



**UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO**



**FACULTAD DE ARQUITECTURA  
URBANISMO, INGENIERÍAS Y ARTE  
& DISEÑO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE DISEÑO EN LA INFRAESTRUCTURA  
CON AISLADORES SISMICOS PARA MEJORAR EL  
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL  
NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO,  
CHICLAYO-2019”**

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

**AUTORA:**

**BACH. QUISPE PEÑA ANA MARÍA DEL ROSARIO**

**ASESOR:**

**ING. EITHEL MEDRANO LIZARZABURU**

**LINEA DE INVESTIGACION  
EVALUACIÓN Y DISEÑO DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES  
INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y SISMORRESISTENTE**

**CHICLAYO – PERÚ  
2021**

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

Ing. Capuñay Capuñay Yrma  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Ing. Llatas Villanueva Fernando  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Ing. Castope Camacho Miguel Antonio  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

*La presente tesis se la dedico a Dios, quien es mi guía día con día en cada proyecto de mi vida. A mi madre Lala Tessy Peña Ocupa que, con su apoyo, consejos y amor incondicional permitieron que logre culminar mi carrera profesional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por bendecir mi camino y permitir que cumpla mis metas.*

*A mi madre por apoyarme en cada decisión y proyecto.*

*A todas las personas que con su sabiduría han formado parte de mi crecimiento profesional.*

*Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.*

## DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD

Yo, **Quispe Peña Ana María Del Rosario**, adscrito a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo e Ingenierías de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con **DNI No 71335375**, con la tesis titulada **“PROPUESTA DE DISEÑO EN LA INFRAESTRUCTURA CON AISLADORES SISMICOS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO, CHICLAYO-2019”**

**Declaro bajo juramento que:**

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no ha sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Particular de Chiclayo.

Chiclayo - 2019

---

Bach. Quispe Peña Ana María Del Rosario

DNI N° 71335375

## **PRESENTACIÓN**

La presente tesis titulada “PROPUESTA DE DISEÑO EN LA INFRAESTRUCTURA CON AISLADORES SISMICOS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO, CHICLAYO-2019”, tiene como objetivo mejorar el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.

Estudiaremos un bloque del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo para conocer su respuesta estructural frente a un evento sísmico y compararemos modelando la estructura en el software Etabs V. 16.2.0, reforzándolo con aisladores sísmicos.

Finalmente propondremos la instalación de aisladores sísmicos en el bloque de estudio.

## INDICE

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>                            | <b>13</b> |
| <b>1.1. Realidad Problemática</b>                 | <b>13</b> |
| 1.1.1. A nivel internacional                      | 13        |
| 1.1.2. A nivel nacional                           | 13        |
| 1.1.3. A nivel local                              | 14        |
| <b>1.2. Formulación del Problema</b>              | <b>14</b> |
| <b>1.3. Hipótesis</b>                             | <b>14</b> |
| <b>1.4. Objetivos</b>                             | <b>14</b> |
| <b>II. BASES TEÓRICAS</b>                         | <b>15</b> |
| <b>2.1. Antecedentes</b>                          | <b>15</b> |
| 2.1.1. A nivel internacional                      | 15        |
| 2.1.2. A nivel nacional                           | 16        |
| 2.1.3. A nivel local                              | 17        |
| <b>2.2. Marco teórico</b>                         | <b>17</b> |
| 2.2.1. Sismología                                 | 17        |
| 2.2.2. Riesgo sísmico                             | 21        |
| 2.2.3. Aislación Basal                            | 21        |
| 2.2.4. Tipos de Aisladores Sísmicos               | 24        |
| 2.2.4.1. Aisladores elastoméricos                 | 24        |
| 2.2.4.2. Aisladores deslizantes                   | 25        |
| <b>2.3. Definición de términos</b>                | <b>27</b> |
| <b>III. MARCO METODOLÓGICO</b>                    | <b>28</b> |
| <b>3.1. Variables</b>                             | <b>28</b> |
| <b>3.2. Operacionalización de Variables</b>       | <b>28</b> |
| <b>3.3. Metodología</b>                           | <b>30</b> |
| <b>3.4. Tipo de estudio</b>                       | <b>30</b> |
| <b>3.5. Diseño de Investigación</b>               | <b>30</b> |
| <b>IV. RESULTADOS</b>                             | <b>32</b> |
| <b>4.1. Memoria descriptiva</b>                   | <b>32</b> |
| <b>4.2. Modelamiento del bloque de muestra</b>    | <b>34</b> |
| <b>4.3. Cargas</b>                                | <b>35</b> |
| <b>4.4. Análisis del modelo</b>                   | <b>36</b> |
| <b>4.5. Reforzamiento con aisladores sísmicos</b> | <b>38</b> |
| <b>4.6. Parámetros para el diseño de aislador</b> | <b>38</b> |

|        |                                           |    |
|--------|-------------------------------------------|----|
| 4.7.   | Diseño del aislador .....                 | 45 |
| 4.8.   | Partes del aislador sísmico.....          | 45 |
| 4.9.   | Análisis del modelo con aisladores.....   | 47 |
| V.     | DISCUSION: .....                          | 49 |
| VI.    | CONCLUSIONES:.....                        | 51 |
| VII.   | RECOMENDACIONES:.....                     | 51 |
| VIII.  | PROPUESTA.....                            | 51 |
| 8.1.   | Generalidades .....                       | 51 |
| 8.2.   | Diseño .....                              | 52 |
| 8.3.   | Implementación .....                      | 53 |
| 8.3.1. | Despacho, almacenaje y manipulación ..... | 53 |
| 8.3.2. | Garantía .....                            | 54 |
| 8.3.3. | Ensayos de los Aisladores .....           | 54 |
| IX.    | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....          | 55 |
| X.     | ANEXOS .....                              | 56 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Onda compresional propagándose a lo largo de un resorte.....                             | 19 |
| Figura 2: La onda S y sus componentes SV y SH.....                                                 | 20 |
| Figura 3: (a) edificación sin aislamiento sísmico y (b) edificación con aislamiento sísmico. ....  | 23 |
| Figura 4: Disminución de la aceleración espectral por incorporación del aislador sísmico.....      | 23 |
| Figura 5: Aislador tipo LDRB. ....                                                                 | 24 |
| Figura 6: Aislador tipo LRB. ....                                                                  | 25 |
| Figura 7: Combinación de apoyo deslizante y aislador elastoméricos.....                            | 26 |
| Figura 8: Péndulo friccional.....                                                                  | 27 |
| Figura 9: Identificación del bloque de estudio.....                                                | 33 |
| Figura 10: Bloque de estudio elaborado en Etabs V. 16.2.0. ....                                    | 36 |
| Figura 11: sismo DBE vs sismo MCE. ....                                                            | 42 |
| Figura 12: Diseño de aislador sísmico. ....                                                        | 46 |
| Figura 13: Inserción de aislador sísmico elaborado en Etabs V. 16.2.0. ....                        | 46 |
| Figura 14: Colocación de aisladores sísmicos en el sótano a través del software Etabs V. 16.2.0. . | 47 |
| Figura 15: estructura con aisladores sísmicos elaborado en Etabs V. 16.2.0. ....                   | 47 |
| Figura 16: Colocación de aisladores sísmicos en el sótano a través del software Etabs V. 16.2.0. . | 52 |
| Figura 17: Pruebas de lazo histerético. ....                                                       | 54 |
| Figura 18: Pruebas a grandes tensiones.....                                                        | 55 |
| Figura 19: Prueba de desgaste de 1 milla. ....                                                     | 55 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Operacionalización de variables.....                               | 29 |
| Tabla 2: Altura del bloque de estudio. ....                                 | 33 |
| Tabla 3: Características del bloque de estudio. ....                        | 33 |
| Tabla 5: Tipo de suelos en la edificación de estudio.....                   | 34 |
| Tabla 6: Parámetros sísmicos.....                                           | 35 |
| Tabla 7: Cargas vivas mínimas repartidas. ....                              | 35 |
| Tabla 8: Carga Muerta de la edificación.....                                | 35 |
| Tabla 9: Verificación de derivas máximas de entrepiso.....                  | 36 |
| Tabla 10: Verificación de la participación modal .....                      | 37 |
| Tabla 11: Verificación de la fuerza cortante mínima en la base .....        | 38 |
| Tabla 12: Parámetros para el diseño de aisladores según ASCE/SEI 7-10. .... | 39 |
| Tabla 13: Cálculo del sismo MCE.....                                        | 40 |
| Tabla 14: Parámetros para el diseño de aisladores. ....                     | 41 |
| Tabla 15: Desplazamiento del aislador. ....                                 | 41 |
| Tabla 16: Propiedades técnicas del aislador. ....                           | 44 |
| Tabla 17: Propiedades de diseño del aislador.....                           | 45 |
| Tabla 18: Dimensiones de la placa de soporte.....                           | 45 |
| Tabla 19: Tamaño del dispositivo.....                                       | 45 |
| Tabla 20: Verificación de derivas máximas de entrepiso.....                 | 47 |
| Tabla 21: Verificación de la participación modal. ....                      | 48 |
| Tabla 22: Verificación de la fuerza cortante mínima en la base. ....        | 49 |
| Tabla 23: Comparativo entre edificación con y sin aisladores sísmicos. .... | 50 |

## RESUMEN

Esta tesis tiene la finalidad de llegar a mejorar el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, haciendo uso de aisladores sísmicos, pues al ser una edificación esencial y encontrarse en una zona sísmica vulnerable esta necesita continuar operativa después de un evento sísmico, realizando una investigación de tipo cuantitativa.

Se tomó un bloque de muestra del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo para ser estudiado y se empleó un análisis sísmico de tipo modal espectral mediante el software Etabs v.16.2.

Se hizo uso de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo que permitirán aumentar el nivel de amortiguamiento en la estructura.

Para el diseño se usó el Reglamento Nacional de Edificaciones y además la Norma Americana ASCE/SEI 7-10, que a través de sus parámetros controlaremos los valores máximos y mínimos de los aisladores a diseñar llegando a la conclusión que, al incorporar un sistema de aislación sísmica como reforzamiento en la estructura esta presenta una mejor respuesta estructural.

**Palabras clave:** Aislación sísmica, sismo DBE (sismo básico de diseño), sismo MCE (sismo posible máximo), aislador con núcleo de plomo, edificación esencial.

## ABSTRACT

This thesis aims to improve the structural behavior of the Almanzor Aguinaga Asenjo National Hospital, making use of seismic isolators, because being an essential building and being in a vulnerable seismic area it needs to continue operational after a seismic event, conducting quantitative research.

A sample block was taken from Almanzor Aguinaga Asenjo National Hospital for study and a spectral modal analysis was used using the Etabs v.16.2 software. The use of lead-core elastomeric insulators was made to increase the level of cushioning in the structure.

For the design we used the National Building Regulations and also the American Standard ASCE/SEI 7-10, which through its parameters we will control the maximum and minimum values of the insulators to be designed reaching the conclusion that, by incorporating a system of seismic isolation as reinforcement in the structure it presents a better structural response.

**Keywords:** Seismic isolation, DBE earthquake (basic design earthquake), MCE earthquake (maximum possible earthquake), lead core isolator, essential building.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

#### **1.1.1. A nivel internacional**

En Argentina, en los últimos 200 años han ocurrido más de 15 terremotos ocasionando daños estructurales en las construcciones y lamentablemente la pérdida de vidas humanas.

El terremoto que ocurrió en el año 1861 provocó la muerte del 60% de las personas y la total destrucción de la ciudad, más de las dos terceras partes de su territorio se encuentran en riesgo sísmico (Tornello, 2012).

México es uno de los países más telúricos del mundo registrando más de 90 sismos por año equivalente a un 60% de movimientos telúricos que se han registrado a nivel global. En este país la actividad de placas tectónicas es muy frecuente además de las fallas geológicas que lo circundan (Gomez, 2009).

En la ciudad de Bogotá la cual se encuentra en una zona de amenaza sísmica intermedia se teme que un sismo cercano acabe con 1.800.000 predios, además 362.072, 7.270 hectáreas se encuentran en zonas de amenaza alta sintiéndose vulnerable ante un evento sísmico (Contreras Mojica, 2006).

#### **1.1.2. A nivel nacional**

En Perú se han registrado daños en más de 1000 establecimientos de salud debido a fuertes sismos como también inundaciones. Al tratarse de una edificación esencial se producen perjuicios ya que interrumpe la atención de la población y programas de salud, además se generan grandes gastos para reparaciones y reconstrucción. Es por esto que es importante proteger a los establecimientos de salud e incluir medidas de prevención y reducción de vulnerabilidad estructural en los nuevos establecimientos como en los nuevos (Bambaren Alatrística & Alatrística Gutierrez, 2007).

En la costa del Perú el riesgo sísmico es mayor, ya que se encuentra en una zona sísmica vulnerable por lo que se requiere medidas de prevención, monitoreando la sismicidad de estas zonas y elevando la capacidad estructural de las edificaciones (O'Connor, 2008).

En la ciudad de Pisco en el año 2007 ocurrió un sismo severo de magnitud 7,0 en la escala de Richter, el cual se produjo a 39 Km de profundidad y a 150 km al suroeste de la ciudad de Lima, el efecto telúrico duró 3 minutos y 30 segundos. Este sismo es el de mayor duración ocurrido en el Perú en los últimos cien años ( Bambarén Alatrística & Alatrística Gutiérrez, 2009).

### **1.1.3. A nivel local**

Según el mapa de zonificación sísmica del Perú la ciudad de Chiclayo está ubicada dentro de una zona de sismicidad Intermedia a Alta, siendo vulnerable ante un evento sísmico (INDECI, 2003).

## **1.2. Formulación del Problema**

¿El Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo se comportará estructuralmente de una manera más eficiente haciendo uso de aisladores sísmicos?

## **1.3. Hipótesis**

El uso de aisladores sísmicos mejorará el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.

## **1.4. Objetivos**

- Objetivo general

Mejorar el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.

- Objetivos específicos

a) Identificar las propiedades o características de diseño del establecimiento de salud en la ciudad de Chiclayo.

b) Diseñar la infraestructura del establecimiento de salud con aisladores sísmicos.

c) Evaluar el establecimiento de salud con y sin aisladores sísmicos.

## **II. BASES TEÓRICAS**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. A nivel internacional**

Cynthia Fernanda Vergara Navarrete, en sus tesis “ESTUDIO COMPARATIVO DE AISLADORES SÍSMICOS FPS DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN”, tesis para obtener el grado de Magister en Estructuras y Ciencias de los Materiales y presentada en la Universidad Central del Ecuador. Tiene el objetivo de Comparar el comportamiento sísmico de estructuras de altura pequeña, mediana y alta con aisladores sísmicos FPS de Primera Generación y de Segunda Generación. Teniendo un tipo de investigación Descriptiva. Y concluyendo que Las estructuras aisladas tienen menor período de vibración y menor aceleración frente a un Sismo de Diseño “DE” que frente a un Sismo Máximo Considerado “MCE”, es decir que el aislador se comporta de acuerdo a las necesidades generadas, garantizando la estabilidad de la estructura.

Oscar Marcelo Gutiérrez Rodríguez, en sus tesis “ESTUDIO COMPARATIVO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA Y APLICABILIDAD DE AISLADORES SÍSMICOS DE BASE Y DIAGONALES CON AMORTIGUADORES, COMO SISTEMAS DE PROTECCIÓN SÍSMICA DE EDIFICIOS DE ACERO EN LA CIUDAD DE QUITO”, tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil y presentada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Tiene el objetivo de realizar un estudio comparativo entre edificios de acero de 5, 10, 15, 20 y 30 pisos de altura con aisladores sísmicos de base y diagonales con amortiguadores, ubicados en la ciudad de Quito, para determinar la eficiencia, aplicabilidad y respuesta sísmica de estos sistemas de protección de estructuras frente a eventos sísmicos. Teniendo un tipo de investigación Descriptiva. Y concluyendo que al comparar el cortante basal real o de diseño elástico para las estructuras convencionales y aisladas, se observa que se cumple claramente el objetivo de un sistema de aislamiento que es reducir la demanda sísmica en la estructura. Este parámetro refleja claramente la pérdida de eficiencia al aislar estructuras cada vez más altas, ya que en edificio de 5 pisos se logra una reducción de 69% hasta una reducción del 34% en el edificio de 30 pisos.

Luis Alberto Saltos Rodríguez, en sus tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS

SOMETIDO A FUERZAS LATERALES CON AISLADORES Y SIN AISLADORES SÍSMICOS”, tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil y presentada en Universidad de Guayaquil. Tiene el objetivo de comparar el comportamiento estructural de una vivienda de dos plantas diseñada en forma convencional versus diseñado con aisladores, a través de la utilización del programa de cálculo estructural ETABS. Teniendo un tipo de investigación descriptiva. Y concluyendo que la reducción de la deriva en pisos superiores de las edificaciones es de mucha importancia, ya que está relacionado con el nivel de daños estructurales incluso en reducción de los momentos de volcamiento.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Erik José, Trujillo Benito, en su tesis “DISEÑO INTEGRAL DE ESTRUCTURAS CON SISTEMA DE AISLACIÓN SÍSMICA APLICADO A UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO”, tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil y presentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú. Tiene el objetivo de Desarrollar técnicas y metodologías modernas para el diseño integral de edificaciones con sistemas de aislación sísmica aplicados a un edificio de concreto armado. Teniendo un tipo de investigación descriptiva y comparativa. Y concluyendo que el diseño de una edificación de concreto armado con aislamiento sísmico, presenta en gran parte similitudes con el diseño de una edificación convencional, ya que en ambos casos las estructuras deberán cumplir con los mismos requisitos de resistencia y ductilidad, sin embargo, es posible obviar el diseño por capacidad en los elementos tales como vigas, columna y placas ya que estos por acción de la aislación sísmica se ha demostrado que solo incursionaran en el rango elástico.

Alisson Kimberly Reyna Flores, en sus tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS EN LA BASE SEGÚN SU VARIACIÓN EN LA ALTURA”, tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil y presentada en la Universidad Cesar Vallejo. Tiene el objetivo de determinar la respuesta sísmica de las edificaciones mediante el análisis dinámico tiempo-historia con y sin el empleo de aisladores sísmicos. Teniendo un tipo de investigación Explicativa. Y concluyendo que, de los resultados, la tendencia en las respuestas de la estructura es reducirse conforme esta es más alta, pues el periodo aumenta y la demanda se reduce.

Mamani Quispe, Alfredo, en sus tesis "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO, SISTEMAS DE AISLADORES CON RESPECTO AL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LAS EDIFICACIONES ESENCIALES, DEL HOSPITAL DEL CALLAO – LIMA – CALLAO 2017", tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil y presentada en la Universidad Cesar Vallejo. Tiene el objetivo de evaluar el comportamiento de los sistemas estructurales de aislación con respecto al sistema convencional, para el buen desempeño de menor movimiento sísmico en la provincia del Callao– Lima. Teniendo un tipo de investigación Aplicada y Descriptivo. Y concluyendo que en el sistema aislado ocurren menores desplazamientos horizontales relativos de entrepiso, lo cual ayudará a un mejor comportamiento de la estructura y que al utilizar los aisladores de base, se obtienen mayores periodos de la estructura, por lo tanto, menores aceleraciones y como consecuencia las fuerzas sísmicas disminuirán, lo cual contribuirá a menores movimientos en el diseño.

### **2.1.3. A nivel local**

Ayrton Edgardo chuman & Bermeo Cristopher Israel Valladares Ojeda. En su tesis “ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL COMPARATIVO DE UNA EDIFICACIÓN DE QUINCE NIVELES, CON Y SIN AISLADORES SÍSMICOS ELASTOMÉRICOS CON NÚCLEO DE PLOMO, UBICADA EN EL DISTRITO DE PIMENTEL”, tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil y presentada en la Universidad San Martin De Porres. Tiene el objetivo de realizar el análisis y diseño estructural comparativo, de una edificación de 15 niveles con y sin aisladores sísmicos elastoméricos con núcleo de plomo. Teniendo una investigación de tipo de cuasi experimental. Y concluyendo que es clara la ventaja estructural y económica que ofrece el uso de aisladores LRB en todo tipo de edificaciones, con los que es posible evitar colapsos, resguardar los bienes muebles, asegurar la operatividad de la estructura pasado el evento sísmico a pesar del desplazamiento a nivel de aislación que eventualmente retomaría su posición inicial gracias a su núcleo de plomo con la capacidad de recrystalizarse a temperatura ambiente.

## **2.2.Marco teórico**

### **2.2.1. Sismología**

Es la ciencia que estudia los sismos y las ondas elásticas que estos generan además del medio físico por el que atraviesan. La sismología estudia las causas para así poder elaborar modelos que ayuden a la predicción de eventos telúricos (Nieto, 2015).

Las ondas sísmicas son registradas por estaciones sísmicas que son monitoreadas para luego utilizar esa información para ser usadas prevención de sismos. (Instituto Geofísico del Perú, 2013).

- **Ondas sísmicas**

Las ondas sísmicas es una forma de propagación de energía que se produce cuando ocurre un evento telúrico (Nava, 1998).

- **Ondas elásticas.**

Las ondas elásticas como lo dice su nombre viajan a través de un medio elástico, y cuando viajan a través de la tierra se denominan ondas sísmicas (Nava, 1998).

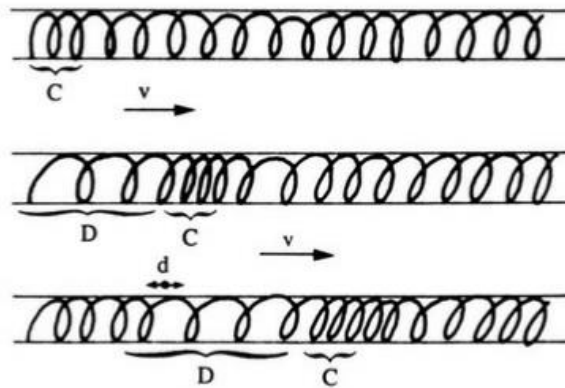
- **Ondas de cuerpo**

Las ondas elásticas que pueden viajar a través de la tierra se denominan ondas de cuerpo y pueden comportarse a compresión o cizalladura (Nava, 1998).

- **Ondas P**

Las ondas P se comportan a compresión y se desplazan en la dirección del movimiento, además son las primeras en aparecer en el registro de la estación sísmica (Escobar, 2010).

Ésta es la más veloz de todas las ondas sísmicas por esto se la denomina onda Primaria y de allí el nombre de P (Nava, 1998).



**Figura 1:** Onda compresional propagándose a lo largo de un resorte con velocidad  $v$ . C indica compresión y D indica dilatación. El desplazamiento de las partículas del resorte se produce en las direcciones indicadas por  $d$ .

Fuente: “Terremotos”, Nava, 1987.

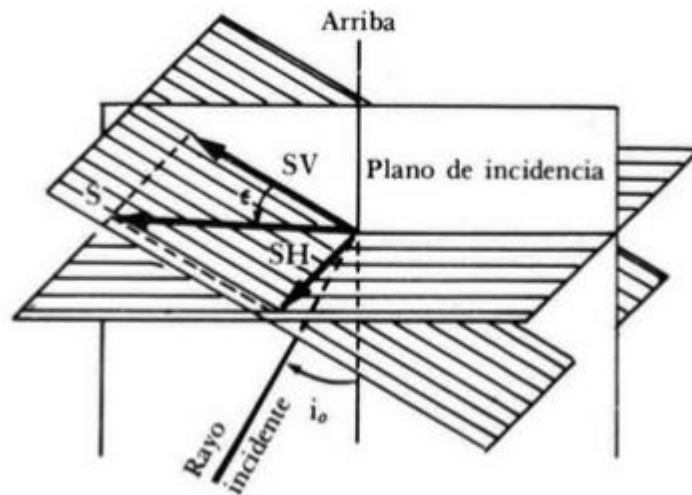
- **Ondas S**

Las ondas S son más lentas y se comportan a cortante moviéndose en dirección transversal al movimiento, al tener mayor amplitud causa más daño (Escobar, 2010).

Al desplazarse perpendicularmente a la dirección de propagación son asociadas a deformaciones de tipo cizalladura (Nava, 1998).

Como la onda S es la segunda en llegar se le llama onda Secundaria, cuando estás se propagan en una sola dirección se les denomina ondas polarizadas. Además, la onda S no se propaga a través de líquidos pues estos no soportan esfuerzos de corte (Nava, 1998).

La onda S al tener mayor amplitud que la onda P se siente más fuerte (Nava, 1998).



**Figura 2:** La onda S y sus componentes SV y SH.

Fuente: “Terremotos”, Nava, 1987.

- **Intensidad y magnitud**

Al medir un terremoto se miden estos dos parámetros, aunque suelen ser confundidas por el público (Nava, 1998).

Para medir el tamaño de los sismos usamos el parámetro de Magnitud el cual mide la energía que se libera durante una falla, por el contrario, para obtener una descripción cualitativa del efecto sísmico usamos el parámetro de la Intensidad (RSN, 2014).

- **Intensidad**

La intensidad no es más que una estimación cualitativa el cual describe lo percibido por las personas y los daños económicos y estructurales (Nava, 1998).

- **Magnitudes y energía**

La magnitud se mide en diferentes escalas una de ellas es la escala de Richter o magnitud local definida como el logaritmo (base 10) de la máxima amplitud que se observa en un sismógrafo Wood Anderson estándar con una corrección por la distancia ( $D$ ) entre el epicentro y el lugar de registro, correspondiente al logaritmo de la amplitud ( $A_0$ ) que debe tener, a esa distancia, un sismo de magnitud cero (Nava, 1998).

$$M_L = \log (A_{max}) - \log A_0 (D).$$

La energía liberada por los sismos medianos y pequeños es mucho menor que la liberada por los grandes (requeriríamos de 33 millones de sismos de magnitud 3, o 31 000 de magnitud 5 para liberar la energía correspondiente a uno de magnitud 8.0); por lo tanto, la ocurrencia de sismos pequeños no sirve como válvula de escape para la energía de deformación que dará lugar a sismos grandes (Nava, 1998).

### 2.2.2. Riesgo sísmico

El riesgo sísmico conlleva a las consecuencias económicas y sociales producidas por los efectos telúricos ( Aguiar Falconí, Almazán, Dechent, & Suárez, 2016).

**“Riesgo Sísmico = Peligrosidad Sísmica  $\otimes$  Vulnerabilidad”** ( Aguiar Falconí, Almazán, Dechent, & Suárez, 2016).

Donde, la peligrosidad Sísmica es la probabilidad que ocurra un sismo en el lapso de un determinado tiempo en un área específica y la vulnerabilidad viene a ser el daño que ocurriría ante un evento sísmico dependiendo la intensidad de este ( Aguiar Falconí, Almazán, Dechent, & Suárez, 2016).

En conclusión, se debe controlar la vulnerabilidad sísmica ya que la actividad sísmica no se puede controlar ( Aguiar Falconí, Almazán, Dechent, & Suárez, 2016).

### 2.2.3. Aislación Basal

La aislación basal requiere incorporar un sistema que sea altamente flexible, para así desligar el movimiento de la estructura del movimiento del suelo (Saavedra, 2013).

La aislación sísmica permite que una construcción se mueva mucho menos frente a un sismo. Gracias a eso, las estructuras se mantienen prácticamente intactas, porque el impacto lo

recibe el sistema; y las personas perciben mucho menos las vibraciones, se sienten más tranquilas y pueden seguir funcionando con normalidad (Boroschek, 2012).

El aislador sísmico es colocado entre la estructura y la fundación para que así se transmitan la menor cantidad de movimientos a la estructura al ocurrir el sismo. Por el contrario, si no se colocara el aislador el suelo va a transmitir una gran cantidad de vibraciones hacia la estructura ( Genatios & Lafuente, 2016).

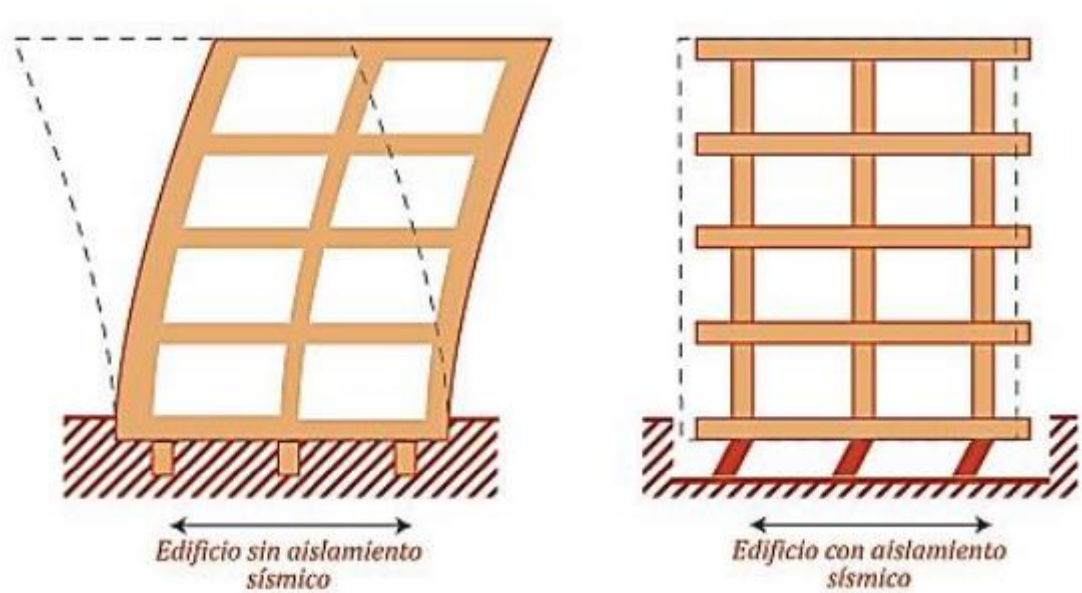
Los aisladores al ser muy flexibles incrementarán el periodo fundamental de vibración por lo que las fuerzas inducidas por el sismo sobre la estructura disminuirán de manera significativa. Las deformaciones se concentrarán en los aisladores sísmicos por lo que la estructura percibirá solo pequeñas deformaciones, además los aisladores sísmicos tendrán un efecto de amortiguamiento el cual disipará la energía producto de los sismos( Genatios & Lafuente, 2016).

Los aisladores sísmicos no son diseñados para aislar los movimientos verticales pues estos son menores que los movimientos horizontales además las estructuras son diseñadas para tener resistencia y rigidez ante cargas verticales ( Genatios & Lafuente, 2016).

La presencia de los aisladores sísmicos reduce los desplazamientos horizontales que ocasionaría un sismo además al concentrar los desplazamientos en la zona de la estructura y la fundación permiten hacer reparaciones de manera más sencilla ( Genatios & Lafuente, 2016).

Hay varios tipos de aisladores sísmicos pero los más desarrollados y utilizados en la actualidad son los aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (con o sin núcleo de plomo) y también los aisladores deslizantes o friccionales (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

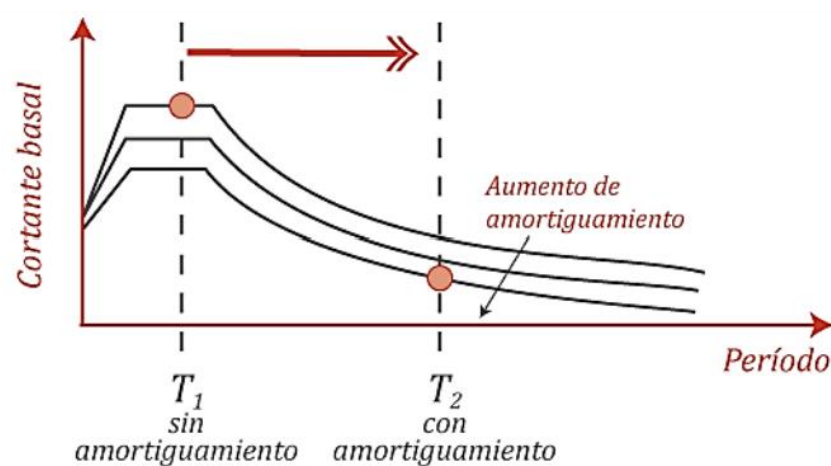
Dado que el aislamiento basal incrementa la protección de la estructura de una manera significativa resulta útil para la protección de edificaciones esenciales ya que estas deben mantenerse operativas durante y después ocurra un evento sísmico, también es adecuado usarlas para proteger patrimonios y monumentos históricos ( Genatios & Lafuente, 2016).



**Figura 3:** (a) edificación sin aislamiento sísmico y (b) edificación con aislamiento sísmico.

Fuente: “Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras, Genatios y Lafuente, 2016.

La siguiente figura nos muestra de manera esquemática, la variación que existe en estructuras de base fija y con aisladores. Donde se observa la reducción de los espectros debido al amortiguamiento dado por el aislador ( Genatios & Lafuente, 2016).



**Figura 4:** Disminución de la aceleración espectral por incorporación del aislador sísmico.

Fuente: “Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras”, Genatios y Lafuente, 2016.

## **2.2.4. Tipos de Aisladores Sísmicos**

### **2.2.4.1. Aisladores elastoméricos**

Están conformados por laminas planas que están intercaladas con capas de acero, por lo general presentan una sección circular o cuadrada, logrando una flexibilidad que permitirá el desplazamiento horizontal entre el suelo y la estructura, su comportamiento dependerá del rango de deformación al que serán sometidos por efecto del sismo, también dependerá en menor importancia al envejecimiento y la frecuencia con la que se den los movimientos (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

- **Aisladores elastoméricos de bajo amortiguamiento (LDRB)**

Este tipo de aisladores son usados cuando se quiere usar para amortiguamientos bajos y por lo general trabajan en conjunto con disipadores de energía, son fáciles de fabricar y su amortiguamiento es de 2 a 5 % como máximo (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

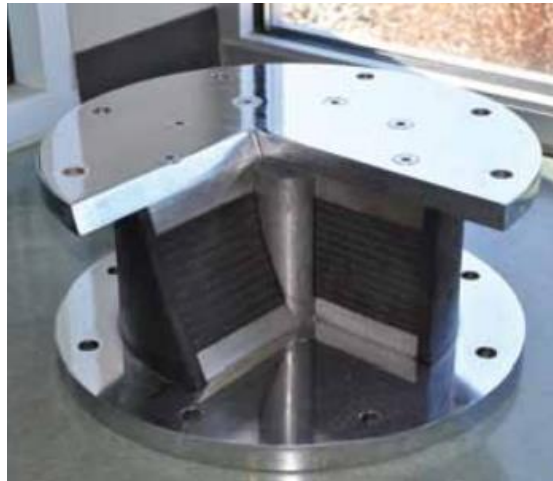


**Figura 5:** Aislador tipo LDRB.

Fuente: “Protección sísmica de estructuras”, Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción, 2011.

- **Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB)**

Son similares a los LDRB, pero se adicionan a estos un núcleo de plomo que está ubicado en el centro del aislador permitiendo así aumentar el amortiguamiento hasta un 25 a 30%. El núcleo de plomo fluye cuando existe una deformación lateral, después del evento sísmico la goma del aislador regresa a su posición inicial y el núcleo de plomo se recristaliza y gracias a esto el sistema de aislación sísmica queda preparado para un nuevo evento sísmico. (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011)



**Figura 6:** Aislador tipo LRB.

Fuente: “Protección sísmica de estructuras”, Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción, 2011.

- **Aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDRB)**

Los HDRB son aisladores elastoméricos que tienen adicionados carbón, aceites y resinas para así aumentar el amortiguamiento de la goma hasta un 10<sup>a</sup> 15%, estos presentaran mayores cambios a la temperatura y frecuencia comparándolos con los aisladores LDRB y LRB. Los aisladores HDRB también presentaran una mayor rigidez combinando su flexibilidad y su capacidad de disipar energía en un solo elemento, además son relativamente de fácil fabricación (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

#### **2.2.4.2. Aisladores deslizantes**

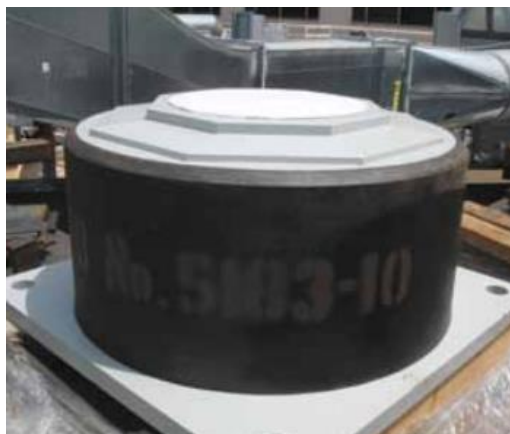
Los aisladores deslizantes tienen una superficie de deslizamiento hecha de acero inoxidable sobre la cual se deslizará una placa de acero que estará revestida de Politetra Fluoro Etileno

(PTFE), que soportará a la estructura. Esta superficie de deslizamiento permitirá el movimiento lateral de la estructura que la hará independiente del movimiento del suelo.

Con los aisladores deslizantes se podrá disipar energía generada por los eventos sísmicos, teniendo un coeficiente de fricción que dependerá de la temperatura, presión, velocidad, el estado de la superficie, limpieza y envejecimiento del sistema. Estos sistemas de aislación requerirán de mayor mantenimiento, ya que la modificación de cualquier superficie deslizante cambiara el coeficiente de fricción previsto en el diseño (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

- **Apoyos deslizantes planos**

Son los más simples de los aisladores deslizantes y están conformados por dos superficies una adherida a la estructura y la otra a la fundación que, poseyendo un bajo coeficiente de roce, permite los movimientos horizontales y resistencia de cargas verticales. Para facilitar el movimiento del deslizador poseen una capa de material elástico, además el material polimérico es de baja fricción. Este sistema de aislación puede requerir de disipadores de energía adicionales y para que se restituya a la estructura a su posición original se refuerza con un núcleo de plomo (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

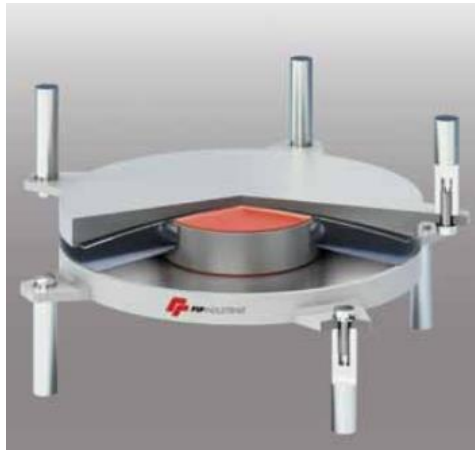


**Figura 7:** Combinación de apoyo deslizante y aislador elastoméricos.

Fuente: “Protección sísmica de estructuras”, Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción, 2011.

- **Péndulos friccionales (FPS, Friction Pendulum System)**

Los péndulos friccionales están conformados por un deslizador en forma de articulación ubicado sobre una superficie cóncava teniendo la característica de autocentrantes, después de ocurrido el evento sísmico la estructura regresara a su posición inicial gracias a la forma que tiene la superficie y a la fuerza de la gravedad (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).



**Figura 8:** Péndulo friccional.

Fuente: “Protección sísmica de estructuras”, Corporación de Desarrollo Tecnológico Cámara Chilena de la Construcción, 2011.

### 2.3. Definición de términos

- **Aislador sísmico:** Sistema con la característica de ser muy flexible que permitirá que la estructura reciba el menor impacto al ocasionarse un evento sísmico ( Genatios & Lafuente, 2016).
- **Grado de libertad:** Todo aquel punto de la estructura que sea independiente (Reboredo, 1996).
- **Zonificación:** Es la categoría que se le dará a un área determinada según su vulnerabilidad sísmica, de las cuales se determinará sus características, así como la información neotectónica (E-030, Norma Técnica, 2016).
- **Peligrosidad sísmica:** Es la probabilidad de que ocurra un evento sísmico en un determinado lugar y tiempo (Falconi, 2008).

- **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.
- **Sismo:** Es un proceso en donde se genera y se libera energía en forma de ondas que viajan por el interior de la tierra (Instituto Geofísico del Perú, 2012).
- **Deriva de entrepiso:** Es la diferencia de los desplazamientos laterales de dos pisos consecutivos de una estructura entre la altura de dicho entrepiso (Ministerio de transporte e infraestructura, 2005).
- **Sismo MCE:** Sismo posible máximo (Maximum capable Eartquake).
- **Sismo DBE:** Equivalente a nuestra norma E-030(Design Basis Eartquake-sismo básico de diseño).

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Variables

- Variable dependiente: comportamiento estructural.
- Variable independiente: aisladores sísmicos.

#### 3.2. Operacionalización de Variables

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

| VARIABLE                                                    | DEFINICIÓN<br>CONCEPTUAL                                                                                                                                                                                           | DEFINICIÓN<br>OPERACIONAL                                                                                                                                                                                                      | DIMENSIONES              | INDICADORES                                               | SUBINDICADORES                                        | TECNICAS DE<br>RECOLECCIÓN DE<br>INFORMACIÓN | INTRUMENTOS<br>DE RECOLECCIÓN<br>DE<br>INFORMACIÓN   | MÉTODO<br>DE<br>ANÁLISIS<br>DE<br>DATOS | ESCALA DE<br>MEDICIÓN |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| <b>Variable dependiente:</b><br>comportamiento estructural. | Es la respuesta que la estructura presenta frente a posibles daños dados por la acción de fuerzas sísmicas.                                                                                                        | Con el del estudio de la estructura podemos determinar los factores que nos indiquen los parámetros que debemos respetar para soportar los eventos sísmicos.                                                                   | Respuesta sísmica        | Derivas de entrepiso<br>Fuerza en la base<br>Normatividad | Desplazamientos<br>Cortante basal<br>RNE, ASCE, 07-10 | Análisis de datos.                           | Formato de registro de datos, software Etabs, Excel. | Cuantitativo                            | Intervalo             |
| <b>Variable independiente:</b><br>aisladores sísmicos.      | Elemento muy flexible que se coloca entre la estructura y la fundación, a fin de transmitir la menor cantidad de movimiento a la estructura, en el momento de ocurrencia de un sismo. ( Genatios & Lafuente, 2016) | El aislador sísmico reduce los desplazamientos horizontales de la estructura, otorgándole una mayor rigidez lateral además la estructura no sufrirá grandes daños gracias al amortiguamiento dado por el sistema de aislación. | Aisladores elastoméricos | Núcleo de plomo                                           | Rigidez lateral                                       | Análisis de datos.                           | Software Etabs, Excel.                               | Cuantitativo                            | Intervalo             |

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Metodología**

En la presente tesis se realizará una metodología de tipo cuantitativa, la cual se forma a partir de un enfoque de deducción en el que se hace hincapié en comprobar una teoría.

### **3.4. Tipo de estudio**

El tipo de estudio que realizara en esta investigación es el cuantitativo.

### **3.5. Diseño de Investigación**

Se planea hacer uso de aisladores sísmicos en el diseño del hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, pues al ser una edificación esencial y encontrarse en una zona sísmica vulnerable se ve obligada a usar aislación sísmica según la última actualización de la norma E-030, para así asegurar que el hospital pueda resistir las amenazas sísmicas.

### **3.6. Población, Muestra y Muestreo**

- Población: Hospital de niveles II y III en la ciudad de Chiclayo.
- Muestra: Bloque del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.

### **3.7. Criterios de selección**

La selección de las variables de la presente tesis se tomó según lo que indica la Norma Técnica de diseño sismorresistente “E-030”, actualizada en el año 2016, donde en la tabla N°5 y N°6 nos indica que las edificaciones esenciales A1 deben hacer uso de aislamiento sísmico si se encuentran en la zona “4 y 3”; por lo que nuestra población sería todas estas edificaciones esenciales en la ciudad de Chiclayo que se encuentra en una zona “4 y 3” y hemos tomado como muestra un bloque del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo para realizar nuestro estudio.

Al modelar el bloque de estudio con el software Etabs V. 16.2.0 nos permitirá simular lo que sería un eventual sismo, proporcionando así una herramienta que hace que nuestras edificaciones modernas sean mucho más seguras.

ETABS ofrece la mayor cantidad de herramientas de análisis y diseño disponibles para el Ingeniero estructural que trabaja con estructuras de edificios.

### **3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Técnicas:
  - Investigación documental:

A través de libros, normas y demás información que nos ayudan a entender la aplicación de aisladores sísmicos.

- Observación:

Se realizará estudios con ayuda del software Etabs para determinar si con reforzamiento con aisladores hay cambios significativos en la estructura.

- **Instrumentos:**

- Guía de procedimiento de evaluación:

Se revisarán normas técnicas actualizadas e información acerca del tema y se aplicará en el estudio de la presente tesis.

- Fichas de observación:

Se tomarán los datos de los análisis a realizar a través del software Etabs para ser utilizados en el estudio de la presente tesis.

### **3.9. Validación y confiabilidad del Instrumento**

- **Validación:**

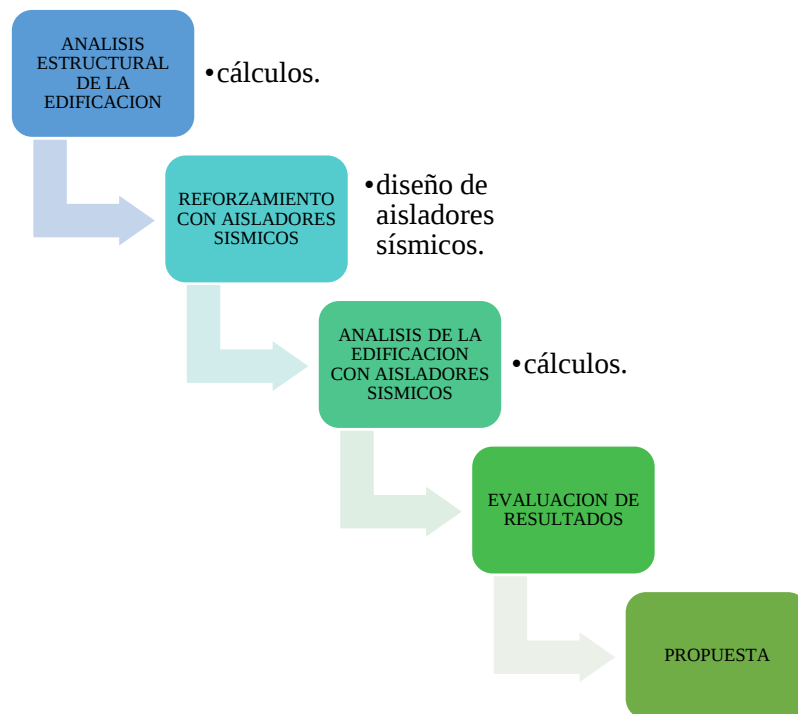
La validez de la presente tesis se determinará a partir de utilizar las herramientas como normas, softwares, etc. de una manera responsable y adecuada.

- **Confiabilidad:**

La confiabilidad de la presente tesis estará dada por la responsable y veraz digitalización de los parámetros correspondientes para obtener datos confiables.

### **3.10. Métodos de Análisis de datos**

- **Diagrama de procesos**



### 3.11. Aspectos Éticos

En la presente tesis titulada: “Propuesta de diseño en la infraestructura con aisladores sísmicos para mejorar el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, Chiclayo-2019”, los ingenieros civiles deberán hacer cumplir las normas impuestas por el reglamento nacional de edificaciones además de supervisar la eficiencia de la construcción.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Memoria descriptiva

El Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo se encuentra ubicado en la ciudad de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. Este hospital es uno de los más importantes de la región pues atiende a miles de personas diariamente y además es una edificación esencial según la NTP.

Para el estudio de nuestra edificación contamos con los datos y planos otorgados por La Red Asistencial- Lambayeque, los cuales estudiaremos y analizaremos para así saber si la edificación cumple con los requerimientos impuestos por la Norma Técnica Peruana últimamente actualizada.

El Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo cuenta con varias instalaciones, para la presente tesis se ha tomado como muestra un bloque (detallado en planos) para ser estudiado y analizado.



**Figura 9:** Identificación del bloque de estudio.

Fuente: Modificado de Google Earth.

El bloque a estudiar cuenta con los siguientes datos:

**Tabla 2:** Altura del bloque de estudio.

| HOSPITAL          | NIVELES | ALTURA(m) |
|-------------------|---------|-----------|
| BLOQUE DE MUESTRA | Sótano  | 3.275     |
|                   | 1ro     | 3.800     |
|                   | 2do     | 2.900     |
|                   | 3ro     | 2.900     |
|                   | 4to     | 2.900     |
|                   | 5to     | 3.800     |
|                   | 6to     | 2.725     |

Fuente: Elaboración propia

Y tiene las siguientes características:

**Tabla 3:** Características del bloque de estudio.

|                     | BLOQUE DE MUESTRA       |
|---------------------|-------------------------|
| SISTEMA ESTRUCTURAL | Aporticado              |
| CIMENTACION         | Platea                  |
| COLUMNAS            |                         |
| CIRCULARES          | 0.30 y 0.50 de diámetro |
| RECTANGULARES       | 0.25*0.40               |
|                     | 0.50*0.40               |
|                     | 0.40*0.80               |

|                |           |
|----------------|-----------|
|                | 0.65*0.50 |
|                | 0.80*0.50 |
|                | 0.40*0.60 |
| <b>VIGAS</b>   |           |
|                | 0.25*0.25 |
|                | 0.25*0.30 |
|                | 0.30*0.50 |
|                | 0.40*0.50 |
|                | 0.50*0.60 |
| <b>LOSAS</b>   |           |
| LOSA ALIGERADA | 0.25      |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Modelamiento del bloque de muestra

Se estudio el modelo original para verificar el cortante dinámico y el comportamiento sísmico de la estructura para esto se realizó un análisis estático y un análisis dinámico espectral según lo estipula la NTP E-030.

Los datos usados para el modelamiento son:

**Tabla 4:** Propiedades de concreto y acero.

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| <b>PROPIEDADES DE CONCRETO</b> |                         |
| <b>VIGAS</b>                   | 240kg/cm <sup>2</sup>   |
| <b>COLUMNAS</b>                | 240kg/cm <sup>2</sup>   |
| <b>PESO ESPECIFICO</b>         | 2400kg/m <sup>3</sup>   |
| <b>PROPIEDADES DEL ACERO</b>   |                         |
| <b>ESFUERZO DE FLUENCIA</b>    | 4200 kg/cm <sup>2</sup> |

Fuente: Elaboración propia.

La edificación se encuentra en la zona tipo 4 y además el suelo es de suelo S3(flexible), siendo predominante el suelo tipo CH y CL, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS.

**Tabla 5:** Tipo de suelos en la edificación de estudio.

| PROFUNDIDAD | SÍMBOLO DEL GRUPO | NOMBRE DEL GRUPO                                             |                                          |
|-------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 0.00        | c                 | Arcillas inorgánicas de baja plasticidad-límite líquido < 50 | Suelos de grano fino mayor o igual a 50% |
| 0.50        | CL                |                                                              |                                          |
| 1.50        | CL                |                                                              |                                          |
| 2.10        | CL-N. F           |                                                              |                                          |

|      |    |                                                                      |                                |
|------|----|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 2.45 | CL | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad-límite líquido $\geq$<br>50 | que pasa el<br>tamiz<br>No.200 |
| 2.50 | CH |                                                                      |                                |
| 3.00 | CH |                                                                      |                                |
| 3.50 | CH |                                                                      |                                |
| 4.00 | CH |                                                                      |                                |

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros sísmicos son dados por la Norma E-030, donde:

**Tabla 6:** Parámetros sísmicos.

| PARÁMETROS SÍSMICOS                                       |      |
|-----------------------------------------------------------|------|
| g (aceleración de la gravedad)                            | 9.81 |
| Z (factor de zona)                                        | 0.45 |
| U (factor de uso o importancia)                           | 1.5  |
| S (factor de amplificación de suelo)                      | 1.1  |
| Tp (periodo que define la plataforma del factor C)        | 1    |
| Tl (periodo que define el inicio de la zona del factor C) | 1.6  |
| R (coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas)      | 6    |

Fuente: Elaboración propia.

Donde

$S_a = ZUCS \cdot g / R$ , según Norma E-030.

### 4.3.Cargas

De la Norma E-030, tenemos la tabla para cargas mínimas repartidas en Hospitales:

**Tabla 7:** Cargas vivas mínimas repartidas.

| CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS                       |                                             |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| OCUPACIÓN O USO                                       | CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m <sup>2</sup> ) |
| Hospitales                                            |                                             |
| Salas de operación, laboratorios, y áreas de servicio | 3,0 (300)                                   |
| Cuartos                                               | 2,0 (200)                                   |
| Corredores y escaleras                                | 4,0 (400)                                   |

Fuente: Norma E-030.

**Tabla 8:** Carga Muerta de la edificación.

| HOSPITAL             | NIVELES | CARGA MUERTA          |
|----------------------|---------|-----------------------|
| BLOQUE DE<br>MUESTRA | Sótano  | 200 kg/m <sup>2</sup> |
|                      | 1ro     | 200kg/m <sup>2</sup>  |
|                      | 2do     | 200kg/m <sup>3</sup>  |

|  |     |          |
|--|-----|----------|
|  | 3ro | 200kg/m4 |
|  | 4to | 200kg/m5 |
|  | 5to | 150kg/m2 |
|  | 6to | 150kg/m2 |

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso propio:**

El peso propio es calculado por el software Etabs automáticamente.

- **Peso de la edificación:** según la Norma E-030

Peso de la edificación=100%peso propio+50%carga viva+25% carga de azotea

#### 4.4.Análisis del modelo

Después de digitar los datos tenemos:

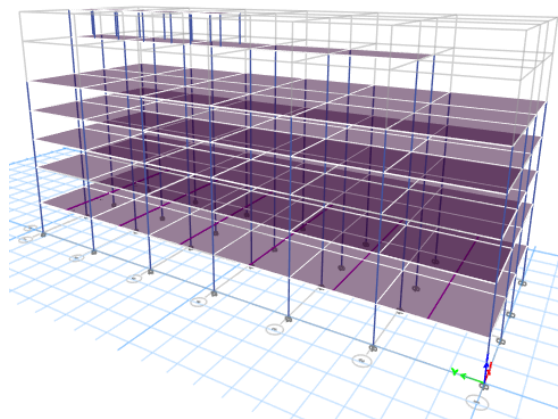


Figura 10: Bloque de estudio elaborado en Etabs V. 16.2.0.

Fuente: Elaboración propia.

Analizamos los resultados dados por el software y comparamos con los parámetros impuestos por la norma E-030.

##### a) Verificación de derivas máximas de entrepiso.

Verificar que las distorsiones en la dirección X y en Y, no excedan a 0.007. (NTP E030 TABLA N°11).

**Tabla 9:** Verificación de derivas máximas de entrepiso.

| Story  | Load Case/Combo | Dirección | Deriva   |           |
|--------|-----------------|-----------|----------|-----------|
| Story6 | DERIVA Max      | Y         | 0.007655 | no cumple |
| Story5 | DERIVA Max      | Y         | 0.062065 | no cumple |
| Story4 | DERIVA Max      | Y         | 0.008263 | no cumple |
| Story3 | DERIVA Max      | Y         | 0.011945 | no cumple |
| Story2 | DERIVA Max      | Y         | 0.015991 | no cumple |
| Story1 | DERIVA Max      | Y         | 0.025385 | no cumple |
| sótano | DERIVA Max      | Y         | 0.011611 | no cumple |

| Story  | Load Case/Combo | Dirección | Deriva   |           |
|--------|-----------------|-----------|----------|-----------|
| Story6 | DERIVA Max      | X         | 0.015197 | no cumple |
| Story5 | DERIVA Max      | X         | 0.126345 | no cumple |
| Story4 | DERIVA Max      | X         | 0.0095   | no cumple |
| Story3 | DERIVA Max      | X         | 0.012094 | no cumple |
| Story2 | DERIVA Max      | X         | 0.015178 | no cumple |
| Story1 | DERIVA Max      | X         | 0.02397  | no cumple |
| sótano | DERIVA Max      | X         | 0.010455 | no cumple |

Fuente: Elaboración propia.

#### b) Verificación de la participación modal

Según la NTP- E030 en el ítem 4.6.1 se debe verificar que en cada dirección los modos de vibración cumplan con que la suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

**Tabla 10:** Verificación de la participación modal

| Case  | Ítem Type   | Ítem | Static        | Dynamic       |
|-------|-------------|------|---------------|---------------|
|       |             |      | %             | %             |
| Modal | Aceleración | UX   | 99.99(cumple) | 99.22(cumple) |
| Modal | Aceleración | UY   | 100(cumple)   | 100(cumple)   |
| Modal | Aceleración | UZ   | 0             | 0             |

Fuente: Elaboración propia.

#### c) Verificación de la fuerza cortante mínima en la base

Según la NTP- E030 en el ítem 4.6.4 se debe verificar que la fuerza cortante calculado con el sismo dinámico en el primer entrepiso del edificio no sea menor que el 90% del valor calculado con el sismo estático.

**Tabla 11:** Verificación de la fuerza cortante mínima en la base

| Story  | Load Case/Combo | Location | P    | VX               | VY       | T          | MX        | MY          |
|--------|-----------------|----------|------|------------------|----------|------------|-----------|-------------|
|        |                 |          | tonf | tonf             | tonf     | tonf-m     | tonf-m    | tonf-m      |
| Story1 | SxE             | Bottom   | 0    | -1995.4055       | 0        | 48653.0113 | 0         | -25400.7653 |
| Story1 | SxD Max         | Bottom   | 0    | <b>1203.7487</b> | 387.0443 | 33298.2117 | 4889.7266 | 15421.2159  |

|           |            |           |
|-----------|------------|-----------|
| -0.9*SxE= | 1795.86495 | no cumple |
|-----------|------------|-----------|

| Story  | Load Case/Combo | Location | P    | VX       | VY              | T           | MX         | MY        |
|--------|-----------------|----------|------|----------|-----------------|-------------|------------|-----------|
|        |                 |          | tonf | tonf     | tonf            | tonf-m      | tonf-m     | tonf-m    |
| Story1 | SyE             | Bottom   | 0    | 0        | -1995.4055      | -16996.9031 | 25400.7653 | 0         |
| Story1 | SyD Max         | Bottom   | 0    | 366.7582 | <b>1271.369</b> | 19176.967   | 16127.1143 | 4696.7457 |

|           |            |           |
|-----------|------------|-----------|
| -0.9*SyE= | 1795.86495 | no cumple |
|-----------|------------|-----------|

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.Reforzamiento con aisladores sísmicos

Gracias a las ventajas del aislamiento sísmico se ha desarrollado en varios países la implementación de estos, con resultados favorables. La Norma Técnica Peruana menciona el uso de aisladores sísmicos para edificaciones esenciales en las zonas 4 y 3 por lo que aremos uso de la Norma de Estados Unidos de América la ASCE/SEI 7-10, siendo esta referente para aislación sísmica.

Los parámetros de diseño para los aisladores son dados por los códigos de la ASCE/SEI 7-10.

#### 4.6.Parámetros para el diseño de aislador

El ASCE/SEI 7-10 nos plantea los siguientes parámetros que controlarán los valores máximos y mínimos de los aisladores, estos están relacionados con el sismo MCE (Maximum capable Eartquake-sismo posible máximo).

**Tabla 12:** Parámetros para el diseño de aisladores según ASCE/SEI 7-10.

Fuente: Elaboración propia

| PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE AISLADORES SEGÚN ASCE/SEI 7-10                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----|-----|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|
| <b>SM1</b>                                                                           | Pseudo aceleración en un periodo=1s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| <b>TM</b>                                                                            | Periodo efectivo ante un sismo- depende del tipo de aislador a usar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| <b>BM</b>                                                                            | <p>Coeficiente de amortiguamiento- valor dimensional dado por la tabla:</p> <p style="text-align: center;"><b>Table 17.5-1 Damping Coefficient, <math>B_D</math> or <math>B_M</math></b></p> <table> <tr> <th>Effective Damping, <math>\beta_D</math> or <math>\beta_M</math><br/>(percentage of critical)<sup>a,b</sup></th><th><math>B_D</math> or <math>B_M</math> Factor</th></tr> <tr> <td>≤2</td><td>0.8</td></tr> <tr> <td>5</td><td>1.0</td></tr> <tr> <td>10</td><td>1.2</td></tr> <tr> <td>20</td><td>1.5</td></tr> <tr> <td>30</td><td>1.7</td></tr> <tr> <td>40</td><td>1.9</td></tr> <tr> <td>≥50</td><td>2.0</td></tr> </table> | Effective Damping, $\beta_D$ or $\beta_M$<br>(percentage of critical) <sup>a,b</sup> | $B_D$ or $B_M$ Factor | ≤2 | 0.8 | 5 | 1.0 | 10 | 1.2 | 20 | 1.5 | 30 | 1.7 | 40 | 1.9 | ≥50 | 2.0 |
| Effective Damping, $\beta_D$ or $\beta_M$<br>(percentage of critical) <sup>a,b</sup> | $B_D$ or $B_M$ Factor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| ≤2                                                                                   | 0.8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| 5                                                                                    | 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| 10                                                                                   | 1.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| 20                                                                                   | 1.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| 30                                                                                   | 1.7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| 40                                                                                   | 1.9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| ≥50                                                                                  | 2.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| <b>DM</b>                                                                            | <p>Máximo desplazamiento, para este se tiene la siguiente fórmula:</p> $D_M = \frac{g S_{M1} T_M}{4\pi^2 B_M} \quad (17.5-3)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| <b>D'M</b>                                                                           | <p>Máximo desplazamiento para análisis dinámico, donde T= periodo de la estructura fija:</p> $D'_M = \frac{D_M}{\sqrt{1 + (T / T_M)^2}} \quad (17.6-2)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |
| <b>DTM(x,y)</b>                                                                      | <p>Desplazamiento total máximo, donde y=distancia del centro de rigidez al aislador más alejado, e=excentricidad, b y d dimensiones de la base en la estructura.</p> $D_{TM} = D_M \left[ 1 + y \frac{12e}{b^2 + d^2} \right] \quad (17.5-6)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                      |                       |    |     |   |     |    |     |    |     |    |     |    |     |     |     |

El sismo DBE (Design Basis Eartquake-sismo básico de diseño) es el equivalente a nuestra norma E-030; es cual tiene la probabilidad de un 10% de ser excedido en 50 años y el sismo MCE (Maximum capable Eartquake-sismo posible máximo) que tiene una probabilidad de 2% de ser excedido en 50 años, entonces:

MCE=1.5DBE, según ASCE/SEI 7-10.

Se realizará el cálculo del sismo MCE y para el cálculo del sismo DBE hacemos uso de los parámetros sísmicos dados por la norma E-030:

**Tabla 13:** Cálculo del sismo MCE.

| T   | C    | Sa-DBE | MCE   |
|-----|------|--------|-------|
| 0   | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.1 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.2 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.3 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.4 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.5 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.6 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.7 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.8 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 0.9 | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 1   | 2.50 | 18.21  | 27.31 |
| 1.1 | 2.27 | 16.55  | 24.83 |
| 1.2 | 2.08 | 15.17  | 22.76 |
| 1.3 | 1.92 | 14.01  | 21.01 |
| 1.4 | 1.79 | 13.01  | 19.51 |
| 1.5 | 1.67 | 12.14  | 18.21 |
| 1.6 | 1.56 | 11.38  | 17.07 |
| 1.7 | 1.47 | 10.71  | 16.07 |
| 1.8 | 1.39 | 10.12  | 15.17 |
| 1.9 | 1.32 | 9.58   | 14.38 |
| 2   | 1.25 | 9.10   | 13.66 |
| 2.1 | 1.19 | 8.67   | 13.01 |
| 2.2 | 1.14 | 8.28   | 12.42 |
| 2.3 | 1.09 | 7.92   | 11.88 |
| 2.4 | 1.04 | 7.59   | 11.38 |
| 2.5 | 1.00 | 7.28   | 10.93 |
| 2.6 | 0.96 | 7.00   | 10.51 |
| 2.7 | 0.93 | 6.74   | 10.12 |
| 2.8 | 0.89 | 6.50   | 9.76  |
| 2.9 | 0.86 | 6.28   | 9.42  |
| 3   | 0.83 | 6.07   | 9.10  |

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior para un periodo  $T=1\text{seg}$  se obtiene el SM1 que es el sismo MCE en 1seg entre la aceleración de la gravedad, entonces:

$$SM1 = \text{MCE (en 1seg)} / g$$

Calculando los parámetros sísmicos con las fórmulas según la tabla N°12 de la presente tesis dadas por el ASCE/SEI 7-10 para el diseño de aisladores sísmicos obtenemos:

**Tabla 14:** Parámetros para el diseño de aisladores.

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| SM1                        | 2.78  |
| TM                         | 1.00  |
| BM                         | 1.50  |
| DM                         | 0.46  |
| D'M                        | 0.40  |
| DTM(x)                     | 0.51  |
| DTM(y)                     | 0.51  |
| T (periodo de pisos fijos) | 0.59  |
| y(x)                       | 7.85  |
| e(x)                       | 2.18  |
| b                          | 15.67 |
| d                          | 43.66 |
| y(y)                       | 21.95 |
| e(y)                       | 0.78  |

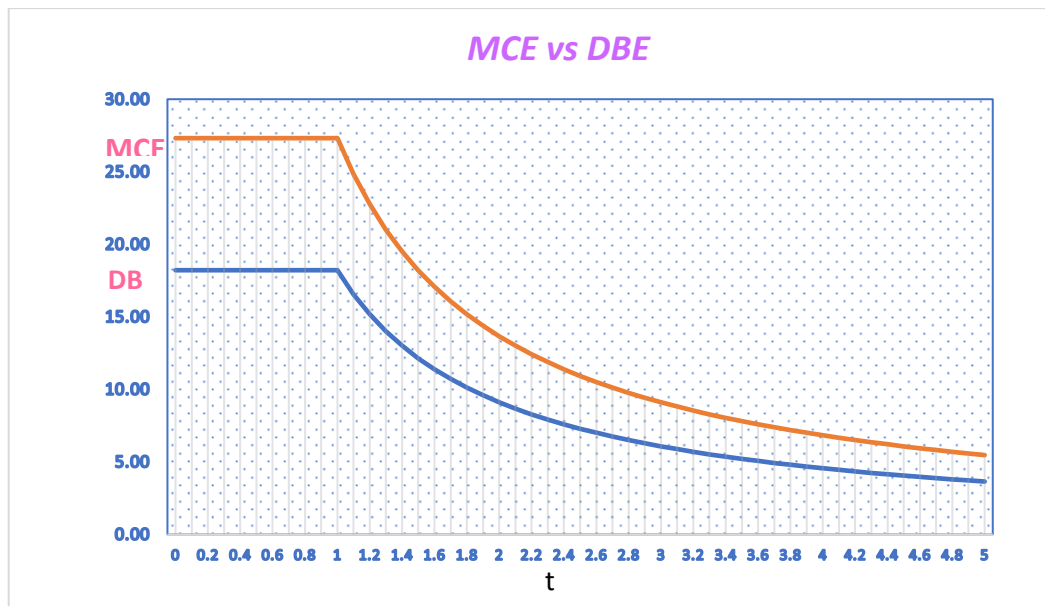
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15:** Desplazamiento del aislador.

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| $DTM(x, y) = \sqrt{DTM(x)^2 + DTM(y)^2}$ | 0.71m |
|------------------------------------------|-------|

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente grafico que representa el bloque en estudio tenemos el sismo DBE (Design Basis Eartquake-sismo básico de diseño) vs el sismo MCE (Maximum capable Eartquake-sismo posible máximo).



**Figura 11:** sismo DBE vs sismo MCE.

Fuente: Elaboración propia

Los aisladores que se usarán en el presente estudio son los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB), este núcleo permitirá aumentar el amortiguamiento del sistema hasta un 25 a 30%.

El aislador por efecto de un evento sísmico se va a deformar de forma lateral donde su núcleo de plomo fluirá y disipará energía en forma de calor teniendo deformaciones plásticas, al finalizar el evento sísmico la goma del aislador sísmico regresará a su posición original y el núcleo de plomo se recrystalizará (Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

Para la fabricación de los dispositivos se requiere de una empresa certificada que cumpla con los parámetros requeridos, en nuestro país tenemos edificaciones que han sido reforzadas con aisladores sísmicos la empresa encargada de esto es la empresa “Dynamic Isolation Systems” que desde la década de 1980 viene reforzando estructuras con aislamiento sísmico (Dynamic Isolation Systems, 2017).

El caucho del aislador sísmico actuara como un resorte siendo horizontalmente muy flexibles, pero verticalmente muy rígidos gracias a las capas delgadas de caucho que están reforzadas con placas de acero. El núcleo de plomo se deformará de una manera plástica

frente a un evento sísmico proporcionando amortiguamiento (Dynamic Isolation Systems, 2017).

La empresa “Dynamic Isolation Systems”, nos brinda tablas derivadas de estudios y ensayos donde se llega a determinar las propiedades técnicas de los aisladores.

Es importante mencionar que la empresa brindará un manual detallado para la manipulación, instalación y mantenimiento, además de prototipos que serán ensayados para determinar la eficiencia de los aisladores.

**Tabla 16:** Propiedades técnicas del aislador.

| TAMAÑO DEL DISPOSITIVO       |                           |                              |                             | DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE |        |                       |                      |       |       | PROPIEDADES DEL DISEÑO       |                                   |                                    |                                 |                                |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|-------|-------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Diámetro de aislador, Di(mm) | Altura de aislador, H(mm) | Número de capas de caucho, N | Diámetro del plomo, DL (mm) | L(mm)                              | t (mm) | Cantidad de orificios | orificio $\Phi$ (mm) | A(mm) | B(mm) | Rigidez producida, Kd(kN/mm) | Resistencia característica Qd(kN) | Rigidez a la compresión, Kv(kN/mm) | Desplazamiento máximo, Dmax(mm) | Capacidad carga axial Pmax(kN) |
| 305                          | 125-280                   | 4 a 14                       | 0-100                       | 355                                | 25     | 4                     | 27                   | 50    | -     | 0.2-0.9                      | 0-65                              | >50                                | 150                             | 450                            |
| 355                          | 150-305                   | 5 a 16                       | 0-100                       | 405                                | 25     | 4                     | 27                   | 50    | -     | 0.2-1.2                      | 0-65                              | >100                               | 150                             | 700                            |
| 405                          | 175-330                   | 6 a 20                       | 0-125                       | 455                                | 25     | 4                     | 27                   | 50    | -     | 0.3-1.6                      | 0-110                             | >100                               | 200                             | 900                            |
| 455                          | 175-355                   | 6 a 20                       | 0-125                       | 510                                | 25     | 4                     | 27                   | 50    | -     | 0.3-2.0                      | 0-110                             | >100                               | 250                             | 1,150                          |
| 520                          | 205-380                   | 8 a 24                       | 0-180                       | 570                                | 25     | 8                     | 27                   | 50    | 50    | 0.4-2.3                      | 0-180                             | >200                               | 300                             | 1,350                          |
| 570                          | 205-380                   | 8 a 24                       | 0-180                       | 620                                | 25     | 8                     | 27                   | 50    | 50    | 0.5-2.8                      | 0-180                             | >500                               | 360                             | 1,800                          |
| 650                          | 205-380                   | 8 a 24                       | 0-205                       | 700                                | 32     | 8                     | 27                   | 50    | 50    | 0.5-3.5                      | 0-220                             | >700                               | 410                             | 2,700                          |
| 700                          | 205-430                   | 8 a 30                       | 0-205                       | 750                                | 32     | 8                     | 33                   | 65    | 75    | 0.5-4.2                      | 0-220                             | >800                               | 460                             | 3,100                          |
| 750                          | 230-455                   | 8 a 30                       | 0-230                       | 800                                | 32     | 8                     | 33                   | 65    | 75    | 0.7-4.7                      | 0-265                             | >900                               | 460                             | 3,600                          |
| 800                          | 230-510                   | 8 a 33                       | 0-230                       | 850                                | 32     | 8                     | 33                   | 65    | 75    | 0.7-5.3                      | 0-265                             | >1,000                             | 510                             | 4,000                          |
| 850                          | 230-535                   | 8 a 35                       | 0-255                       | 900                                | 38     | 12                    | 33                   | 65    | 95    | 0.7-6.1                      | 0-355                             | >1,200                             | 560                             | 4,900                          |
| 900                          | 255-560                   | 9 a 37                       | 0-255                       | 955                                | 38     | 12                    | 33                   | 65    | 95    | 0.7-6.1                      | 0-355                             | >1,400                             | 560                             | 5,800                          |
| 950                          | 255-585                   | 10 a 40                      | 0-280                       | 1005                               | 38     | 12                    | 33                   | 65    | 95    | 0.7-6.1                      | 0-490                             | >1,800                             | 610                             | 6,700                          |
| 1000                         | 280-635                   | 11 a 40                      | 0-280                       | 1055                               | 38     | 12                    | 40                   | 75    | 115   | 0.8-6.3                      | 0-490                             | >1,900                             | 660                             | 7,600                          |
| 1050                         | 305-660                   | 12 a 45                      | 0-305                       | 1105                               | 44     | 12                    | 40                   | 75    | 115   | 0.9-6.3                      | 0-580                             | >2,100                             | 710                             | 8,500                          |
| 1160                         | 330-760                   | 14 a 45                      | 0-330                       | 1205                               | 44     | 12                    | 40                   | 75    | 115   | 1.1-6.5                      | 0-665                             | >2,800                             | 760                             | 13,800                         |
| 1260                         | 355-760                   | 16 a 45                      | 0-355                       | 1335                               | 44     | 16                    | 40                   | 75    | 115   | 1.2-6.7                      | 0-755                             | >3,700                             | 810                             | 20,500                         |
| 1360                         | 405-760                   | 18 a 45                      | 0-380                       | 1435                               | 51     | 16                    | 40                   | 75    | 115   | 1.4-7.0                      | 0-890                             | >5,100                             | 860                             | 27,600                         |
| 1450                         | 430-760                   | 20 a 45                      | 0-405                       | 1525                               | 51     | 20                    | 40                   | 75    | 115   | 1.6-7.2                      | 0-1,025                           | >5,300                             | 910                             | 33,400                         |
| 1550                         | 455-760                   | 22 a 45                      | 0-405                       | 1625                               | 51     | 20                    | 40                   | 75    | 115   | 1.8-7.4                      | 0-1,1025                          | >6,500                             | 910                             | 40,000                         |

Fuente: Modificado de Dynamic Isolation System

#### 4.7.Diseño del aislador

Según la tabla anterior para un desplazamiento máximo, **D<sub>máx</sub>=0.71m** tenemos los siguientes datos que nos indican las propiedades de los aisladores.

**Tabla 17:** Propiedades de diseño del aislador.

| PROPIEDADES DEL DISEÑO DE AISLADOR |                                   |                                    |                                 |                                |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Rigidez producida, Kd(kN/mm)       | Resistencia característica Qd(kN) | Rigidez a la compresión, Kv(kN/mm) | desplazamiento máximo, Dmax(mm) | capacidad carga axial Pmax(kN) |
| 0.9-6.3                            | 0-580                             | >2,100                             | 710                             | 8,500                          |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18:** Dimensiones de la placa de soporte.

| DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE |        |                       |                      |       |       |
|------------------------------------|--------|-----------------------|----------------------|-------|-------|
| L(mm)                              | t (mm) | cantidad de orificios | orificio $\Phi$ (mm) | A(mm) | B(mm) |
| 1105                               | 44     | 12                    | 40                   | 75    | 115   |

Fuente: Elaboración propia.

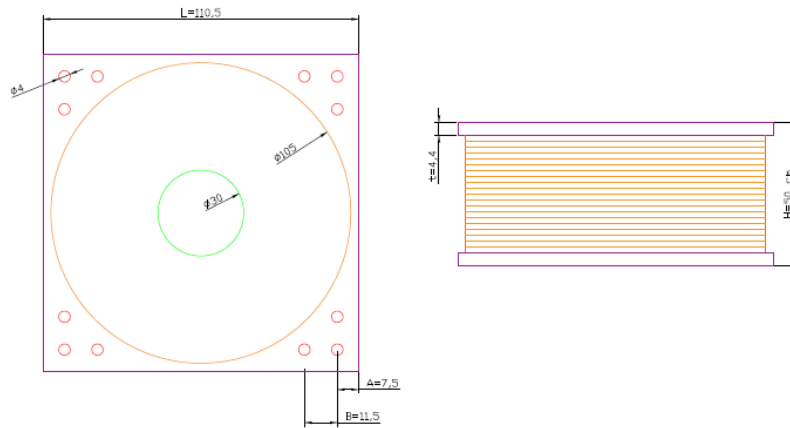
**Tabla 19:** Tamaño del dispositivo.

| TAMAÑO DEL DISPOSITIVO       |                           |                              |                             |
|------------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| diámetro de aislador, Di(mm) | altura de aislador, H(mm) | número de capas de caucho, N | diámetro del plomo, DL (mm) |
| 1050                         | 500                       | 20                           | 300                         |

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8.Partes del aislador sísmico

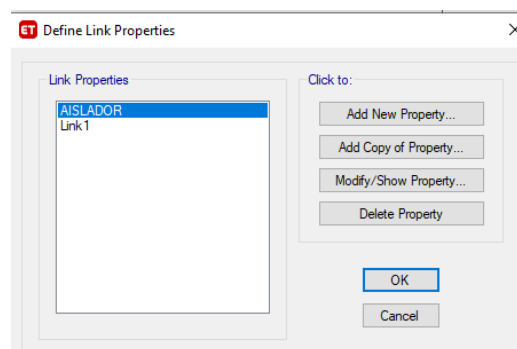
Según los datos de la tabla dada por la empresa “Dynamic Isolation Systems”, tenemos la placa de soporte, las capas de caucho de acero, el núcleo de plomo, pernos de anclaje y la capa de protección del caucho.



**Figura 12:** Diseño de aislador sísmico.

Fuente: Elaboración propia

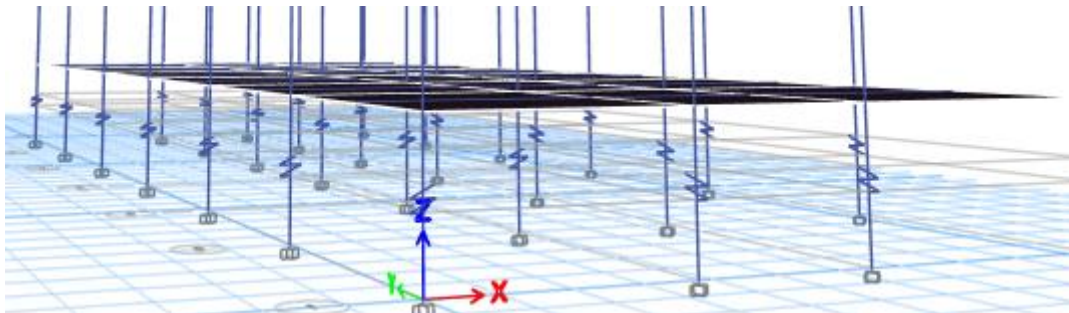
Colocamos los aisladores en la estructura a través de un Link/ Support properties en el software Etabs



**Figura 13:** Inserción de aislador sísmico elaborado en Etabs V. 16.2.0.

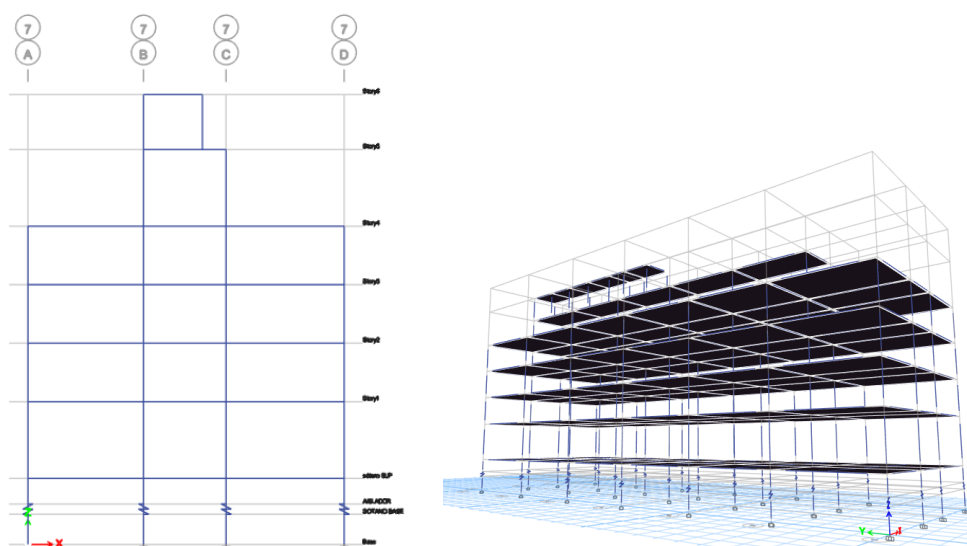
Fuente: Elaboración propia.

Los aisladores estarán ubicados estratégicamente en el sótano del bloque en estudio, serán ubicados en las columnas a una altura de 1.50, llegando a ser 28 aisladores.



**Figura 14:** Colocación de aisladores sísmicos en el sótano a través del software Etabs V. 16.2.0.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15:** estructura con aisladores sísmicos elaborado en Etabs V. 16.2.0.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.9. Análisis del modelo con aisladores

##### a) Verificación de derivas máximas de entrepiso.

Verificar que las distorsiones en la dirección X y en Y, no excedan a 0.007. (NTP E030 TABLA N°11).

**Tabla 20:** Verificación de derivas máximas de entrepiso.

| Story            | Load Case/Combo | Direction | Drift    |           |
|------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|
| Story6           | DERIVA Max      | Y         | 0.000502 | sí cumple |
| Story5           | DERIVA Max      | Y         | 0.004051 | sí cumple |
| Story4           | DERIVA Max      | Y         | 0.000861 | sí cumple |
| Story3           | DERIVA Max      | Y         | 0.001418 | sí cumple |
| Story2           | DERIVA Max      | Y         | 0.002083 | sí cumple |
| Story1           | DERIVA Max      | Y         | 0.003705 | sí cumple |
| sótano           | DERIVA Max      | Y         | 0.003812 | sí cumple |
| sótano -aislador | DERIVA Max      | y         | 0.001258 | sí cumple |

| Story            | Load Case/Combo | Direction | Drift    |           |
|------------------|-----------------|-----------|----------|-----------|
| Story6           | DERIVA Max      | X         | 0.000887 | sí cumple |
| Story5           | DERIVA Max      | X         | 0.006267 | sí cumple |
| Story4           | DERIVA Max      | X         | 0.00096  | sí cumple |
| Story3           | DERIVA Max      | X         | 0.001389 | sí cumple |
| Story2           | DERIVA Max      | X         | 0.001918 | sí cumple |
| Story1           | DERIVA Max      | X         | 0.003136 | sí cumple |
| sótano           | DERIVA Max      | X         | 0.003265 | sí cumple |
| sótano -aislador | DERIVA Max      | x         | 0.000758 | sí cumple |

Fuente: Elaboración propia.

#### b) verificación de la participación modal

Según la NTP- E030 en el ítem 4.6.1 se debe verificar que en cada dirección los modos de vibración cumplan con que la suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total.

**Tabla 21:** Verificación de la participación modal.

| Case  | Item Type    | Item | Static | Dynamic |        |
|-------|--------------|------|--------|---------|--------|
|       |              |      | %      | %       |        |
| Modal | Acceleration | UX   | 100    | 99.97   | cumple |
| Modal | Acceleration | UY   | 100    | 99.97   | cumple |
| Modal | Acceleration | UZ   | 0      | 0       |        |

Fuente: Elaboración propia.

### c) Verificación de la fuerza cortante mínima en la base

Según la NTP- E030 en el ítem 4.6.4 se debe verificar que la fuerza cortante calculado con el sismo dinámico en el primer entrepiso del edificio no sea menor que el 90% del valor calculado con el sismo estático.

**Tabla 22:** Verificación de la fuerza cortante mínima en la base.

| Story  | Load Case/Combo | Location | P    | VX         | VY     | T          | MX       | MY          |
|--------|-----------------|----------|------|------------|--------|------------|----------|-------------|
|        |                 |          | tonf | tonf       | tonf   | tonf-m     | tonf-m   | tonf-m      |
| Story1 | SxE             | Bottom   | 0    | -1011.1183 | 0      | 24908.9819 | 2.89E-06 | -15081.7009 |
| Story1 | mcey max        | Bottom   | 0    | 3027.0837  | 1.7602 | 76249.5278 | 12.2294  | 27406.6342  |

|          |            |
|----------|------------|
| 0.9*SxE= | -910.00647 |
|----------|------------|

cumple

| Story  | Load Case/Combo | Location | P    | VX     | VY         | T          | MX         | MY        |
|--------|-----------------|----------|------|--------|------------|------------|------------|-----------|
|        |                 |          | tonf | tonf   | tonf       | tonf-m     | tonf-m     | tonf-m    |
| Story1 | SyE             | Bottom   | 0    | 0      | -1011.1183 | -10177.893 | 15081.7008 | -3.28E-06 |
| Story1 | mcey max        | Bottom   | 0    | 1.7602 | 3032.8664  | 28552.7994 | 27424.1599 | 11.1848   |

|          |            |
|----------|------------|
| 0.9*SyE= | -910.00647 |
|----------|------------|

cumple

Fuente: Elaboración propia.

## V. DISCUSION:

- Se identificó las propiedades y características del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, siendo esta una edificación esencial (categoría A1) y al encontrarse en una zona sísmica vulnerable (zona tipo 4) se ve obligada a usar aislación sísmica según la última actualización de la norma E-030.
- Se diseño el bloque de estudio incorporándole 28 aisladores sísmicos con núcleo de plomo (LRB) en el área del sótano para mayor funcionalidad, colocación y mantenimiento.

c) En el estudio y análisis del bloque original elegido del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, se puede observar que no cumple con la deriva máxima permitida de 0.007 que establece la norma E.030 del RNE, además, no cumple con los requerimientos de fuerza cortante mínima en la base donde la fuerza cortante calculado con el sismo dinámico en el primer entrepiso del edificio no sea menor que el 90% del valor calculado con el sismo estático. Al reforzar la estructura con aisladores sísmicos con núcleo de plomo (LRB) podemos observar que las derivas máximas permitida de 0.007 que establece la norma E.030 llegan a cumplir, llegando a disminuir los desplazamientos en un 68.77% y al reforzar con aisladores sísmicos la fuerza cortante mínima en la base llega a cumplir con lo que requiere nuestra Norma, asimismo la verificación de la participación modal llega a cumplir en el bloque de estudio tanto con aisladores como sin aisladores.

**Tabla 23:** Comparativo entre edificación con y sin aisladores sísmicos.

|                                                                                                                                                                                            | COMPARATIVO ENTRE EDIFICACION CON Y SIN AISLADORES SISMICOS |           |                                                                                                                                      |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                                                                                                                                                                                            | SISMO SIN AISLADORES SISMICOS                               |           | SISMO CON AISLADORES SISMICOS                                                                                                        |        |
| <b>NORMAS UTILIZADAS</b>                                                                                                                                                                   | NORMA PERUANA E-030                                         |           | NORMA DE AISLACION SISMICA AMERICANA ASCE/SEI 7-10                                                                                   |        |
| <b>TIPO DE SISMO</b>                                                                                                                                                                       | DBE (Design Basis Eartquake-sismo básico de diseño)         |           | MCE (Maximum capable Eartquake-sismo posible máximo)                                                                                 |        |
| <b>PROBABILIDAD DE QUE EL SISMO SEA EXCEDIDO EN 50 AÑOS</b>                                                                                                                                | 10%                                                         |           | 2%                                                                                                                                   |        |
| <b>AISLADOR USADO</b>                                                                                                                                                                      |                                                             |           | Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB), este núcleo permitirá aumentar el amortiguamiento del sistema hasta un 25 a 30%. |        |
| <b>VERIFICACIÓN DE DERIVAS MÁXIMAS DE ENTREPISO. VERIFICAR QUE LAS DISTORSIONES EN LA DIRECCIÓN X Y EN Y, NO EXCEDAN A 0.007.</b>                                                          | Direccion x                                                 | no cumple | Direccion x                                                                                                                          | cumple |
|                                                                                                                                                                                            | Direccion y                                                 | no cumple | Direccion y                                                                                                                          | cumple |
| <b>VERIFICACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN MODAL. VERIFICAR QUE EN CADA DIRECCIÓN LOS MODOS DE VIBRACIÓN CUMPLAN CON QUE LA SUMA DE MASAS EFECTIVAS SEA POR LO MENOS EL 90% DE LA MASA TOTAL.</b> | Ux                                                          | cumple    | Ux                                                                                                                                   | cumple |
|                                                                                                                                                                                            | Uy                                                          | cumple    | Uy                                                                                                                                   | cumple |
| <b>VERIFICACIÓN DE LA FUERZA CORTANTE MÍNIMA EN LA BASE.</b>                                                                                                                               | Vx                                                          | no cumple | Vx                                                                                                                                   | cumple |

|                                                                                                                                                                                |    |           |    |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------|----|--------|
| <b>VERIFICAR QUE LA FUERZA CORTANTE CALCULADO CON EL SISMO DINÁMICO EN EL PRIMER ENTREPISO DEL EDIFICIO NO SEA MENOR QUE EL 90% DEL VALOR CALCULADO CON EL SISMO ESTÁTICO.</b> | Vy | no cumple | Vy | cumple |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------|----|--------|

Fuente: Elaboración propia.

## VI. CONCLUSIONES:

- Para modelar el bloque de estudio se empleó el análisis sísmico el cual es del tipo modal espectral mediante el programa Etabs v.16.2, permitiendo obtener el análisis sísmico estático y dinámico y poder analizar los resultados y verificar si cumplen con las normas establecidas.
- El uso de aisladores elastoméricos, en este caso los aisladores con núcleo de plomo (LRB) hacen que la estructura en estudio cumpla con los requerimientos impuestos por la Norma E-030.
- Al incorporar un sistema de aislación sísmica como reforzamiento en la estructura, esta presenta una mejor respuesta estructural.

## VII. RECOMENDACIONES:

- Considerar las condiciones ambientales por exposición a sustancias nocivas y otros en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.
- Realizar estudios de peligro sísmico para estructuras aisladas.
- Incorporar a nuestra Normativa una nueva Norma para Aislación Sísmica, ya que la norma E-030 impone el uso de aislación sísmica para categorías A1 y zonas sísmicas 4 y 3.

## VIII. PROPUESTA

### 8.1.Generalidades

Se propone colocar los aisladores en la estructura ya existente, este proceso ya se ha hecho anteriormente principalmente en Estados Unidos. A este procedimiento se le conoce como RETROFIT que se refiere a los cambios que se realizaran a una estructura para una

mejora de este o renovación, lo que trae consigo un mejoramiento en la eficiencia de la estructura.

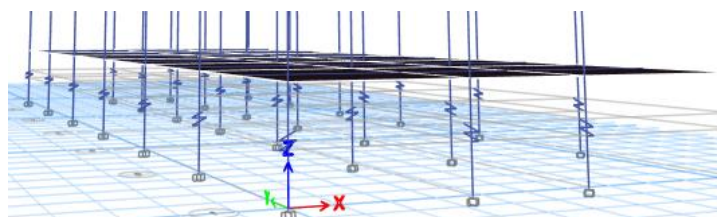
Tenemos por ejemplo en la ciudad de San Francisco un conocido edificio que es el ayuntamiento City Hall que fue dañado por un evento sísmico en el año 1989 y al ser un monumento histórico se hicieron trabajos de restauración y protección contra nuevos sismos. La empresa DIS (Dynamic Isolation Systems) hizo que este proyecto sea el más grande en cuanto a reforzamiento sísmico en el mundo, instalando la cantidad de 530 aisladores sísmicos (Dynamic Isolation Systems, 2017).

La primera estructura en ser reforzada con aislamiento sísmico en el mundo es la City and County Building, siendo modernizado y preparado para soportar terremotos superiores a 7.0 grados en la escala de Richter. También se ha instalado el reforzamiento con aisladores en el hospital de Taiwan “Xindian”, asimismo el reforzamiento en puentes y centros históricos. (Dynamic Isolation Systems, 2017)

El hospital de estudio es uno de los más importantes de la región pues atiende a miles de personas diariamente y además es una edificación esencial, al colocar los aisladores sísmicos reforzaremos la estructura y esta podrá soportar de una manera más eficiente los daños de un posible sismo y así seguir operativo después de este evento.

## 8.2. Diseño

La colocación de los aisladores sísmicos se hará en el sótano, un área que nos permitirá instalar los 28 aisladores y un área con fácil acceso para su posterior mantenimiento.



**Figura 16:** Colocación de aisladores sísmicos en el sótano a través del software Etabs V. 16.2.0.

Fuente: Elaboración propia.

### **8.3. Implementación**

Para obtener los aisladores que necesitamos para reforzar el hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo debemos solicitar a un proveedor el cual debe reunir ciertos requisitos para así tener la confiabilidad que requerimos.

El proveedor debe reunir los siguientes requisitos:

- Tener los certificados de calidad, experiencia y antecedentes.
- Garantía del proveedor.
- Programa de Control de Calidad y de Certificación de Calidad.
- Información detallada sobre los ensayos realizados en un laboratorio especializado a los aisladores.
- Manual para la operación, instalación y mantenimiento de los aisladores, los cuales deben contener los códigos y estándares requeridos.

#### **8.3.1. Despacho, almacenaje y manipulación**

- Cada aislador deberá ser enviado al lugar de la obra junto a su respectivo certificado de ensayo de control de calidad, además debe estar protegido para evitar daños por el envío y la manipulación.
- Los aisladores deben llegar con su respectivo prototipo, luego estos son llevados al laboratorio para ser ensayados y posteriormente ser aprobados por el ingeniero a cargo.
- Al llegar los aisladores a su destino estos deben almacenarse en un área limpia donde se evite el daño físico de estos, para su transporte deben llevarse sobre pallets de madera provistos por el fabricante para mayor facilidad.
- Las personas que manipulen los aisladores deben ser cuidadosos para evitar daños, si alguno de los aisladores es dañado debe reemplazarse por uno nuevo.
- Se debe tener por parte del fabricante un manual detallado para la Manipulación, Instalación y Mantenimiento de Largo Plazo de los Aisladores.

### 8.3.2. Garantía

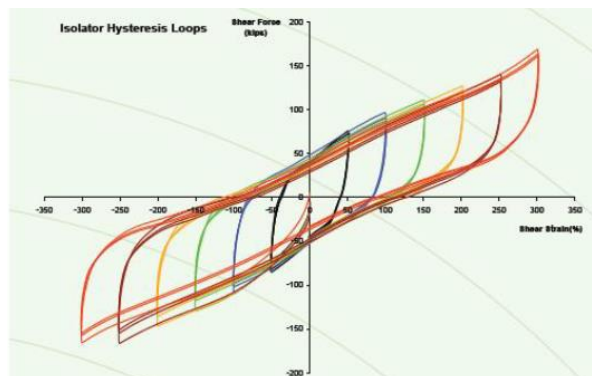
Se debe contar con una garantía por si hay daños dentro de los 15 años desde su instalación, los aisladores de reemplazo deberán ser provistos por el fabricante sin costo para el mandante.

### 8.3.3. Ensayos de los Aisladores

Se realizará ensayos en prototipos los cuales validaran las propiedades que el aislamiento otorga a la estructura, estos comprobaran la efectividad de los aisladores bajo cargas verticales y cargas laterales.

- **Pruebas de lazo histerético**

Esta prueba se realiza en una maquina diseñada para aplicar un desplazamiento de corte y también aplicar una carga axial al aislador en estudio. Dando como resultado un diagrama llamado lazo de histéresis, donde mostrará las fuerzas de corte y de desplazamiento lateral y el comportamiento del aislador ensayado a tensiones de hasta un 300% (Dynamic Isolation Systems, 2017).



**Figura 17:** Pruebas de lazo histerético.

Fuente: (Dynamic Isolation Systems, 2017)

- **Pruebas a grandes tensiones**

Los aisladores serán estudiados a grandes tensiones ya sean con o sin núcleo de plomo llegando a ser ensayados a mas de 400% de tensión por cortante, además se sabe que las deformaciones diseñadas para cortes típicos van de 200% a 250% (Dynamic Isolation Systems, 2017).

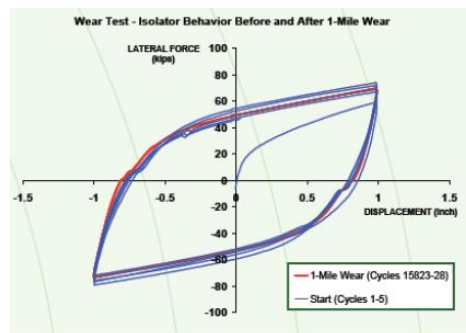


**Figura 18:** Pruebas a grandes tensiones.

Fuente: (Dynamic Isolation Systems, 2017)

- **Prueba de desgaste de 1 milla**

Este ensayo se realizará en el aislador con el propósito de conocer las expansiones y contracciones térmicas de su cubierta que se van a dar a lo largo de su vida útil (Dynamic Isolation Systems, 2017)



**Figura 19:** Prueba de desgaste de 1 milla.

Fuente: (Dynamic Isolation Systems, 2017)

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar Falconí, R., Almazán, J., Dechent, P., & Suárez, V. (2016).  *AISLADORES DE BASE ELASTOMÉRICOS Y FPS*. Quito, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Bambarén Alatrística , C., & Alatrística Gutiérrez, M. (2009). Estimación del impacto socioeconómico del terremoto en Pisco en el sector salud peruano. *Revista Médica Herediana*.
- Genatios, C., & Lafuente, M. (2016). *INTRODUCCIÓN AL USO DE AISLADORES Y DISIPADORES EN ESTRUCTURAS*. Caracas: CAF-Banco de Desarrollo de América Latina.
- Bambarén Alatrística, C. V., & Alatrística Gutierrez, M. (2007). Hospitales seguros ante desastres. *Revista Médica Herediana*.

- Boroschek, R. (2012). Los sistemas de aislación sísmica resuelven uno de los grandes problemas de la humanidad. *EMB-Construcción*, 3.
- Contreras Mojica, D. M. (2006). Renovando el hábitat en riesgo. *Red Revista INVI*.
- Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción. (2011). *Protección Sísmica de Estructuras*. Santiago de Chile: Trama Impresores S.A.
- Dynamic Isolation Systems. (2017).  *AISLAMIENTO SISMICO PARA EDIFICACIONES Y PUENTES*. NEVADA-USA: DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS.
- Dynamic Isolation Systems. (2007).  *AISLAMIENTO SISMICO PARA EDIFICACIONES Y PUENTES*. Nevada, USA: Dynamic Isolation Systems.
- E-030, Norma Técnica. (2016). *Diseño Sismorresistente*.
- Escobar, G. D. (2010). *MANUAL DE GEOLOGIA PARA INGENIEROS-SISMOS*. Colombia.
- Falconi, R. A. (2008). *Analisis sismico de edificios*. Quito: Escuela Politécnica del Ejército.
- Gomez, L. D. (2009). *Alternativas para la medición de impactos de los desastres naturales*. Colombia: Universidad de los Andes Colombia.
- INDECI. (2003). *MAPA DE PELIGROS DE SANTA ROSA*. Chiclayo: INDECI.
- Instituto Geofísico del Perú. (2012). *Conceptos Básicos*. Lima: H. Tavera.
- Instituto Geofísico del Perú. (2013). *Sismología*. Lima.
- Ministerio de transporte e infraestructura. (2005). *PROYECTO REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD ANTE DESASTRES NATURALES*. Nicaragua: DRM WORLD INSTITUTE FOR DISASTER RISK MANAGEMENT, INC.
- Nava, A. (1998). *Terremotos*. Mexico, D.F.: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA, S.A. DE C.V.
- Nieto, M. A. (2015). *SISMOLOGIA*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL, Facultad Regional Córdoba.
- O'Connor, S. H. (2008). Planeamiento urbano para la prevención de desastres naturales en Perú: un asunto territorial. *Urbano*.
- Reboredo, A. B. (1996). *EL ANÁLISIS DINÁMICO DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES*. Mendoza.
- RSN, R. S. (2014). *Sismología*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Saavedra, A. (2013). El poder de la aislación. *BIT*, 38.
- Tornello, M. E. (2012). *ARGENTINA Y SUS PRIMERAS EXPERIENCIAS EN LA PROTECCIÓN SÍSMICA MEDIANTE DISPOSITIVOS DE AISLAMIENTO SÍSMICO*. Argentina: Academia Nacional de Ingeniería.

## **X. ANEXOS**

### **Anexo 1: Matriz de consistencia**

| Realidad problemática                                                                                                                                                               | Objetivos                                                                                                                                                                                             | Población y muestra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>“PROPUESTA DE DISEÑO EN LA INFRAESTRUCTURA CON AISLADORES SISMICOS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO, CHICLAYO-2019”</p> | <p>Según el mapa de zonificación sísmica del Perú la ciudad de Chiclayo está ubicada dentro de una zona de sismicidad Intermedia a Alta, siendo vulnerable ante un evento sísmico (INDECI, 2003).</p> | <p>a) Identificar las propiedades o características de diseño del establecimiento de salud en la ciudad de Chiclayo.<br/> b) Diseñar la infraestructura del establecimiento de salud con aisladores sísmicos.<br/> c) Evaluar el establecimiento de salud con y sin aisladores sísmicos.<br/> d) Proponer recomendaciones para la instalación de los aisladores sísmicos.</p> <p>• Población: Hospital de niveles II y III en la ciudad de Chiclayo.<br/> • Muestra: Bloque del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.</p> |
| Formulación del problema                                                                                                                                                            | Diseño de investigación                                                                                                                                                                               | Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>¿El Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo se comportará estructuralmente de una manera más eficiente haciendo uso de aisladores sísmicos?</p>                               | <p>Se planea hacer uso de aisladores sísmicos en el diseño del hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, pues al ser una edificación esencial y</p>                                                 | <p>• <b>Técnicas:</b><br/> Investigación documental:<br/> A través de libros, normas y demás información que nos ayudan a entender la aplicación de</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Justificación del estudio                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

El ultimo sismo registrado en la ciudad de Chiclayo fue reportado este año con una magnitud de 4,5 pues está expuesta a sufrir las consecuencias de la actividad sísmica al encontrarse en una zona “4 y 3”, es por esto que en esta investigación propongo la aplicación de aisladores sísmicos en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo ,siendo una edificación esencial según la norma E-030, además estas necesitan continuar funcionales después de un evento sísmico para así salvaguardar la vida humana y los equipos que se necesitan para ello que incluso llegan a costar mucho más que la construcción misma del edificio hospitalario, pues son equipos de alta tecnología.

encontrarse en una zona sísmica aisladores sísmicos. vulnerable se ve obligada a usar o Observación: aislación sísmica según la última Se realizará estudios con ayuda del software actualización de la norma E-030, para Etabs para determinar si con reforzamiento con así asegurar que el hospital pueda aisladores hay cambios significativos en la resistir las amenazas sísmicas. estructura.

•Instrumentos:

- o Guía de procedimiento de evaluación: Se revisarán normas técnicas actualizadas e información acerca del tema y se aplicará en el estudio de la presente tesis.
- o Fichas de observación: Se tomarán los datos de los análisis a realizar a través del software Etabs para ser utilizados en el estudio de la presente tesis.

oValidación:

La validez de la presente tesis se determinará a partir de utilizar las herramientas como normas, softwares, etc. de una manera responsable y adecuada.

oConfiabilidad:

La confiabilidad de la presente tesis estará dada por la responsable y veraz digitalización de los parámetros correspondientes y realizando los ensayos con los procedimientos correspondientes para obtener datos confiables.

| Hipótesis | Variables | Aspectos éticos |
|-----------|-----------|-----------------|
|-----------|-----------|-----------------|

---

El uso de aisladores sísmicos mejorara el comportamiento estructural del Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.

- Variable dependiente: comportamiento estructural.
- Variable independiente: aisladores sísmicos.

En la presente tesis titulada: “Propuesta de diseño en la infraestructura con aisladores sísmicos para mejorar el comportamiento estructural del hospital nacional Almanzor Aguinaga Asenjo, Chiclayo-2019”, los ingenieros civiles deberán hacer cumplir las normas impuestas por el reglamento nacional de edificaciones además de supervisar la eficiencia de la construcción.

---

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: Realidad situacional

La ciudad de Chiclayo es una ciudad vulnerable, el último sismo registrado este año fue de una magnitud de 4,5 estando expuesta a sufrir las consecuencias de la actividad sísmica al encontrarse en una zona “4 y 3”, es por esto que en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo necesita ser reforzado al ser una edificación esencial según la norma E-030, debe continuar funcionando después de un evento sísmico para así salvaguardar la vida humana y los equipos que se necesitan para ello que incluso llegan a costar mucho más que la construcción misma del edificio hospitalario, pues son equipos de alta tecnología.

## Anexo 3: Ficha de observación en el área de estudio.

| FICHA DE OBSERVACION               |                                                                          |                   |    |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|
| AUTORA                             | BACH. ANA MARIA DEL ROSARIO QUISPE PEÑA                                  |                   |    |
| LUGAR                              | HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO, CHICLAYO.                    |                   |    |
| AREA DE INVESTIGACION              | ÁREA DE SÓTANO DEL HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO, CHICLAYO. |                   |    |
| DIMENSIONES                        | ITEMS                                                                    | OBSERVACION       |    |
|                                    |                                                                          | SI                | NO |
| MANTENIMIENTO                      | ZONA PARA ESTUDIOS Y TRABAJOS DE INGENIERIA                              | SI                |    |
|                                    | MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS                                | SI                |    |
|                                    | MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES SANITARIAS                                | SI                |    |
|                                    | MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTRICOS                                      | SI                |    |
|                                    | MANTENIMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES                                 | SI                |    |
|                                    |                                                                          |                   |    |
| PATOLOGIAS                         | FISICAS                                                                  | HUMEDAD           | NO |
|                                    |                                                                          | EROSION           | SI |
|                                    |                                                                          | SUCIEDAD          | SI |
|                                    | MECANICAS                                                                | GRIETAS Y FISURAS | SI |
|                                    |                                                                          | DESPRENDIMIENTOS  | NO |
|                                    |                                                                          | EROSION           | NO |
|                                    |                                                                          | DEFORMACION       | NO |
|                                    | QUIMICAS                                                                 | EFLORECENCIA      | NO |
|                                    |                                                                          | OXIDACION         | NO |
|                                    |                                                                          | CORROSION         | NO |
| DISPOSICIÓN PARA AISLACIÓN SÍSMICA | ESPACIO PARA COLOCACIÓN DE AISLADORES                                    | SI                |    |
|                                    | COLUMNAS DISPONIBLES PARA COLOCACIÓN DE AISLADORES                       | SI                |    |

## Anexo 4: Constancia de autorización para realizar el proyecto de investigación en el Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo.

CONSTANCIA N° 86

EL PRESIDENTE DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL  
NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO – RED ASISTENCIAL  
LAMBAYEQUE – ESSALUD, deja constancia

NIT: 1298 – 2018 – 10234

Que, la Gerencia de la Red Asistencial Lambayeque, autoriza la ejecución de Proyecto de Investigación que se detalla, el mismo que fue revisado y aprobado por el Comité de Investigación y el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Red Asistencial Lambayeque “Juan Aita Valle” – EsSalud, de acuerdo con la Directiva N° 04-IETSI-ESSALUD. Directiva que estable los Lineamientos de Regulación y Fomento de la Investigación en EsSalud.

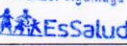
|                            |                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TITULO                     | “PROPUESTA DE DISEÑO EN LA INFRAESTRUCTURA CON AISLADORES SISMICOS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO, CHICLAYO-2019” |
| AUTOR (ES)                 | • BACH. ANA MARIA DEL ROSARIO QUISPE PEÑA                                                                                                                                    |
| ASESOR (ES)                | • ING. NIXON MACKIVER DIAZ DELGADO                                                                                                                                           |
| UNIVERSIDAD                | UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO                                                                                                                                           |
| ESCUELA                    | INGENIERIA CIVIL                                                                                                                                                             |
| MOTIVO DE LA INVESTIGACION | Optar Título de Ingeniero Civil                                                                                                                                              |
| AREA DE INVESTIGACIÓN      | AREA DE SOTANO DEL HOSPITAL NACIONAL ALMANZOR AGUINAGA ASENJO – RED ASISTENCIAL DE LAMBAYEQUE                                                                                |
| HORARIO                    | A determinar                                                                                                                                                                 |
| PERIODO                    | Del 23 de Agosto al 23 de Noviembre del 2019                                                                                                                                 |

Así mismo, el autor del mencionado Proyecto alcanzará al Área de Biblioteca – Red Asistencial Lambayeque, un ejemplar de la Tesis presentada.

Se expide la presente, para fines convenientes, ante las instancias correspondientes.

Chiclayo, 23 de Agosto del 2019

CCR/cva

  
**Dr. Carlos Isaías Cerrón Rivera**  
Coordinador del Centro de Investigación  
Hospital Nac. Almanzor Aguinaga Asenjo - RAL  


centroinvest.lambayeque@essalud.gob.pe

Plaza de la Seguridad Social s/n  
Chiclayo – Lambayeque – Perú  
Telf. (074) 481120 -Anexo 3507  
(074) 221555

Los planos necesarios para el estudio de la presente tesis se obtuvieron del centro de investigación del hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo- Red Asistencial Lambayeque-ESSALUD.

#### **Anexo 4: Panel fotográfico**



**Figura 19:** Bloque de estudio del hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo

Fuente: Elaboración propia

#### **Anexo 5: Planos**