

Transcurrido unos segundos se nos abrirá el programa donde nos mostrará una ventana para realizar una previa configuración de grillas del proyecto.

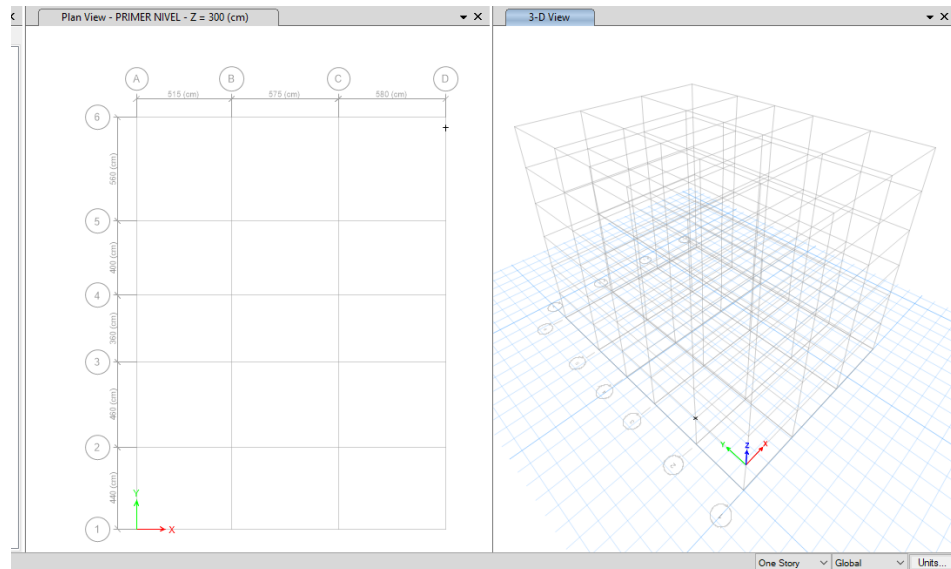
**Figura 16**  
*Grillas para el modelamiento*



Fuente: Elaboración propia.

Configuraremos las grillas según nuestro plano arquitectónico tanto en los ejes X-X, Y-Y y Z-Z

**Figura 17**  
Vista 3D de las grillas



Fuente: Elaboración propia.

Definiremos y configuraremos los materiales que se emplearan en el análisis de la estructura.

**Figura 18**  
Propiedades del concreto-ETABS

General Data	
Material Name	FC 280
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	0.0024 kgf/cm³
Mass per Unit Volume	0.000002 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	252671.33 kgf/cm²
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	105279.72 kgf/cm²

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19**  
Propiedades del acero-ETABS

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: FY 4200

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0078 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s²/cm⁴

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20**  
Barras de reforzamiento-ETABS

**Reinforcing Bar Sizes**

**Current Bar Set**

Bar ID	Bar Area (cm <sup>2</sup> )	Bar Diameter (cm)
3/8"	0.7	0.953
1/2"	1.3	1.27
5/8"	2	1.588
3/4"	2.8	1.905
1"	5.1	2.54
*		

**Click To:**

Clear All Bars

Sort Bars By ID

Add Common Bar Set...

OK

Cancel

Fuente: Elaboración propia.

Ahora definiremos los elementos estructurales tanto como las vigas, las columnas, la losa aligerada y las placas según el predimensionamiento.

**Figura 21**  
*Propiedades de columna de 50X50-ETABS*

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C50x50

Material: FC 280

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

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 50 cm

Width: 50 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK  
Cancel

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 22**  
*Propiedades de viga de 25X70-ETABS*

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V25x70

Material: FC 280

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

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 70 cm

Width: 25 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK  
Cancel

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23**  
Propiedades de viga de 30X60-ETABS

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V35X60

Material: FC 280

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

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 60 cm

Width: 35 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24**  
Propiedades de losa aligerada de 20cm-ETABS

Slab Property Data

**General Data**

Property Name: LA1D-Y

Slab Material: FC 280

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

Modeling Type: Shell-Thin

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

Display Color:   Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Type: Ribbed

Overall Depth: 20 cm

Slab Thickness: 5 cm

Stem Width at Top: 10 cm

Stem Width at Bottom: 10 cm

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm

Rib Direction is Parallel to: Local 2 Axis

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25**  
*Propiedades de placa de 25cm-ETABS*

The image shows a software dialog box titled "Wall Property Data". It is divided into two main sections: "General Data" and "Property Data".

**General Data:**

- Property Name: PL25
- Property Type: Specified
- Wall Material: F'C 280
- Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
- Modeling Type: Shell-Thin
- Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
- Display Color: (highlighted in cyan) Change...
- Property Notes: Modify/Show...

**Property Data:**

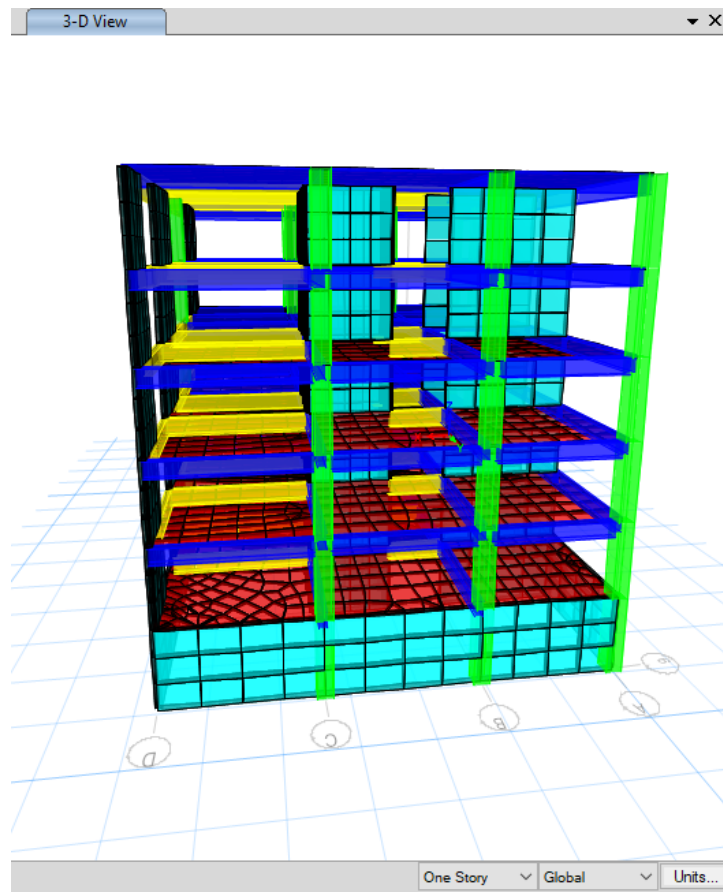
- Thickness: 25 cm
- Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

Buttons: OK, Cancel

Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya definido los elementos estructurales que participaran en nuestro proyecto procedemos a dibujar la estructura.

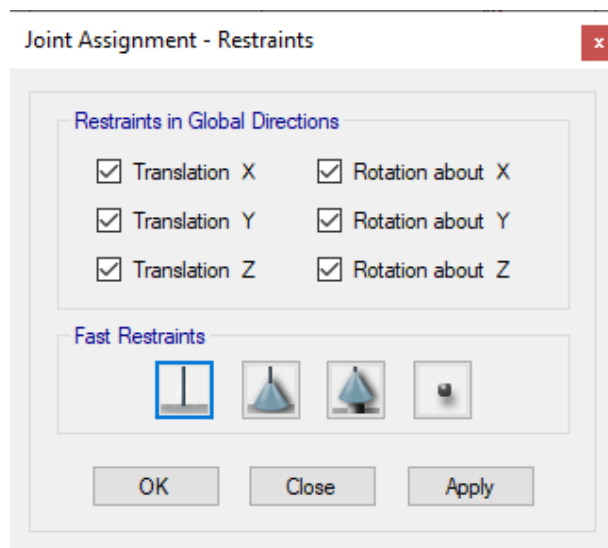
**Figura 26**  
Vista 3D del modelamiento



Fuente: Elaboración propia.

Se asignará los apoyos empotrados en el nivel del sótano y se colocará una restricción de traslación por encima del sótano a los elementos para de esta manera indicar al programa que se trata de un sótano.

**Figura 27**  
*Restricciones de la edificación*

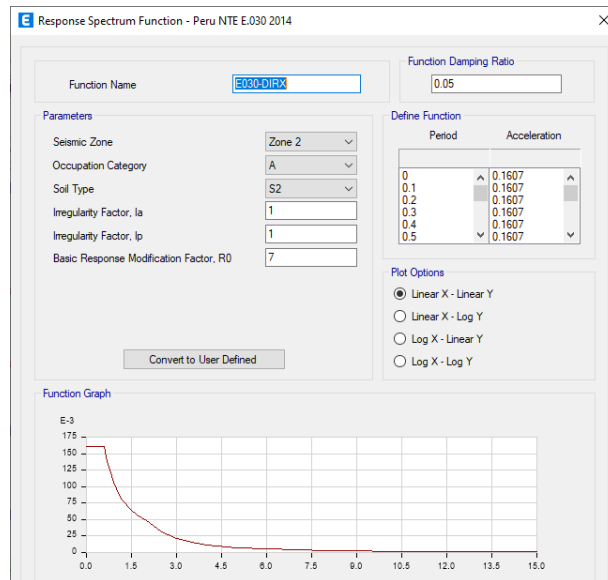


*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.1.3 Análisis sismorresistente del sistema convencional**

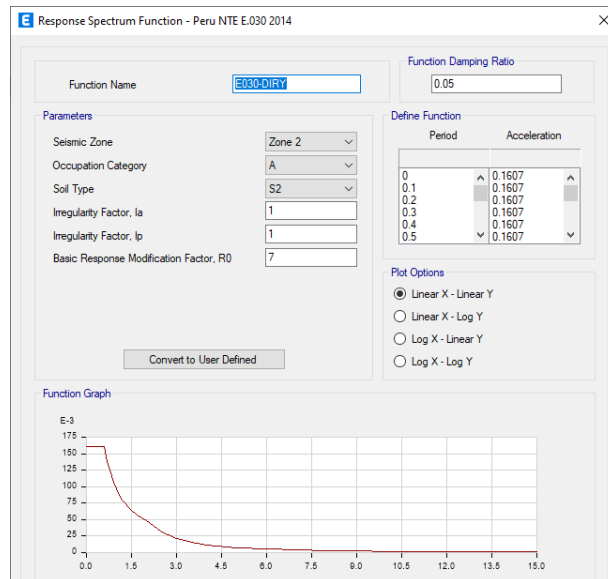
Para iniciar con el análisis primeramente definimos el espectro de respuesta en el software tanto en el eje X-X y Y-Y lo cual nos indica la norma E030 de diseño sismorresistente.

**Figura 28**  
Espectro de respuesta en X-X - ETABS



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29**  
Espectro de respuesta en Y-Y - ETABS

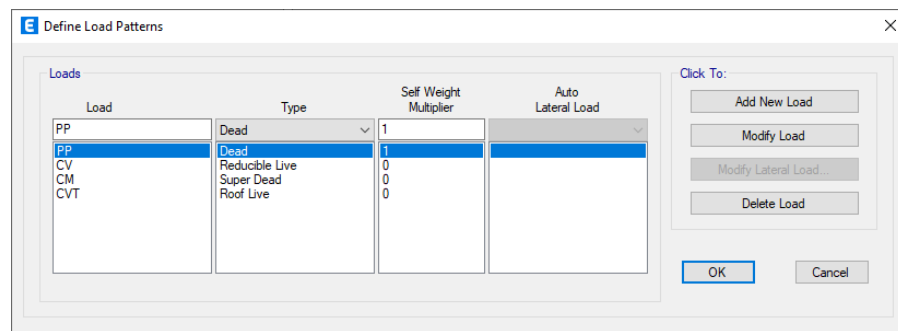


Fuente: Elaboración propia.

Partiremos suponiendo que el sistema estructural es un sistema dual, esto lo comprobaremos luego de realizar el análisis y verificar si verdaderamente se trata de un sistema dual.

Definiremos las cargas las cuales participaran en la estructura para posteriormente poder realizar las combinaciones correspondientes que nos indica la norma E030.

**Figura 30**  
*Cargas para la estructura*

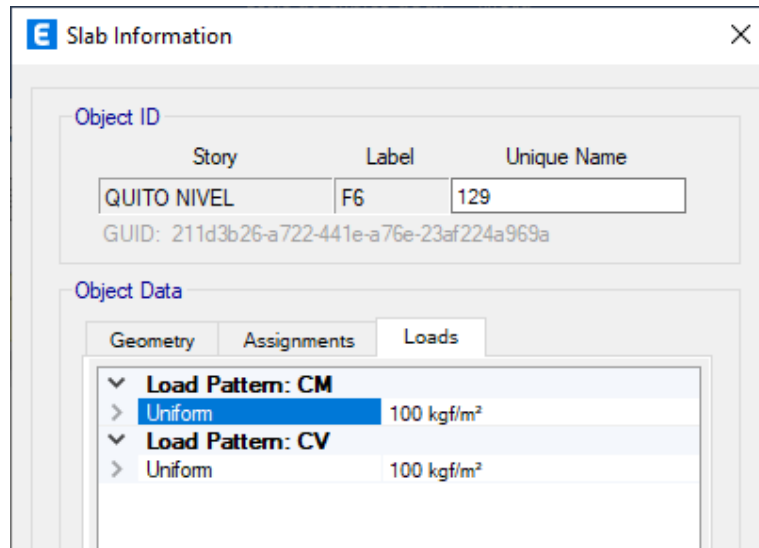


Fuente: Elaboración propia.

Asignamos las cargas correspondientes a cada área y elementos según nos indica el plano y en los parámetros de diseño.

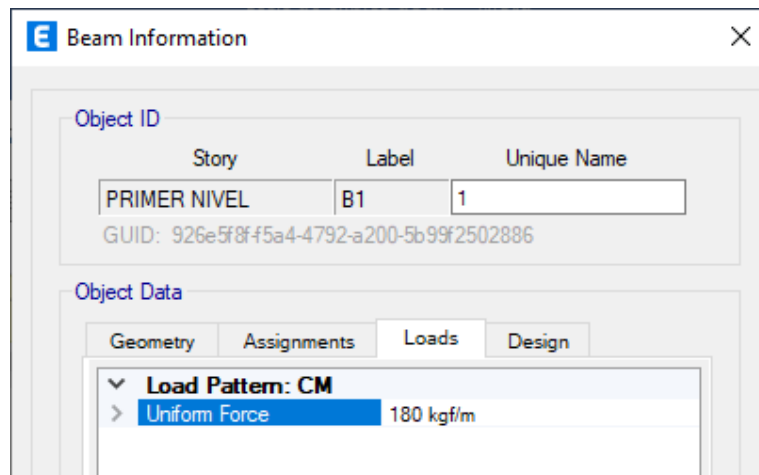


**Figura 31**  
Cargas aplicada a los entrepisos



Fuente: Elaboración propia.

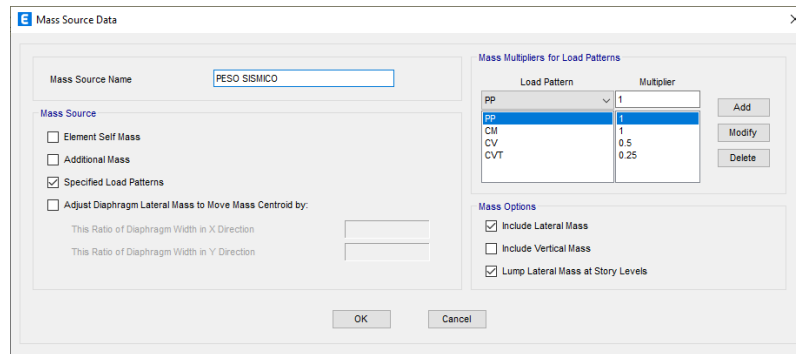
**Figura 32**  
Carga aplicada a las vigas



Fuente: Elaboración propia.

Crearemos una carga de peso sísmico según las cargas vivas y muertas asignadas en la estructura para ello emplearemos la opción MASS SOURCE donde se tomó en cuenta las reducciones de cargas.

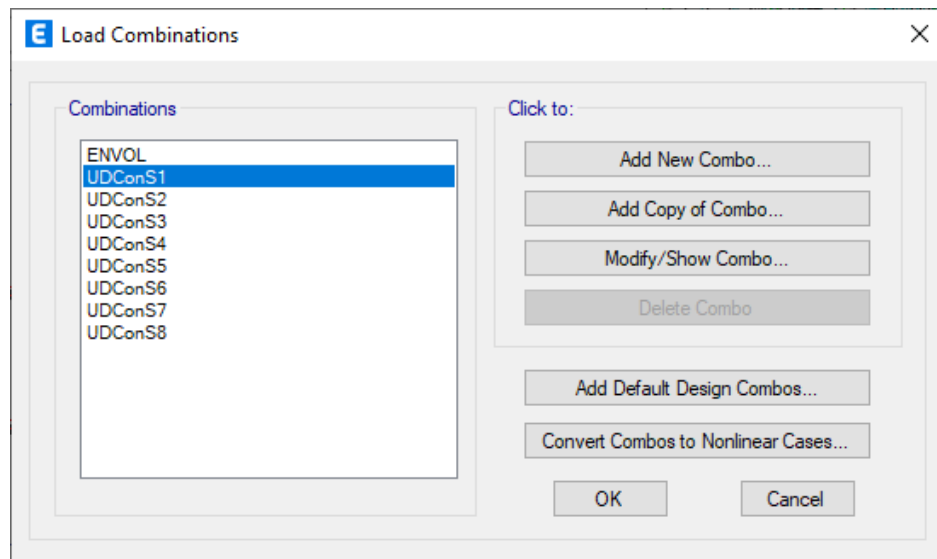
**Figura 33**  
Carga sísmica



Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis crearemos un conjunto de combinaciones de carga según la norma E020, añadido a eso crearemos una envolvente la cual usaremos principalmente para el análisis y diseño de la estructura.

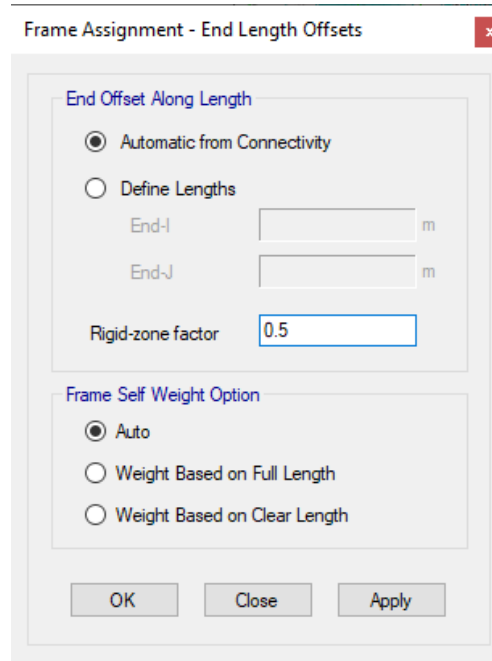
**Figura 34**  
Combinaciones de carga



Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos a toda la estructura unos brazos rígidos de 0.5.

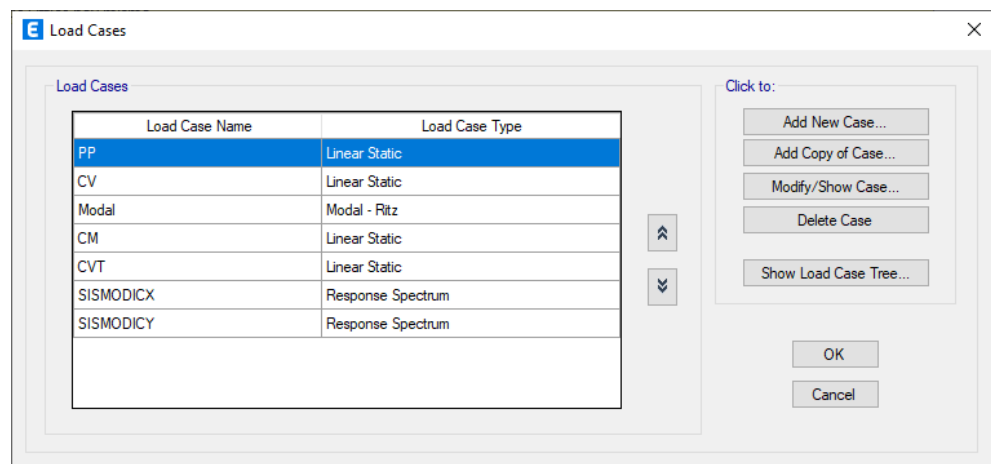
**Figura 35**  
Brazos rígidos-ETABS



Fuente: Elaboración propia.

Se asigno los patrones de cargas y las distintas fuerzas que actúan sobre la estructura tales como el sismo en dirección X-X y Y-Y.

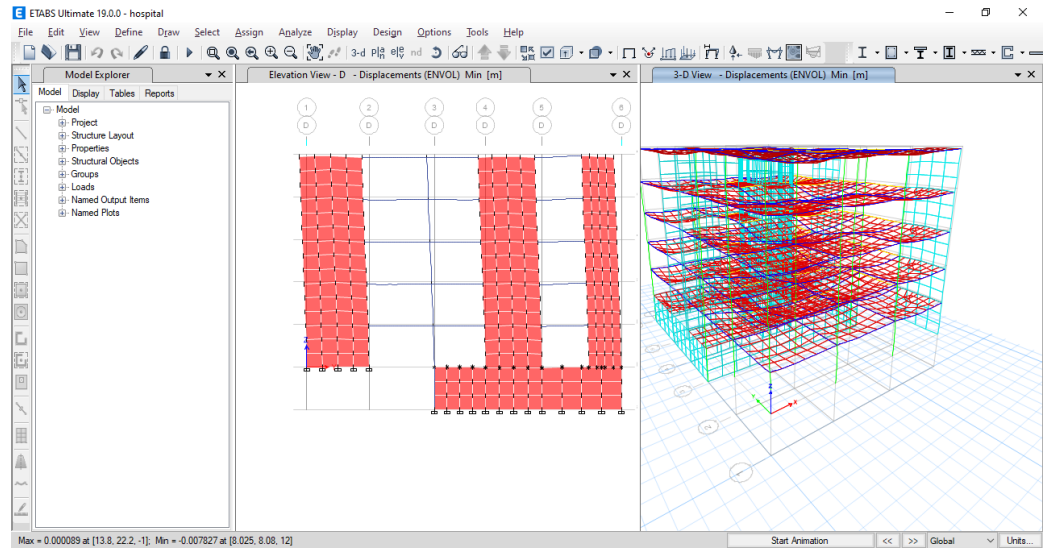
**Figura 36**  
Sismo en X-X y Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya definido todos los parámetros de diseño, procedemos a correr el programa para poder iniciar con el análisis dinámico de la estructura.

**Figura 37**  
*Resultados del análisis estructural*



Fuente: Elaboración propia.

Una vez corrido el modelo, podemos pedir al programa que nos brinde los datos de los periodos que actúa en cada nodo, siendo un total de 15 nodos ya que se considera 3 nodos por cada nivel y en nuestro caso el hospital posee 5 niveles.

**Tabla 8**  
*Periodos según cada nodo*

Case	Modo	Periodo sec
Modal	1	0.481
Modal	2	0.355
Modal	3	0.213
Modal	4	0.11
Modal	5	0.065

<b>Modal</b>	6	0.058
<b>Modal</b>	7	0.051
<b>Modal</b>	8	0.039
<b>Modal</b>	9	0.031
<b>Modal</b>	10	0.031
<b>Modal</b>	11	0.024
<b>Modal</b>	12	0.021
<b>Modal</b>	13	0.017
<b>Modal</b>	14	0.016
<b>Modal</b>	15	0.013

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla podemos rescatar que los 2 periodos más importantes son los que actúan en el nodo 1 y 2, notamos que son relativamente bajos a comparación de otros sistemas estructurales esto debido a las placas presentes que rigidizan la estructura.

**Tabla 9**  
*Periodo fundamental de vibración de la estructura*

<b>periodo fundamental</b>	<b>Tx</b>	<b>Ty</b>
	0.481	0.355

Fuente: Elaboración propia.

Verificaremos si nuestro sistema es dual o no lo es, esto se realizaría mediante el cálculo de las fuerzas sísmicas que actúan sobre las placas de modo que si estas se encuentran en un intervalo 20 a 70 por ciento se tratara de un sistema dual.

**Tabla 10**  
*Porcentaje de cortante que absorbe las placas*

	<b>dirección X</b>	<b>dirección Y</b>
<b>cortante de placas</b>	78.50 tn	84.34 tn
<b>cortante total</b>	142.021 tn	142.497 tn
<b>% Que absorbe las placas</b>	55%	59%

Fuente: Elaboración propia.

Efectivamente se obtuvo un sistema dual en ambos ejes por lo que nuestra hipótesis inicial queda comprobada:

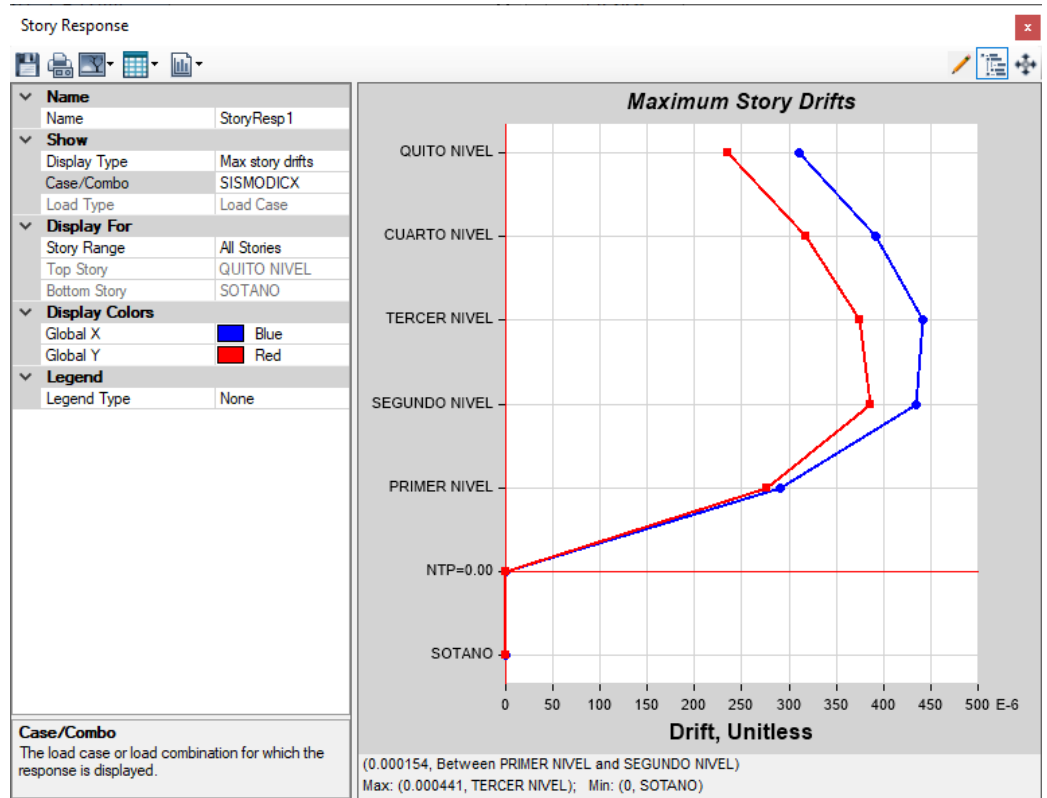
**Tabla 11**  
*Coefficiente de reducción sísmica*

<b>RX=7</b>	<b>sistema dual estructural</b>
<b>RY=7</b>	sistema dual estructural

Fuente: Elaboración propia.

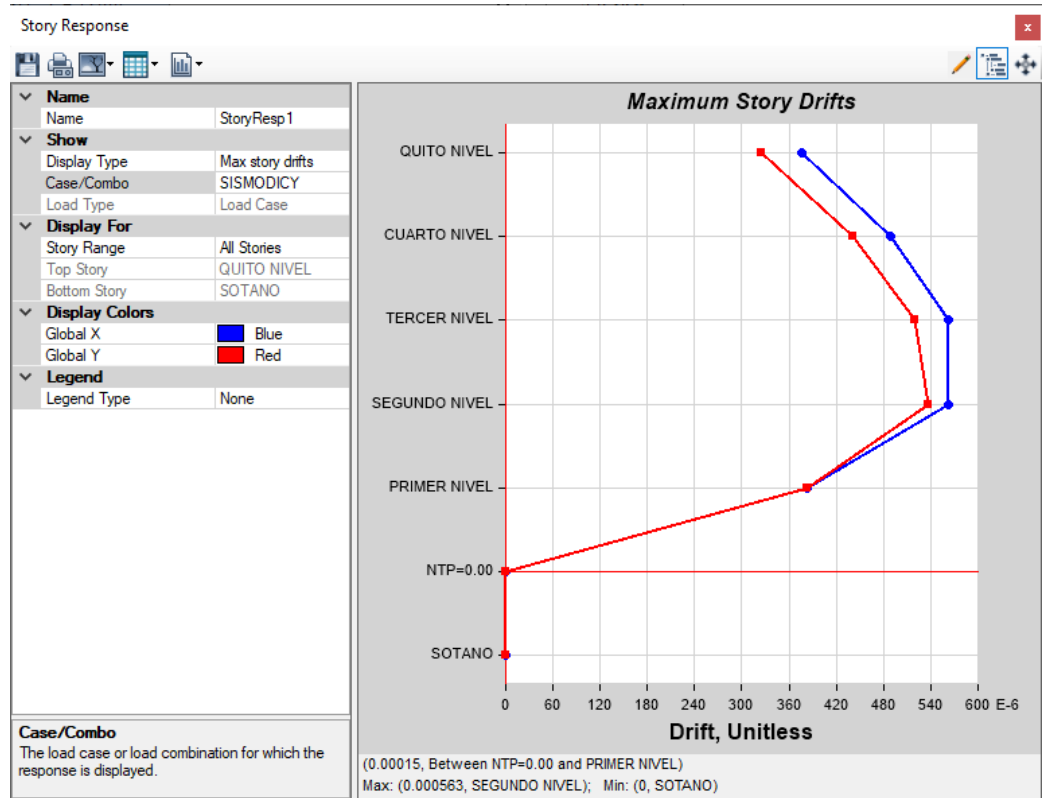
Finalmente comprobaremos las distorsiones presentes en la estructura, para ello se estimará un movimiento sísmico de gran magnitud; de modo que el desplazamiento de nuestra estructura no debe sobrepasar el valor de 0.007, de ser el caso se deberá redimensionar los elementos o añadir borde de placas para rigidizar la columna.

**Figura 38**  
Deriva máximo de entrepiso X-X



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 39**  
Deriva máximo de entrepiso Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

Según las anteriores imágenes podemos ver que el programa nos brinda las derivas respectivas de cada nivel, de modo que para poder hallar el desplazamiento de la estructura debemos multiplicar coeficiente de desplazamiento lateral, la máxima deriva por piso y el coeficiente de reducción sísmica.

**Tabla 12**  
Deriva máxima de piso

Deriva X-X	0.0031
Deriva Y-Y	0.0039

Fuente: Elaboración propia.



Vemos que las derivas en cada dirección cumplen así que el análisis dinámico es correcto y procedemos realizar el diseño de los elementos estructurales.

#### 4.1.4 Parámetros para el diseño de aisladores elastomérico

*Una vez estructurado la edificación, se extrae los datos de la estructura convencional modelada anteriormente en el programa ETABS.*

##### **Periodos:**

Dirección X-X: 0.481

Dirección Y-Y: 0.355

Dirección Z-Z: 0.213

##### **Masas:**

Masa b = masa del sistema de aislamiento

*Masa 1 = 22.336 tnf \* s<sup>2</sup>/m*

*Masa 2 = 22.914 tnf \* s<sup>2</sup>/m*

*Masa 3 = 22.914 tnf \* s<sup>2</sup>/m*

*Masa 4 = 22.914 tnf \* s<sup>2</sup>/m*

*Masa 5 = 22.914 tnf \* s<sup>2</sup>/m*

*Masa 6 = 23.628 tnf \* s<sup>2</sup>/m*

Calculando la masa sísmica de la estructura (M<sub>s</sub>)

$22.336 + 4 \times 22.914 + 23.628 = 137.62 \text{ ton} \cdot \text{s}^2/\text{m}$

Masa total (m):

$$\text{Masa b+ (M}_s\text{)} = 137.62 \text{ ton}\cdot\text{s}^2/\text{m} + 22.336 \text{ ton}\cdot\text{s}^2/\text{m} = 159.956 \text{ ton}\cdot\text{s}^2/\text{m}$$

Según la norma E031 de asilamiento sísmico el periodo efectivo de la estructura aislada debe ser mayor que 3 veces el periodo elástico del edificio, todo ello considerando base fija.

**Periodo objetivo:**

$$T_M = 0.481 * 3 = 1.44 = 2.1 \text{ segundos}$$

**Amortiguamiento objetivo:**

Se tendrá un amortiguamiento objetivo de = 14%

$$B_{\text{obj}} = 14\%$$

**Figura 40**  
Factor de amortiguamiento

Tabla N° 5 Factor de amortiguamiento $B_M$	
Amortiguamiento Efectivo, $\beta_M$ (En porcentaje del amortiguamiento crítico) a,b	Factor $B_M$
$\leq 2$	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
$\geq 40$	1,9

Fuente: Norma E0.31

Se considerará para un objeto de 14% un  $B_m = 1.36$

### Cálculo de rigidez del sistema de aislamiento (K<sub>Ais</sub>):

$$K_{Ais} = \frac{4\pi^2}{T_{Ais}^2} M$$

Dónde:

$K_{Ais}$  = Rigidez del sistema de aislamiento

$T_{Ais}$  = Periodo aislado

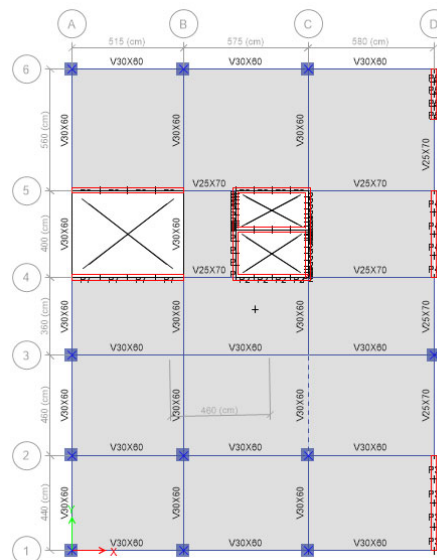
$M$  = masa total

Entonces  $K_{Ais} = 1431.93 \text{ tf/m}$

### Cálculo de rigidez promedio:

El  $K$  promedio es la rigidez de aislamiento dividido entre el número de dispositivos.

**Figura 41**  
Número de dispositivos



Fuente: Elaboración propia.

Número de aisladores: 11

$$K \text{ promedio} = KAis / 11$$

$$K \text{ promedio} = 130.18 \text{ tf/m}$$

Aceleración sísmica:

Se define según la norma E0.31.

El parámetro C es definido por las siguientes ecuaciones:

$$T < 0,2 T_P \quad \rightarrow \quad C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_P}\right)$$

$$0,2 T_P < T < T_P \quad \rightarrow \quad C = 2,5$$

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

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

Cálculo de C:

$$T_P = 0.40, T_L = 2.5 \text{ y } S = 1.00$$

$$C(t) = 0.476$$

Determinación de la aceleración sísmica ( $SaM$ ):

$$SaM = 1.5 * 0.476 * 0.25 * 1$$

$$SaM = 0.18 \text{ g}$$

Desplazamiento máximo lateral ( $DM$ ):

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4 \pi^2 B_M}$$

Dónde:

$SaM$  = Aceleración sísmica

$T_M$  = Periodo

$B_M$  = Factor para amortiguamiento

$$DM = 14.78 \text{ cm}$$

Desplazamiento total máximo (DTM):

Nota: El desplazamiento total ( $D_{TM}$ ) no será menor que  $1.15 D_M$

$$1.15 * 14.78 = 16.997 \text{ cm}$$

$$DTM = 17 \text{ cm.}$$

#### 4.1.5 Diseño del aislador LRB

Este tipo de aislador elastomérico, llamado caucho con núcleo de caña, tiene un núcleo de caña en el medio del aislador, lo que mejora la tasa de amortiguación hasta en un 30 %. Se utilizan especialmente para flexibilizar el sistema de aislamiento. Cuando el aislador se deforma lateralmente durante la actividad sísmica, la goma aislante vuelve a su posición original dentro de la estructura y el núcleo de plomo se recristaliza. El proceso de fabricación de los aisladores se lleva a cabo mediante un proceso denominado vulcanización, el cual se realiza a altas temperaturas para unir capas de caucho y láminas de acero, dando como resultado un dispositivo de alta flexibilidad lateral y rigidez.

##### **Datos obtenidos:**

$$DM = 14.78 \text{ cm}$$

$$DTM = 17 \text{ cm}$$

*Espesor de goma: 8mm*

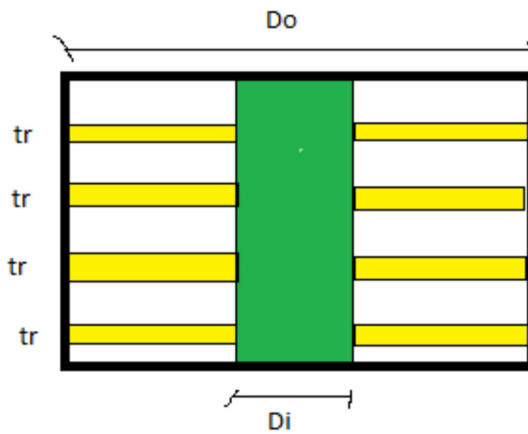
*Cantidad de láminas de goma: 15*

$$P_{serv} = 465.89$$

$$P_{max} = 535.10$$

**Espesor de la goma:**

**Figura 42**  
Láminas de goma



Fuente: Elaboración propia.

$$Tr = 8 \text{ mm}$$

$$N = 15$$

Entonces:

$$Tr = \text{Espesor total de la goma}$$

$$Tr = 8 \text{ mm} * 15 = 12 \text{ cm}$$

**Diámetro del aislador:**

$$Do > 1.5 * DTM$$

$$Do > 1.5 * 17$$

$$Do > 25.5 \text{ cm}$$

$$Do = 35 \text{ cm}$$

**Diámetro del núcleo de plomo (Di):**

$$D/6 < Di < D/3$$

$$Di = 10 \text{ cm}$$

**Área del aislador:**

$$\text{Área} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

$$A = \pi \cdot (35^2) / 4$$

$$A = 0.096 \text{ m}^2$$

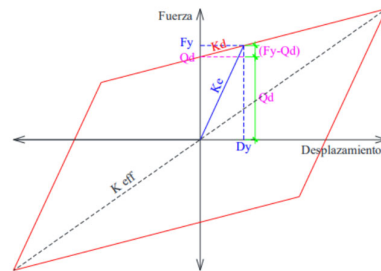
**Área de la goma (Agoma):**

$$A_{goma} = \pi (D_e^2) / 4$$

$$A_{goma} = 0.32 \text{ m}^2$$

**Propiedades histeréticas del aislador LRB:**

**Figura 43**  
Propiedades histeréticas



Fuente: *Elaboración propia.*

Dónde:

$K_d$  = Rigidez de postfluencia

$K_e$  = Rigidez inicial

$Q_d$  = Fuerza de Histéresis

$F_y$  = Fuerza de fluencia

$K_{eff}$  = Rigidez efectiva

**Rigidez de postfluencia:**

$$K_d = \frac{G A_{goma}}{T_r}$$

$$K_d = 140.73 \text{ tn/m}$$

**Rigidez inicial:**

$$K_e = 10 * K_d$$

$$K_e = 1407.29 \text{ tn/m}$$

**Fuerza de histéresis:**

$$Q_d = \sigma_y * A_p$$

$$Q_d = 8.2 \text{ tn}$$

**Fuerza de fluencia:**

$$F_y = \frac{Q_d * K_e}{K_e - K_d}$$

$$F_y = 9.12 \text{ tn}$$

**Desplazamiento de fluencia:**

$$D_y = \frac{F_y}{K_e}$$

$$D_y = 0.00648 \text{ m}$$

**Rigidez efectiva:**

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} = \frac{2 * F_{max}}{2 * D_M} = \frac{Q_d + (K_d * D_M)}{D_M}$$

$$K_{eff} = 141.29 \text{ tn/m}$$



**Energía disipada:**

$$EDC = 4 * Q_d * (D_M - D_Y)$$

$$EDC = 4.04 \text{ tn/m}$$

**Frecuencia angular:**

$$\omega = \frac{2\pi}{T_{\text{real}}}$$

$$\omega = 13.06 \text{ rad/seg}$$

**Amortiguamiento efectivo:**

$$\beta_{\text{eff}} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{EDC}{K_{\text{eff}} * D_M^2} \right)$$

$$\beta_{\text{eff}} = 20.83 \%$$

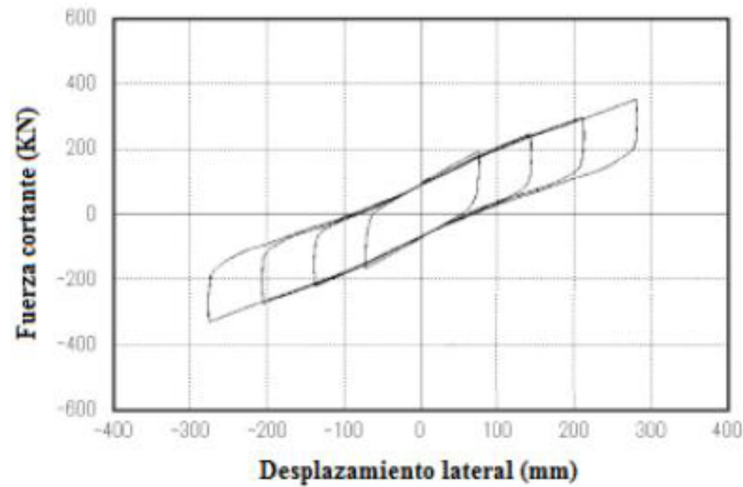
**Coefficiente de amortiguamiento horizontal:**

$$C = \frac{EDC * T}{2\pi^2 * D_M^2}$$

$$C_x = 196.75 \text{ ton.s/m}$$

$$C_y = 137.73 \text{ ton.s/m}$$

**Figura 44**  
Curva Histerética LRB



Fuente: FIP Industriales.

#### 4.1.6 Modelamiento y análisis con los aisladores LRB

Una vez que se definió los parámetros para el diseño de los aisladores sísmicos LRB y también haber realizado el diseño de estos, procedemos a modelar estos aisladores (incorporar los aisladores sísmicos en la base de la edificación) LRB.

**Figura 45**  
Piso del sistema de aislamiento

quinto	2.9	18.2	No	tercer	No	0	
cuarto	2.9	15.3	No	tercer	No	0	
tercer	2.9	12.4	Yes	None	No	0	
segundo piso	2.9	9.5	No	sotano	No	0	
primer piso	3.25	6.6	No	sotano	No	0	
		0	Yes	None	No	0	

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 46**  
 Altura de piso técnico

**Add Story - Keep Existing Story Heights**

**New Story Data**

Story Height: 1.5 m

Number of Added Stories: 1

**New Story Location**

Insert Above Story: Base

**Replicate New Story**

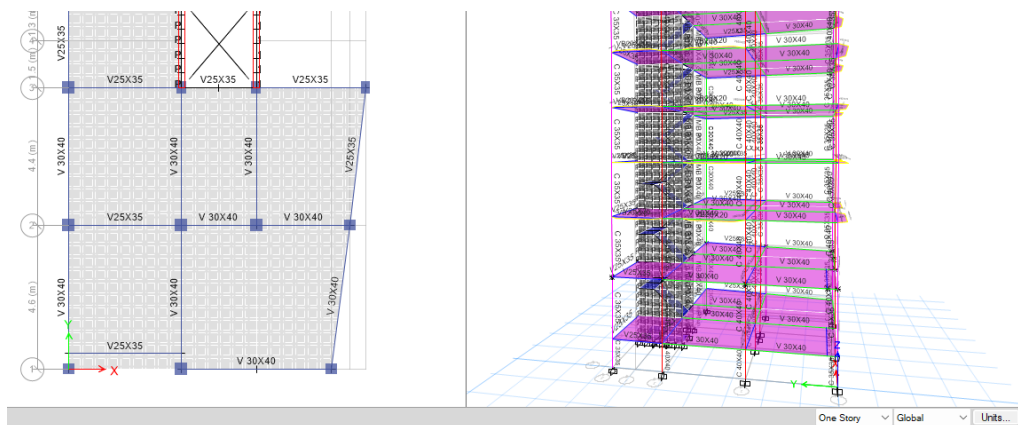
From Existing Story: sotano

None

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 47**  
 Vista en elevación del piso técnico



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 48**  
Aislador LRB

**Link Property Data**

**General**

Link Property Name: LRB      P-Delta Parameters: Modify/Show...

Link Type: Rubber Isolator      Acceptance Criteria: Modify/Show...

Link Property Notes: Modify/Show Notes...      None specified

**Total Mass and Weight**

Mass: 0.06 tonf-s<sup>2</sup>/m      Rotational Inertia 1: 0 tonf-m-s<sup>2</sup>

Weight: 0.6 tonf      Rotational Inertia 2: 0 tonf-m-s<sup>2</sup>

Rotational Inertia 3: 0 tonf-m-s<sup>2</sup>

**Factors for Line and Area Springs**

Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1 m

Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1 m<sup>2</sup>

**Directional Properties**

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...	<input checked="" type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...	<input checked="" type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Fix All      Clear All

**Stiffness Options**

Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases: \_\_\_\_\_

Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping: \_\_\_\_\_

Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor: 1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 49**  
Parámetros del aislador LRB

Link/Support Directional Properties

**Identification**

Property Name	LRB
Direction	U3
Type	Rubber Isolator
NonLinear	Yes

**Linear Properties**

Effective Stiffness	141.39	tonf/m
Effective Damping	121.68	tonf-s/m

**Shear Deformation Location**

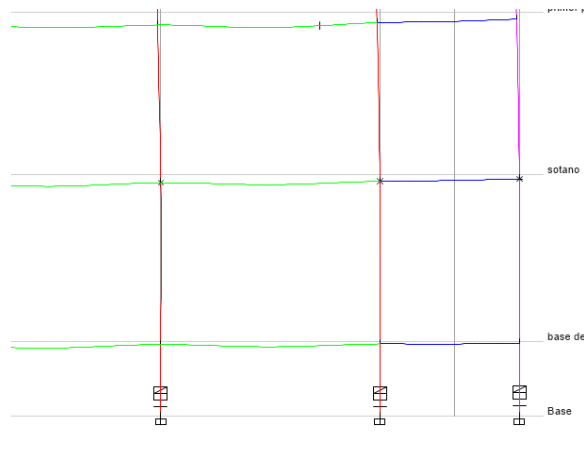
Distance from End-J	0.2	m
---------------------	-----	---

**Nonlinear Properties**

Stiffness	85.74	tonf/m
Yield Strength	9.12	tonf
Post Yield Stiffness Ratio	140.73	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 50**  
Colocación de los aisladores



Fuente: Elaboración propia.

Una vez modelada la estructura y definidos los parámetros de aislamiento LRB, se extraen los resultados del software ETABS, luego se extrae el periodo de vibración de las estructuras de base fija, base de aislamiento-LRB y frecuencias.

**Tabla 13**  
Periodo y frecuencia modal con base fija

Modo	Periodo	Frecuencia	Circfreq	Eigenvalue
	Sec	Cyc/sec	Rad/sec	Rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
1	0.481	2.079	13.06	170.64
2	0.355	2.817	17.70	313.26
3	0.213	4.695	29.50	870.16
4	0.11	9.091	57.12	3262.68
5	0.065	15.385	96.66	9344.00
6	0.058	17.241	108.33	11735.56
7	0.051	19.608	123.20	15178.17
8	0.039	25.641	161.11	25955.57
9	0.031	32.258	202.68	41080.56
10	0.031	32.258	202.68	41080.56
11	0.024	41.667	261.80	68538.92
12	0.021	47.619	299.20	89520.22
13	0.017	58.824	369.60	136603.52
14	0.016	62.500	392.70	154212.57
15	0.013	76.923	483.32	233600.10

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14**  
Periodo y frecuencia modal con base aislada -LRB

Modo	Periodo	Frecuencia	Circfreq	Eigenvalue
	Sec	Cyc/sec	Rad/sec	Rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
1	2.1	0.476	2.99	8.95
2	1.863	0.537	3.37	11.37
3	1.538	1.049	4.086	16.6977
4	0.347	4.092	18.112	328.0274
5	0.286	6.381	21.974	482.8776
6	0.003	715.750	2094.900	4388606.0100
7	0.002	1127.528	3142.350	9874363.5225

<b>8</b>	0.00027	3278.222	23276.667	541803211.1111
<b>9</b>	0.00007	13311.771	89781.429	8060704916.3265
<b>10</b>	0.00006	16113.533	104745.000	10971515025.0000
<b>11</b>	0.00002	45503.100	314235.000	98743635225.0000
<b>12</b>	0.00002	44172.000	314235.000	98743635225.0000
<b>13</b>	0.00002	44192.400	314235.000	98743635225.0000
<b>14</b>	0.00002	42509.600	314235.000	98743635225.0000
<b>15</b>	0.00002	46206.800	314235.000	98743635225.0000

Fuente: *Elaboración propia.*

**Tabla 15**  
Resumen de periodos y frecuencias modales

<b>Clase</b>	<b>Estructura convencional</b>	<b>Estructura con aisladores LRB</b>
<b>Modal 1</b>	0.481	2.1
<b>Modal 2</b>	0.355	1.863
<b>Modal 3</b>	0.213	1.538

Fuente: *Elaboración propia.*

La estructura con aisladores tiene un periodo mayor respecto a la estructura convencional, ya que el periodo de la estructura aislada siempre debe ser al menos tres veces mayor que el de la estructura convencional. Aumentar el período reduce la aceleración y el desplazamiento, así como la demanda sísmica, manteniendo los parámetros establecidos en la norma E030 y E031.

Una vez ya analizado lo que son los periodos de vibración natural, también analizaremos en el mismo software lo que son las derivas elásticas lo cual nos brinda el software, y luego lo transformaremos a deriva inelásticas para comprobar si estas cumplen con la norma E030.

**Tabla 16**  
Control de derivas con base fija

<b>Piso</b>	<b>Derivada elástica</b>		<b>Derivada inelástica</b>	
	X-dirección	Y-dirección	X-dirección	Y-dirección

<b>Piso 5</b>	0.00031	0.00032	0.00186	0.00194
<b>Piso 4</b>	0.00039	0.00044	0.00235	0.00265
<b>Piso 3</b>	0.00044	0.00052	0.00255	0.00311
<b>Piso 2</b>	0.00043	0.00054	<b>0.00260</b>	<b>0.00322</b>
<b>Piso 1</b>	0.00029	0.00038	0.00175	0.00230
<b>Sótano</b>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
<b>Base</b>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17**  
Control de derivas con base aislada - LRB

<b>Piso</b>	<b>Derivada elástica</b>		<b>Derivada inelástica</b>	
	X-dirección	Y-dirección	X-dirección	Y-dirección
<b>Piso 5</b>	0.00004	0.00004	0.00023	0.00024
<b>Piso 4</b>	0.00005	0.00006	0.00029	0.00033
<b>Piso 3</b>	0.00006	0.00006	0.00033	0.00039
<b>Piso 2</b>	0.00005	0.00007	<b>0.00033</b>	<b>0.00040</b>
<b>Piso 1</b>	0.00004	0.00005	0.00022	0.00029
<b>Sótano</b>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
<b>Base</b>	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18**  
Resumen de control de derivas de la estructura

<b>Máxima deriva</b>	<b>Estructura convencional</b>	<b>Estructura con aisladores LRB</b>
<b>Eje x</b>	0.0026	0.00033
<b>Eje y</b>	0.0032	0.00040

Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya analizado lo que son las derivas, también analizaremos en el mismo software lo que son los desplazamientos tanto en el sentido X-X y Y-Y.

**Tabla 19**  
Desplazamiento base fija

<b>Piso</b>	<b>X-dir (m)</b>	<b>Y-dir (m)</b>
<b>Piso 5</b>	0.008122	0.003728
<b>Piso 4</b>	0.007422	0.002953
<b>Piso 3</b>	0.006153	0.002122
<b>Piso 2</b>	0.004409	0.001314



<b>Piso 1</b>	0.002324	0.000595
<b>Sótano</b>	5.40e-05	5.40e-05
<b>Base</b>	0	0

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 20**  
*Desplazamiento base aislada - LRB*

<b>Piso</b>	<b>X-dir (m)</b>	<b>Y-dir (m)</b>
<b>Piso 5</b>	0.00040	0.00056
<b>Piso 4</b>	0.00040	0.00056
<b>Piso 3</b>	0.00040	0.00055
<b>Piso 2</b>	0.00040	0.00054
<b>Piso 1</b>	0.00039	0.00054
<b>Sótano</b>	0.00039	0.00054
<b>Base</b>	0	0

*Fuente: Elaboración propia.*

En construcciones convencionales, el movimiento mayor en la parte preeminente del inmueble es más grande que con aisladores sísmicos flexibles, y el movimiento se genera en la base de la composición. O sea, el más grande porcentaje de movimiento se crea en el aislador y la superestructura es de un solo bloque, lo cual disminuye el peligro de males en los recursos portantes y no portantes.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

La presente tesis tiene como hipótesis general “El análisis estructural empleando aisladores sísmicos en la base de una edificación de concreto armado mejora el diseño sismorresistente de una clínica, Amarilis – Huánuco – 2024”

La cual demostró durante todo el proceso de la tesis, se analizó 2 modelos 1 sistema convencional y 2 sistemas con aisladores elastoméricos y posteriormente se comparó los 2 resultados, dando como resultado que los aisladores mejoran el comportamiento en cuanto a desplazamiento lateral de la estructural esto evita la falla estructural ante un evento sísmico o disipa la energía de esta última.

**Tabla 21**  
*Resumen de periodos y frecuencias modales*

Clase	Estructura convencional	Estructura con aisladores LRB
<b>Modal 1</b>	0.481	2.1
<b>Modal 2</b>	0.355	1.863
<b>Modal 3</b>	0.213	1.538

*Fuente: Elaboración propia.*

La estructura con aisladores tiene un periodo mayor respecto a la estructura convencional, ya que el periodo de la estructura aislada siempre debe ser al menos tres veces mayor que el de la estructura convencional. Aumentar el período reduce la aceleración y el desplazamiento, así como la demanda sísmica, manteniendo los parámetros establecidos en la norma E030 y E031.

Una vez ya analizado lo que son los periodos de vibración natural, también analizaremos en el mismo software lo que son las derivas elásticas lo cual nos brinda el software, y luego lo transformaremos a deriva inelásticas para comprobar si estas cumplen con la norma E030.

**Tabla 22**  
Control de derivas con base fija

Piso	Derivada elástica		Derivada inelástica	
	X-dirección	Y-dirección	X-dirección	Y-dirección
Piso 5	0.00031	0.00032	0.00186	0.00194
Piso 4	0.00039	0.00044	0.00235	0.00265
Piso 3	0.00044	0.00052	0.00255	0.00311
Piso 2	0.00043	0.00054	0.00260	0.00322
Piso 1	0.00029	0.00038	0.00175	0.00230
Sótano	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Base	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23**  
Control de derivas con base aislada - LRB

Piso	Derivada elástica		Derivada inelástica	
	X-dirección	Y-dirección	X-dirección	Y-dirección
Piso 5	0.00004	0.00004	0.00023	0.00024
Piso 4	0.00005	0.00006	0.00029	0.00033
Piso 3	0.00006	0.00006	0.00033	0.00039
Piso 2	0.00005	0.00007	0.00033	0.00040
Piso 1	0.00004	0.00005	0.00022	0.00029
Sótano	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Base	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24**  
Resumen de control de derivas de la estructura

Máxima deriva	Estructura convencional	Estructura con aisladores LRB
Eje x	0.0026	0.00033
Eje y	0.0032	0.00040

Fuente: Elaboración propia.

Una vez ya analizado lo que son las derivas, también analizaremos en el mismo software lo que son los desplazamientos tanto en el sentido X-X y Y-Y.

**Tabla 25**  
*Desplazamiento base fija*

<b>Piso</b>	<b>X-dir (m)</b>	<b>Y-dir (m)</b>
<b>Piso 5</b>	0.008122	0.003728
<b>Piso 4</b>	0.007422	0.002953
<b>Piso 3</b>	0.006153	0.002122
<b>Piso 2</b>	0.004409	0.001314
<b>Piso 1</b>	0.002324	0.000595
<b>Sótano</b>	5.40e-05	5.40e-05
<b>Base</b>	0	0

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 26**  
*Desplazamiento base aislada - LRB*

<b>Piso</b>	<b>X-dir (m)</b>	<b>Y-dir (m)</b>
<b>Piso 5</b>	0.00040	0.00056
<b>Piso 4</b>	0.00040	0.00056
<b>Piso 3</b>	0.00040	0.00055
<b>Piso 2</b>	0.00040	0.00054
<b>Piso 1</b>	0.00039	0.00054
<b>Sótano</b>	0.00039	0.00054
<b>Base</b>	0	0

*Fuente: Elaboración propia.*

En construcciones convencionales, el movimiento mayor en la parte preeminente del inmueble es más grande que con aisladores sísmicos flexibles, y el movimiento se genera en la base de la composición. O sea, el más grande porcentaje de movimiento se crea en el aislador y la superestructura es de un solo bloque, lo cual disminuye el peligro de males en los recursos portantes y no portantes.

Con base en los resultados obtenidos, se obtuvo el período de la estructura convencional y la estructura aisladores LRB en la base, y el período con el aislamiento sísmico se diseñó con la norma E0.31 "aislamiento sísmico". Al menos tres veces el período de referencia fijo, generalmente se consideran los tres primeros modos de la estructura. Esto se debe a que es allí donde se encuentran el mayor porcentaje de propiedades estructurales.

Según Pérez (2019), Al incorporar aislamiento elastomérico con núcleo de plomo en edificios críticos, los sistemas sísmicos absorben la energía sísmica, lo que da como resultado un buen desempeño estructural, lo que resulta en una reducción del 67 % en el daño estructural de la superestructura y se concluyó que el daño al contenido disminuyó. Una reducción del 73%, todo lo cual es fundamental para eliminar las irregularidades provocadas por los parámetros actualizados, en relación a las edificaciones tradicionales, por lo que las edificaciones construidas según la antigua normativa deberán estar dotadas de estos sistemas antisísmicos. Bajo la normativa sísmica vigente, finalmente, la aplicación de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo reduce en un 70% el daño sísmico respecto a esta edificación convencional estudiada. Esto da seguridad para que continúen las actividades del mencionado edificio y se pueda poblar este centro de salud.

Con los resultados hallados empelando el software ETABS y realizado la comparación entre ambos sistemas tanto el sistema convencional como el sistema LRB para la clínica de 5 niveles en la ciudad de Huánuco, se llegó a los resultados que emplear los aisladores en la base con núcleo de plomo ayuda

a reducir las derivas elásticas e inelásticas de la edificación así también como el desplazamiento lateral de esta.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que la propuesta de aisladores sísmicos en la base de una edificación mejora el análisis y diseño estructural de una clínica de 5 pisos.
- Se concluye que realizar el diseño de los aisladores de base de una edificación mejora el análisis y diseño estructural de una clínica ya que este se diseñó en base a la norma E 031.
- Se concluye que el sistema con aisladores en la base de la edificación LRB posee menor deriva de entrepiso que el sistema convencional sin un sistema de aislamiento ya que en las direcciones X y Y esta diferencia está entre los intervalos de 80% y 90 %.
- Se concluye que el sistema con aisladores en la base de la edificación LRB posee menor desplazamiento de entrepiso que el sistema convencional sin un sistema de aislamiento ya que en las direcciones X y Y esta diferencia está entre los intervalos de 70% y 85 %.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar el aislador de modo que el centro de masa y el centro de rigidez coincidan lo más cerca posible para evitar las irregularidades torsionales que pueda experimentar la estructura.
- Para adecuar los materiales aislantes correspondientes para su óptimo funcionamiento en estructuras de categoría obligatoria, se recomienda analizarlos previamente bajo los parámetros de la norma nacional E-030 para estructuras sísmicas. Por hacer. Un sistema basado en los requisitos impuestos por la Norma Americana ASCE 7-10 para asegurar que la estructura en evaluación sea capaz de mitigar el daño sísmico que pueda requerir.
- Para lograr resultados acordes a las realidades de nuestro territorio, se propone expedir normas sobre edificaciones sismorresistentes.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Aguilar Falconi, R. (2007). *Análisis matricial de estructuras*. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Analuca Avila, R. P. (2021). *Vulnerabilidad Sísmica De Las Edificaciones De Concreto Armado Del Barrio “El Triunfo” Norte De Quito, Parroquia De Cochapamba, Cantón Quito – Ecuador*. Quito- Ecuador: Universidad Intenacional SEK.
- Aranda Garay, L. V. (2019). *Evaluación De Las Patologías En Los Muros De Albañilería Armada Y Su Influencia En La Vulnerabilidad De Los Módulos Construidos Por El Programa Nacional De Vivienda Rural En El Distrito Santa Rosa De Alto Yanajanca – Marañón – Huánuco, 2019*. Huánuco – Perú: Universidad De Huánuco.
- Arteaga Espinoza, I. D. (2018). *Análisis Comparativo De Costos En Una Vivienda Familiar Usando El Sistema Constructivo Emmedue Y El Sistema De Albañilería En La Ciudad De Huanuco, 2018*. Huánuco – Perú: Universidad De Huánuco.
- Asto Garcia, O. K. (2020). *Comportamiento Estructural De Losas Macizas De Concreto Reforzadas Con Varillas De Basalto*. Lima – Perú: Universidad San Ignacio De Loyola.
- Atiencia Ramírez, J. A. (2017). *Diseño de una edificación sismoresistente con aisladores sísmicos de base con núcleo de plomo y con aislador elastomérico de alto rendimiento en el cantón durán de uso residencial*. Guayaquil-Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral.

- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Blanco Blasco, A. (1996). *estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima-Perú.
- Boroschek, R. (2009). *Dinamica avanzada de estructural*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Caceres Sánchez, D. S. (2020). *MAXIBODEGAS-PAITA" ubicado Jr. Paita N° 227, distrito; provincia de Paita departamento Piura*. LIMA – PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Fonte: <https://concepto.de/>
- Cuayla Vizcarra, K. V. (2021). *Diseño De Una Losa De Concreto Armado Para Mejorar La Funcionalidad De Una Edificación De Grandes Luces Con El Sistema Waffle*. Tacna – Perú: Universidad Privada De Tacna.
- Cuevas Rosero, E. A. (2021). *Evaluación Numérica Del Comportamiento Sísmico De Edificaciones De Muros Delgados De Concreto Reforzado Representativas Del Diseño Y Construcción En Colombia* . Colombia: Universidad Del Valle.
- Cueva Quispe, W. J. (2019). *Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, 2019*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo; .
- Dávila Del Aguila, L. D. (2020). *Edificio con MDL utilizando aisladores elastoméricos para la mejora del desempeño sísmico del proyecto multifamiliar ciudad sol de retablo del distrito de Comas, 2020*. Lima – Perú: Universidad Privada del Norte.
- DePerú. (2020). *DePerú*. Fonte: <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>

- Falcon Pardave, S. (2018). *Coefficientes de corrección de la resistencia en comprensión de prismas de albañilería por efectos de Esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco*. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Flores Mena, E. A. (2021). *Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi*. Quito- Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Franco Jumbo, M. J. (2017). *Vivienda Multifamiliar y Oficinas*. Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Ganancias Martinez, F. (2020). *Estudio comparativo, a nivel de pre factibilidad, de edificio multifamiliar en altura, proyectado con estructura metálica y con sistemas constructivos industrializados*. Córdoba, Argentina: Universidad Católica de Cordova.
- Guaygua Quillupangui, B. A. (2018). *Análisis experimental y analítico de aisladores elastoméricos*. Quito – Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- Guerrero Proaño, K. P. (2020). *Diseño de vivienda multifamiliar sostenible en Cumbayá, Quito, 2020*. Quito-Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamerica.
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.)*. México D.F: McGraw-Hill.
- Herrera Mena, M. (2018). *Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso*. Piura- Perú: Universidad de Piura.

- Herrera, C. (2019). *Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta*. Meta-Colombia: Universidad Santo Tomás Villavicencio.
- Huallpa Vargas, E. J. (2021). *Diseño de albañilería confinada para una vivienda multifamiliar de cuatro niveles en Lima- Lince, 2021*. LIMA - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Fonte: Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>
- Leyton Bradley, M. (2018). *Implementación de aisladores sísmicos en un edificio de viviendas en Lima, Perú*. Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mantilla Cjuro, J. (2019). *Análisis y diseño estructural con aislamiento sísmico en la base del hospital en el distrito de Yarabamba*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Merino Piguave, P. G. (2019). *Análisis comparativo entre una edificación sismorresistente y una edificación sismorresistente utilizando aisladores sísmicos con núcleo de plomo*. Manabí – Ecuador: Universidad Estatal Del Sur De Manabí.
- Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.
- Nina Hañari, R. A. (2019). *Diseño Estructural En Concreto Armado De Un Edificio De Ocho Niveles Y Un Semisótano*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Perez Barreto, A. A. (2019). *Aisladores elastómericos con núcleo de plomo en la reducción de daños sísmicos en edificaciones esenciales, Surco-Lima*. Lima – Perú: Universidad Peruana los Andes.

Portillo Rivas, D. E. (2020). *Desempeño sísmico de aisladores con núcleo de plomo en puentes con pila flexibles de hormigón armado*. Madrid-España: Universidad Politécnica de Madrid.

Quispe, H. I. (2018). *Análisis y Diseño estructural de un centro comercial en base a pórticos arriostrados de acero en la ciudad de Juliaca*. LIMA – PERÚ: Universidad Peruana Unión.

RNE. (2018). *NORMA E.050*. Lima-Perú.

RNE. (2019). *NORMA E.020*. Fonte: NORMA E.020:  
<https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.030*. Fonte: NORMA E.030:  
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.060*. Fonte: NORMA E.060:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)

RNE. (2019). *NORMA E070*. Fonte: NORMA E070:  
<https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>

RUÍZ SALINAS, R. A. (2019). *Análisis y diseño estructural para la ejecución de edificios en el proyecto “clínica privada” del distrito de los Olivos, Lima*. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Salinas, R. (2001). *curso de segunda especializacion de ingenieria sismorresistente*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

- Salvatierra Chapoñan, W. (2020). *Análisis comparativo del comportamiento sismorresistente entre una estructura convencional versus otra con aisladores elastoméricos*, Lima 2020. Universidad Cesar Vallejo: Lima – Perú.
- San Bartolome Ramos, A. F. (1998). *Análisis de edificios*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Tipacti Gomez, L. J. (2020). *Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 8 niveles de concreto armado, urbanización San Luis, distrito y provincia Ica*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- Torres Reino, A. I. (2018). *Análisis comparativo del comportamiento sísmico dinámico de estructuras esenciales con aisladores de base del tipo elastomérico con núcleo de plomo LRB y disipadores tipo contraventeos restringidos al pandeo BRB, y su incidencia en la relación costo/benef*. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.
- Velayarce Llano, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín*. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Veletanga Mena, L. D. (2018). *Diseño de aisladores sísmicos LRB y análisis por desempeño de edificios*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca.

## NOTA BIOGRÁFICA



Bachiller en Ingeniería Civil, Sebastián Salinas Bidden, nació un 11 de noviembre del 1994 en la Provincia de Lauricocha departamento de Huánuco, en reconocimiento a la valentía, espíritu rebelde y vocación libertaria de su pueblo. Hijo de don Guillermo Sebastián Calero y doña Fidencia Edmunda Salinas Pasquel.

Curso sus estudios primarios en la I.E 32264 de Jesús – Lauricocha y estudios secundarios en la I.E.P. Honores de Huánuco, asimismo, los estudios de la educación Superior en La Universidad Nacional Hermilio Valdizán, en la facultad e Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Inicio desempeñando funciones como asistente de ingeniería civil en consultoría en la elaboración de expedientes técnicos, posteriormente al egreso realizó sus prácticas como asistente de residente en la ejecución de COSORCIO ORIENTE, asistiendo en elaboración de las valorizaciones mensuales y las respectivas adicionales y deductivos de ser el caso, culminando con la obtención del Grado de Bachiller en Ingeniería Civil el mes de octubre del año 2022. Actualmente es aspirante a obtener el Grado de Título Profesional de Ingeniero civil.

## NOTA BIOGRÁFICA



Bachiller en Ingeniería Civil Aarón Jorge Luis Tejada Huaranga, nació un 01 de julio del 1998, en la “Ciudad de los Caballeros de León” de Huánuco. Hijo don Alex Joffre Tejada Cabrera y doña María Nancy Huaranga Navarro.

Curso sus estudios primarios en la I.E.P. San Vicente de la Barquera – y estudios secundarios en la I.E.P. San Vicente de la Barquera, así mismo, los estudios de educación superior los cursó en la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, en la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Inició su desempeño en funciones como asistente de ingeniería civil en la realización de trámites documentarios y diseños en AutoCAD en la empresa TJ PROYECTA Y CONSTRUYE SAC, posteriormente desempeño sus funciones como asistente técnico por parte de la residencia de obra en el CONSORCIO JESUS AMIGO ejecutando la obra “REHABILITACION DEL PABELLON IV, FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN, DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO – ETAPA IV”, egresando de la escuela Profesional de Ingeniería Civil en diciembre del 2021, así mismo realizó sus prácticas profesionales como asistente de residente en la obra: “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN, DISTRITO DE PILLCO MARCA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO” – I ETAPA” culminando con la obtención del Grado de Bachiller en Ingeniería Civil el mes de Diciembre del año 2022. Actualmente es aspirante a obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.





### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, siendo las 19:00 horas del día 11 de abril del 2024, nos reunimos en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Evaluador:

**Dr. VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS**  
**Dr. JOSÉ LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA**  
**Mg. RISSEL MACHUCA GUARDIA**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**VOCAL**

Acreditados mediante Resolución Decanal N° 144-2024-UNHEVAL-FICA de fecha 25 de marzo del 2024, de la tesis titulada "ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEANDO AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA CLÍNICA, AMARILIS – HUÁNUCO - 2024", presentado por el titulado **BIDDEN SEBASTIAN SALINAS** y el titulado **AARON JORGE LUIS TEJADA HUARANGA**, con el asesoramiento de la docente **Mg. Ing. Bladimir Jhon Abal Garcia**, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación de los titulandos teniendo presente los siguientes criterios:

1. Presentación
2. Exposición y dominio del tema
3. Absolución de preguntas

Nombres y Apellidos de los Titulandos	Jurado Evaluador			Promedio Final
	Presidente	Secretario	Vocal	
<b>BIDDEN SEBASTIAN SALINAS</b>	14	14	14	14
<b>AARON JORGE LUIS TEJADA HUARANGA</b>	14	14	14	14

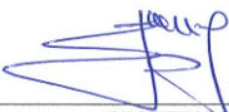
Obteniendo en consecuencia el titulado **BIDDEN SEBASTIAN SALINAS** la nota de CATORCE (14), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO.

Y el titulado **AARON JORGE LUIS TEJADA HUARANGA** la nota de CATORCE (14), equivalente a BUENO, por lo que se declara APROBADO.

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 78° del Reglamento General de Grados y Títulos modificado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

Se da por finalizado el presente acto, siendo las 20:40 horas, del jueves 11 de abril de 2024, firmando en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
**PRESIDENTE**  
DNI N° 22515431

  
\_\_\_\_\_  
**SECRETARIO**  
DNI N° 22486638

  
\_\_\_\_\_  
**VOCAL**  
DNI N° 42119910

**LEYENDA:**  
19 a 20: Excelente  
17 a 18: Muy Bueno  
14 a 16: Bueno  
0 a 13: Desaprobado



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

**CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 029-2024**  
**SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL,**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 32%. de similitud general, correspondiente a los Bachilleres interesados, **SEBASTIAN SALINAS Bidden y TEJADA HUARANGA Aaron Jorge Luis** del Borrador de Tesis "**ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEANDO AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA CLÍNICA, AMARILIS – HUÁNUCO – 2024**", considerando como asesor al **Mg. ING. ABAL GARCIA Bladimir Jhon**.

**DECLARANDO (APTO).**

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 01 de abril 2024



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DERVG 2024

## NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEANDO AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO PARA MEJORAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA CLÍNICA, AMARILIS – HUÁNUCO – 2024**

## AUTOR

**Bidden SEBASTIAN SALINAS - Aaron Jorge Luis TEJADA HUARANGA AARON**

## RECuento DE PALABRAS

**34405 Words**

## RECuento DE CARACTERES

**193915 Characters**

## RECuento DE PÁGINAS

**170 Pages**

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.9MB**

## FECHA DE ENTREGA

**Apr 1, 2024 11:38 PM GMT-5**

## FECHA DEL INFORME

**Apr 1, 2024 11:40 PM GMT-5**

● **32% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 32% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA

### ● 32% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 32% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

#### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	21%
2	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Internet	6%
3	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Internet	3%
4	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Internet	<1%
5	<b>slideshare.net</b> Internet	<1%
6	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Internet	<1%
7	<b>Pontificia Universidad Católica del Perú on 2019-10-19</b> Submitted works	<1%
8	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Internet	<1%

  
 Dr. Ing. José Luis Millarzo de Guzmán  
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
 DOCENTE DE LA FICA

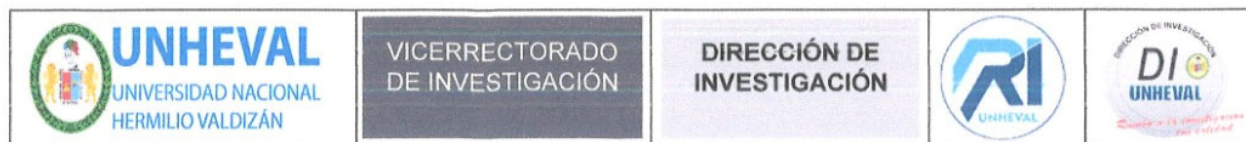
9	<b>Universidad Ricardo Palma on 2020-12-04</b> Submitted works	<1%
10	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Internet	<1%
11	<b>coursehero.com</b> Internet	<1%
12	<b>Universidad de Cantabria on 2023-11-24</b> Submitted works	<1%
13	<b>tesis.pucp.edu.pe</b> Internet	<1%
14	<b>Universidad Cesar Vallejo on 2017-10-04</b> Submitted works	<1%
15	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Internet	<1%
16	<b>dspace.ucuenca.edu.ec</b> Internet	<1%
17	<b>renati.sunedu.gob.pe</b> Internet	<1%
18	<b>Universidad Continental on 2016-07-09</b> Submitted works	<1%
19	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%
20	<b>Submitted on 1686584179977</b> Submitted works	<1%

  
 Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia  
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
 DOCENTE DE LA FICA

- |    |  |     |
|----|--|-----|
| 21 | <b>Universidad Andina del Cusco on 2023-06-20</b><br>Submitted works | <1% |
| 22 | <b>repositorio.unfv.edu.pe</b><br>Internet                           | <1% |



Dr. Ing. José Luis Parayreza Guardia  
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
DOCENTE DE LA FICA



## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

### 1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:		Maestría		Doctorado
----------	---	----------------------	--	-----------	--	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

### 2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	TEJADA HUARANGA, AARON JORGE LUIS				
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	C.E.	Nro. de Celular: 937632297
Nro. de Documento:	71940702			Correo Electrónico:	tehua71940702@gmail.com

Apellidos y Nombres:	SEBASTIAN SALINAS, BIDDEN				
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte	C.E.	Nro. de Celular: 964204735
Nro. de Documento:	77241868			Correo Electrónico:	sebastiansalinasbidden@gmail.com

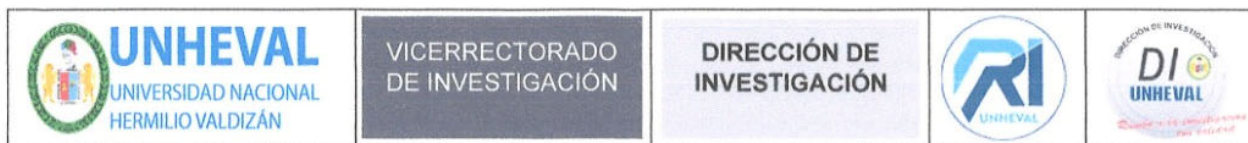
Apellidos y Nombres:					
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte	C.E.	Nro. de Celular:
Nro. de Documento:				Correo Electrónico:	

### 3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO
Apellidos y Nombres:	ABAL GARCIA, BLADIMIR JHON		ORCID ID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9301-2099">https://orcid.org/0000-0002-9301-2099</a>
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte
	C.E.	Nro. de documento:	71509522

### 4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS, VICTOR MANUEL
Secretario:	VILLAVICENCIO GUARDIA, JOSE LUIS
Vocal:	MACHUCA GUARDIA, RISSEL
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	QUINTANILLA HERRERA, ELISA RAQUEL


**5. Declaración Jurada:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

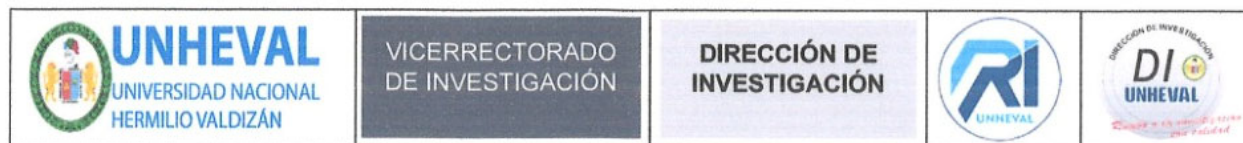
a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Títulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)	
ANÁLISIS ESTRUCTURAL EMPLEANDO AISLADORES SISMICOS EN LA BASE DE UNA EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO PARA MEJORAR SU DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA CLINICA, AMARILIS -HUANUCO-2024.	
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)	
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.	

**6. Datos del Documento Digital a Publicar:** (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)		2024	
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	X	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	Análisis Sísmico	LRB	ETABS
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	X	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):			SI NO X
Información de la Agencia Patrocinadora:			





El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.





### 7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	TEJADA HUARANGA, AARON JORGE LUIS	Huella Digital
DNI:	71940702	
Firma: 		
Apellidos y Nombres:	SEBASTIAN SALINAS, BIDDEN	Huella Digital
DNI:	77241868	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 16/04/2024		

### Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.