



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Evaluación estructural y reforzamiento del Hospital  
Chiclayo Oeste con sistema de aislamiento de núcleo de  
plomo, Perú 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Laura Cutipa, Aldair Mayers Yaguert ([orcid.org/0000-0001-9572-9520](https://orcid.org/0000-0001-9572-9520))

**ASESOR:**

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo ([orcid.org/0000-0001-5207-4421](https://orcid.org/0000-0001-5207-4421))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

También dedico a mi hijo Thiago quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para el.

## **AGRADECIMIENTO**

El principal agradecimiento a Dios quien me a guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT: .....	ix
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación: .....	17
3.2. Variables y Operacionalización.....	18
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	20
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de Análisis.....	22
3.7. Aspectos Éticos .....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1 Resultados Estadísticos .....	35
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES .....	46
VII. RECOMENDACIONES .....	47
REFERENCIAS .....	49
Anexos .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CENTROS DE MASA Y RIGIDEZ.....	25
TABLA 2: DESPLAZAMIENTO RELATIVO.....	25
TABLA 3: DESPLAZAMIENTO RELATIVO.....	25
TABLA 4: PROPIEDADES DEL AISLADOR.....	29
TABLA 5: PARÁMETROS DINÁMICOS DEL AISLADOR.....	30
TABLA 6: DISEÑO UB EN X Y Y.....	34
TABLA 7: DISEÑO LB EN X Y Y.....	34
TABLA 8: DISEÑO UB EN X Y Y.....	35
TABLA 9: PRE DIMENSIONADO DE VIGAS EN X.....	55
TABLA 10: PRE DIMENSIONADO DE VIGAS EN Y.....	55
TABLA 11: DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS.....	56
TABLA 12: VERIFICACIÓN DEL CORTANTE SÍSMICO X Y Y.....	64
TABLA 13: VERIFICACIÓN DE CENTRO DE MASA Y RIGIDEZ.....	64
TABLA 14: DESPLAZAMIENTO RELATIVO EN X.....	65
TABLA 15: DESPLAZAMIENTO RELATIVO EN Y.....	65
TABLA 16: PERIODOS Y FRECUENCIAS.....	65
TABLA 17: MODOS DE VIBRACIÓN.....	66
TABLA 18: PRE DIMENSIONADO AISLADORES.....	78
TABLA 19: PROPIEDADES DEL AISLADOR.....	78
TABLA 20: PROPIEDADES DEL AISLADOR.....	80
TABLA 21: DIMENSIONES Y CÁLCULOS.....	80
TABLA 22: PROPIEDADES NOMINALES.....	81
TABLA 23: PROPIEDADES DE LA NORMA E0.31.....	82
TABLA 24: DESPLAZAMIENTOS DRIFT DISEÑO LB.....	87
TABLA 25: DESPLAZAMIENTOS DRIFT DISEÑO UB.....	88
TABLA 26: DESPLAZAMIENTOS DRIFT MÁXIMO LB.....	88
TABLA 27: DESPLAZAMIENTOS DRIFT MÁXIMO UB.....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DESEMPEÑO SÍSMICO ESTRUCTURAL (FUENTE: SEAOC 1995).....	10
FIGURA 2: EJEMPLOS DE CURVA DE CAPACIDAD (FUENTE: E.E. MUÑOZ).....	14
FIGURA 3: PUNTO DE DESEMPEÑO ESTRUCTURAL (FUENTE: XAVIER MARTÍNEZ).....	16
FIGURA 4: PRIMER MODO DE VIBRACIÓN (FUENTE: ETABS).....	23
FIGURA 5: SEGUNDO MODO DE VIBRACIÓN (FUENTE: ETABS).....	24
FIGURA 6: TERCER MODO DE VIBRACIÓN (FUENTE: ETABS).....	24
FIGURA 7: DIAGRAMA DE MOMENTOS ENVOLVENTE (FUENTE: ETABS).....	26
FIGURA 8: DISEÑO DE VIGAS (FUENTE: PROPIA).....	27
FIGURA 9: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN M3 (FUENTE: PROPIA).....	28
FIGURA 10: PRIMER MODO DE VIBRACIÓN AISLADOR (FUENTE: ETABS).....	31
FIGURA 11: SEGUNDO MODO DE VIBRACIÓN AISLADOR (FUENTE: ETABS).....	31
FIGURA 12: CURVA DE HISTÉRESIS NIVEL DE DISEÑO LB (FUENTE: ETABS).....	32
FIGURA 13: CURVA DE HISTÉRESIS NIVEL DE DISEÑO UB (FUENTE: ETABS).....	32
FIGURA 14: CURVA DE HISTÉRESIS NIVEL MÁXIMO LB (FUENTE: ETABS).....	33
FIGURA 15: CURVA DE HISTÉRESIS NIVEL MÁXIMO UB (FUENTE: ETABS).....	33
FIGURA 16: ARQUITECTURA DEL PROYECTO (FUENTE: PROPIA).....	54
FIGURA 17: ESPECTRO DE ANÁLISIS (FUENTE: PROPIA).....	58
FIGURA 18: MODO DE VIBRACIÓN 1 (FUENTE: ETABS V17).....	59
FIGURA 19: MODO DE VIBRACIÓN 2 (FUENTE: ETABS V17).....	59
FIGURA 20: MODO DE VIBRACIÓN 3 (FUENTE: ETABS V17).....	60
FIGURA 21: DEFINICIÓN DE REGISTROS HISTÓRICOS (FUENTE: ETABS V17).....	60
FIGURA 22: DEFINICIÓN DE LA MASA SÍSMICA (FUENTE: PROPIA).....	61
FIGURA 23: MODOS DE VIBRACIÓN (FUENTE: PROPIA).....	61
FIGURA 24: COEFICIENTES SÍSMICOS EN X (FUENTE: ETABS V17).....	62
FIGURA 25 COEFICIENTES SÍSMICOS EN Y (FUENTE: ETABS V17).....	62
FIGURA 26: ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA (FUENTE: ETABS V17).....	63
FIGURA 27: COMBINACIONES DE CARGA (FUENTE: ETABS V17).....	67
FIGURA 28: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE 1 (FUENTE: ETABS V17).....	67

FIGURA 29: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE 2 (FUENTE: ETABS V17).....	67
FIGURA 30: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE 3 (FUENTE: ETABS V17).....	68
FIGURA 31: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE 3 (FUENTE: ETABS V17).....	68
FIGURA 32: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE 4 (FUENTE: ETABS V17).....	68
FIGURA 33: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE 5 (FUENTE: ETABS V17).....	69
FIGURA 34: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE A (FUENTE: ETABS V17) .....	69
FIGURA 35: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE B (FUENTE: ETABS V17) .....	69
FIGURA 36: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE C (FUENTE: ETABS V17) .....	70
FIGURA 37: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE D (FUENTE: ETABS V17) .....	70
FIGURA 38: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE E (FUENTE: ETABS V17) .....	70
FIGURA 39: DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE F (FUENTE: ETABS V17).....	71
FIGURA 40: DISEÑO DE VIGAS 1ER PISO (FUENTE: PROPIA).....	72
FIGURA 41: DISEÑO DE VIGAS DEL 2DO PISO (FUENTE: PROPIA).....	73
FIGURA 42: DISEÑO DE VIGAS DEL 3ER PISO (FUENTE: PROPIA).....	74
FIGURA 43: CASOS DE CARGA COLUMNAS (FUENTE: PROPIA).....	75
FIGURA 44: DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN MOMENTO AXIAL (FUENTE: PROPIA).....	76
FIGURA 45: DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN MOMENTO AXIAL (FUENTE: PROPIA).....	76
FIGURA 46: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN M3 (FUENTE: PROPIA) .....	77
FIGURA 47: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN M2 (FUENTE: PROPIA) .....	77
FIGURA 48: PLANCHA DE APOYO (FUENTE: PROPIA).....	79
FIGURA 49: VISTA EN ALTURA DEL AISLADOR (FUENTE: PROPIA).....	79
FIGURA 50: REPRESENTACIÓN GRÁFICA (FUENTE: PROPIA).....	81
FIGURA 51: MODELO DEL ASILAMIENTO SÍSMICO (FUENTE: ETABS V17).....	83
FIGURA 52: MODO DE VIBRACIÓN 1 (FUENTE: ETABS V17).....	83
FIGURA 53: MODO DE VIBRACIÓN 2 (FUENTE: ETABS V17).....	84
FIGURA 54: HISTÉRESIS NIVEL DE DISEÑO LB (FUENTE: ETABS V17).....	85
FIGURA 55: HISTÉRESIS NIVEL DE DISEÑO UB (FUENTE: ETABS V17) .....	86
FIGURA 56: HISTÉRESIS NIVEL DE MCE LB (FUENTE: ETABS V17).....	86
FIGURA 57: HISTÉRESIS NIVEL DE MCE UB (FUENTE: ETABS V17).....	87

## RESUMEN

El aislamiento sísmico de núcleo de plomo ha venido a ser una de las propuestas de sistema de aislamiento sísmico más interesantes durante estos últimos años, dado que la investigación actual ha demostrado que tienen gran manejo de propiedades físicas y de poca dimensión, es por ello que es ideal en proyectos de edificaciones, los cuales usan dispositivos de manera más puntual y ubicada en ciertas zonas de la estructura, en este caso se plantea el uso de aislamiento en todas las columnas para evitar el levantamiento o tracción en los elementos, aun cuando este sistema a diferencia de otros puede resistir la tracción de manera correcta, la aplicación del sistema de aislamiento logro una reducción de hasta el 70%, inicialmente se contaba con derivas máximas en X y Y de 11.6/1000 y de 10.5/1000.

Por ello se concluye que el dispositivo es perfecto para su uso en edificaciones concluyendo con una deriva de 2.185/1000 y 2.298/1000 en la otra dirección, en base a ello es que se especifica que las derivas han bajado considerablemente.

**Palabras clave:** Aislamiento sísmico, Diseño por desempeño, Diseño Sísmico, Aislador de Núcleo de Plomo, Estructuras.

## **ABSTRACT:**

Lead core seismic isolation has become one of the most interesting seismic isolation system proposals in recent years, since current research has shown that they have great handling of physical properties and small dimensions, which is why it is ideal in building projects, which use devices more punctually and located in certain areas of the structure. In this case, the use of insulation is proposed in all the columns to avoid lifting or traction on the elements, even when this unlike others, the system can resist traction correctly, the application of the isolation system achieved a reduction of up to 70%, initially there were maximum drifts in X and Y of 11.6/1000 and 10.5/1000.

For this reason, it is concluded that the device is perfect for use in buildings, concluding with a drift of 2,185/1000 and 2,298/1000 in the other direction, based on this, it is specified that the drifts have decreased considerably.

**Keywords:** Seismic Isolation, Design for Performance, Seismic Design, Lead Core Isolator, Structures.

## **I. INTRODUCCIÓN:**

Los sismos en Latinoamérica han formado parte del problema de construcción a nivel local y en diversas partes del mundo, es por ello que diversas soluciones e identificación de problemas más puntuales han salido a la luz (A Manchalwar, 2019), por un lado se tiene la mejora en la localización de las zonas sísmicas y como estos afectan las estructuras, con ello determinando el peligro sísmico que tienen las estructuras en diversas partes del planeta (Ashwin, 2020), para lo cual el cinturón de fuego del pacifico juega un rol importante, colocando este mismo como el principal causante de todo fenómeno sísmico en Latinoamérica y en concreto en el Perú, es por ello que se espera que la solución a todos los problemas sísmicos consista en la propuesta y verificación de todas las zonas sísmicas en Latinoamérica (Chavez, 2021), determinando el nivel de peligro sísmico y extrapolando este problema a un sismo de diseño para las normativas de todos los países involucrados, de la misma manera para el Perú, es necesario realizar nuevos cálculos y estimaciones del peligro sísmico, dado que este se modifica con los cambios en las propiedades sísmicas del lugar, por ejemplo las modificaciones en los suelos, clima y otros, afectan los niveles de peligro sísmico que se pueden esperar en determinada zona (Genatios & Lafuente, 2016), es necesario realizar estos estudios sísmicos y actualizar el sismo de diseño cada cierta cantidad años, no solo para el Perú, sino para todos los lugares con problemas sísmicos, por otro lado nuevas teorías de como predecir sismos y de recolectar la data de los mismos han salido a la luz, cada uno de estos busca poder estimar mejor la demanda sísmica sobre una edificación, (Ashwin, 2020) dejando como otro problema la mejora del problema frente a

dicha demanda, este es el problema que será tratado después, dado que la determinación de la carga sísmica por si sola ya es un problema bastante complejo.

Como segundo problema relacionado al problema sísmico intrínseco de las zonas sísmicas del Perú, se tiene otros problemas, los cuales radican en la gran cantidad de edificaciones de origen no controlado, estos mismos no cumplen con los requisitos básicos de construcción estable y segura según el reglamento nacional de edificaciones del Perú, (Quiroz, 2016) dado que estas mismas son producto de autoconstrucción o de construcciones informales, el primer caso es producto de construcciones realizadas por el hombre común, este tipo de edificaciones no tienen ni mano de calidad en la ejecución, (Marín, 2019) dado que ni mano de obra calificada ha participado en su elaboración, la autoconstrucción es un problema nato de la sociedad y esta intrínseco en la pobreza que tienen grandes sectores de la población en el Perú, ello puede ser verificado mediante los censos del Perú, los cuales si bien no hacen análisis sísmicos en todo el Perú, (Genatios & Lafuente, 2016) realizan una estimación de los problemas y materiales que tienen las edificaciones a simple vista, encontrando que en las zonas más pobres del Perú, se tienen viviendas de calamina e incluso viviendas con material noble como el adobe u otros derivados de materiales frágiles, e incluso el sillar con mortero único como ladrillo, no es buen material para poder diseñar en base a las especificaciones de la norma E0.30, (Japan Meteorological Agency, 2022) la mayoría de los pobladores se basan en los dimensionamientos clásicos que han podido ver en viviendas de características similares, sin embargo cuando uno utiliza material

como el sillar o el adobe, las dimensiones de estos materiales crecen bastante, dado que no es posible desarrollar ductilidad, lo cual los vuelve materiales difíciles de tratar y con problemas frágiles que deben ser tratados con cuidado. Aun asumiendo que las estructuras han sido diseñadas con los últimos códigos y con un buen control de obra, estas bajo la filosofía de diseño actual no pueden asegurar un cumplimiento de los parámetros y estándares necesarios que pide la norma E0.30, (S Zarinkamar, 2021) es por ello que se deben de diseñar con sumo cuidado y con criterios anti sísmicos.

La seguridad estructural en edificaciones a lo largo del mundo han venido a ser un tema importante a tratar en cada una de las convenciones e incluso las investigaciones más relevantes en la actualidad, proponer nuevos sistemas de protección sísmica está siendo considerado como el futuro de la ingeniería estructural, dado que el fenómeno sísmico es altamente impredecible, (Ñaipas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018) se ha propuesto contrarrestar la fuerza sísmica en vez de atacar la estructura, ello ha llevado a varias propuestas de solución dentro de las cuales se tiene los sistemas de aislamiento sísmico.

El Perú está ubicado en zona sísmica, ello lo vuelve vulnerable a movimiento sísmicos, la razón por la que el Perú es zona sísmica es su ubicación en el cinturón de fuego del pacífico, (ABANTO, 2017) lo cual ocasiona movimiento sísmico en diversas partes del Perú, en ciertas zonas más movimiento que en otras, actualmente no se tiene registros de sísmicos, sin embargo esta vulnerabilidad puede ser tratada por la protección de las edificaciones, normas internacionales a nivel mundial han propuesto como solución económica el uso de edificaciones empotradas con un diseño parametrizado, (Guendelman,

2014) lo cual se ha venido practicando durante varios años y ha funcionado relativamente bien, sin embargo estos elementos pueden tener problemas de funcionamiento, dado que se basan en el correcto armado y cálculo de elementos de protección sísmica, como rotulas plásticas y cuantías de acero en elementos de concreto armado, (Jinkoo Kim, 2020) en caso de no detallar correctamente estos elementos, se corre el riesgo de tener problemas con la disipación de la energía, este problema de armado se reduce al utilizar sistemas de protección, dichos sistemas no necesitan un control de armado, dado que son comprados directamente ensamblados y solo es necesario colocarlos en obra, además de tener efectos beneficiosos para las estructuras (A Rahmzadeh, 2018).

Basándonos en todo lo explicado el problema principal es: **¿Cómo evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con sistema de aislamiento de núcleo de plomo?**, en los problemas específicos tenemos: ¿Cuál es el estado actual del hospital Chiclayo Oeste?, ¿Cómo ubicar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste?, ¿Cómo diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste?

Donde se **justifica**, que para poder proteger una estructura con calificación esencial según la norma E0.30 se debe de aplicar métodos más avanzados de protección sísmica, es por ello que se plantea aislar el hospital utilizando sistema de protección sísmica, este mismo mejora el comportamiento estructural, aumentando el periodo fundamental y reduciendo el cortante sísmico de la estructura, también se modifica la rigidez en la base, lo que

ocasiona que esta se mueva de manera lateral sin ningún tipo de restricción, las normas a nivel mundial aceptan este tipo de diseños, es por ello que se propone adaptar la infraestructura existente y modificarla para tener el sistema de aislamiento.

**Socialmente**, El aplicar un sistema de protección sísmica tiene varios beneficios, dentro de los cuales el dejar una estructura con poco daño, casi nada de daño, aun cuando ocurran sismos con grandes cantidades de liberación de energía, lo cual justifica el uso de estos dispositivos, dado que dejan una estructura para uso libre a la sociedad, las cuales son de gran utilidad luego de un sismo a grandes magnitudes, cuando las personas que han tenido problemas en sus estructuras y ha habido grandes pérdidas materiales e incluso accidentes, todas las personas que necesiten tratamiento médico, puedan atenderse sin ningún problema.

**Económicamente**, El mantener una estructura libre de daños, perdida de instrumentos y de posibles reparaciones, permite ahorrar dinero en las reparaciones y compra de nuevos instrumentos u otros para un hospital, así como los días que se necesita para poder rehabilitar el hospital que ha sufrido daños, todo esto significa un ahorro de dinero y de recursos en el hospital.

**Científicamente**, El diseño de estructuras de acero cuenta con una razón de ser, el refuerzo por corte y por torsión de manera superior al caso convencional, donde solo se colocarían refuerzo en base a lo suficiente y necesario para resistir las fuerzas está basado en la degradación de los elementos a flexión, luego de haber guiado el deterioro de los elementos a flexión, descuidando la

resistencia a flexión, se procede a ubicar las zonas de falla, ello se logra descuidando o reforzando de manera particular ciertas zonas de la estructura, los cuales zonas de plastificación, ello lleva a una extensa teoría y aproximación muy precisas de como poder determinar la ubicación de estas zonas y como protegerlas, estas teorías han demostrado no ser tan precisas ni ser la mejor opción, es por ello que se propone técnicas de evitar la figuración y daño de elementos estructurales.

**Teóricamente**, La solución a un problema de diseño está basada en la modificación del mismo, es por ello que la metodología convencional de diseño tiene falencias, al considerar solamente elementos de concreto armado como todo el sistema de disipación, además de confiar plenamente en ellos para la disipación de energía, el nuevo enfoque consiste en desviar las propiedades de resistencia al sismo, sin tratar de soportar totalmente el sismo utilizando degradación de la estructura, por ejemplo el aislamiento sísmico permite el movimiento lateral en la base, bajando la energía del sismo, así como la respuesta por una variación de la rigidez en la estructura.

En base a todo ello se plantea los objetivos siguientes, como **objetivo general**: “Evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con aislamiento sísmico de núcleo de plomo.”, junto con los siguientes **objetivos específicos**: Identificar el estado actual del Hospital Chiclayo Oeste, Ubicar un sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste, Diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste.

Es por ello que el objetivo principal del proyecto es de: Evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con sistema de aislamiento de núcleo de plomo.

El cual consiste en primero evaluar el estado actual de la edificación a base empotrada, para luego añadirle los dispositivos de aislamiento sísmico, lo cual requiere de los siguientes pasos y objetivos específicos para estar completo:

Determinar el estado actual del hospital Chiclayo Oeste

Ubicar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste

Diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste

Donde la **hipótesis principal** es: Se puede evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con aislamiento sísmico de núcleo de plomo.

Lo cual muestra las siguientes **hipótesis específicas**:

Se puede determinar el estado actual del hospital Chiclayo Oeste

Podemos ubicar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste

Es posible diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes Internacionales

El trabajo de (Portillo Rivas, 2019) en la tesis “**DESEMPEÑO SÍSMICO DE AISLADORES CON NÚCLEO DE PLOMO EN PUENTES CON PILAS FLEXIBLES DE HORMIGÓN ARMADO**”, para este estudio se van a verificar columnas con 3% de acero con los valores de cortante y de momento en los elementos, se están usando valores de aceleración de 0.24g y 0.40g para

evaluar la fluencia de los elementos elementos de concreto armado, por otro lado esta eficacia en la ductilidad de los elementos se reducir mientras la altura de la viga baja, esto por la forma más cuadrada que adopta el elemento, es por ello que se estudian los efectos de la reducción de la altura sobre los parámetros de ductilidad.

En la tesis de **(García Santiago, 2021)**, **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO CON Y SIN AISLAMIENTO SÍSMICO EN LA BASE”**, en la que se realiza una análisis comparativo de las propiedades dinámicas de una estructura a base empotrada y la misma estructura con aisladores sísmicos, estos elementos modifican totalmente la estructura y su funcionamiento con respecto al empotramiento, la primera modificación radica en el periodo de la estructura, el cual no es tan alto como el periodo de la estructura a base aislada

### **Antecedentes Nacionales**

En la tesis **(Pérez Barreto, 2019)** **“AISLADORES ELASTOMERICOS CON NUCLEO DE PLOMO EN LA REDUCCION DE DAÑOS SISMICOS EN EDIFICACIONES ESENCIALES, SURCO-LIMA”**, En este proyecto se busca identificar cuáles son los resultados de las aplicaciones del aislador de núcleo de plomo frente a sísmicos par a un grupo de edificaciones de Santiago de surco, Lima 2019, contando con una hipótesis que afirmaba la reducción de daño en edificaciones esenciales por el movimiento en la base, se concluyó que dicho sistema reduce grandemente los desplazamientos relativos,

aumentando el desplazamiento total del primer piso, aumentando la aceleración y con ello reducir la energía que se puede producir.

En la tesis (Villagómez Molero, 2021) “**LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES SÍSMICAMENTE AISLADAS EN EL PERU, con los autores DIEGO VILLAGÓMEZ MOLERO**”, se realiza una recopilación de todas las técnicas referentes a sistemas de aislamiento, lo cual deja algunas propuestas de ideas para la norma sísmica peruana, también nos da indicios de posibles problemas que tiene la misma, se toca el tema de aisladores de núcleo de plomo, sin embargo solo se proponen varias ecuaciones para poder verificar algunas propiedades y posibles problemas que este tipo de elementos pueden tener, algunos de ellos tratan de las fuerza de tracción, pandeo y desgaste con el tiempo de funcionamiento, así como resistencias y rigideces efectivas, por otro lado se hace propuestas en el cortante de diseño a tomar para el diseño de estos elementos.

## **Enfoques Conceptuales**

### **Comportamiento estructural**

Según (MA Fathali, 2020). , se define **Comportamiento estructural**, como el desempeño estructural de los edificios se basan en la degradación gradual de los elementos mediante la combinación cíclica del sismo y las aceleraciones en cada uno de los elementos, estos sirven para poder unas fuerzas de diseño y poder agregar reforzamiento estructural en dichos elementos con el fin de que la degradación ocurra de manera progresiva, el refuerzo en elementos columna, viga y otros radica en poder resistir las fuerzas dañinas en base a

comportamiento y poder dañarse en base a las fuerzas menos críticas o más estables al momento de ocurrir daño, de esta manera las estructuras se refuerzan a corte, permitiendo que la flexión ocurra en los elementos y sea esta la que lleva a la fluencia a cada una de las estructuras, en base a todo esto se han propuesto límites de deformación, para los cuales se considera un estado de daño, por ejemplo como se puede ver en la imagen hay un nivel de deformación que indica operacional, control de daños, seguridad de vida, prevención de colapso y colapso, se va a explicar cada uno de estos límites.



*Figura 1: Desempeño Sísmico Estructural (Fuente: SEAOC 1995)*

### **Nivel de Desempeño: Operacional**

Según (A Rahmzadeh, 2018) se define **Nivel Operacional**, como las bajas deformaciones en los elementos estructurales, es por ello que los mismos no tienen daños que comprometan el funcionamiento o la operación de todos los servicios que se proveen en estas estructuras, el nivel operacional muchas veces es definido para edificios importantes, los cuales indican el nivel de importancia que tienen, costo y otros factores en la determinación del nivel de

desempeño sísmico que tiene la estructura, con ello el nivel operacional es el nivel que solo se espera lograr en estructuras con comportamiento importante y para salvaguardar el daño en estructuras.

### **Nivel de Desempeño: Control de Daños**

Se puede definir según (Ashwin, 2020), **Nivel Control de Daños**, como cuando una edificación recibe un cierto nivel de daño, sin embargo este nivel de daño no es significativo, ya sea porque compromete el performance de la edificación o por la necesidad de reparaciones, el nivel de daño inicial es el que controla este nivel de desempeño sísmicos, para niveles más grandes se tiene que realizar reparaciones estructurales, se pueden permitir daños en elementos no estructurales y en elementos estructurales se puede permitir daños menores, como un desprendimiento de la cobertura del concreto, también se puede realizar control de daño en elementos más grandes, sin embargo el punto límite en la cantidad de daño varía para cualquier tipo de estructura, importancia y sistema estructural, estos puntos de desempeño aún están en estudios.

### **Nivel de Desempeño: Control de Seguridad**

Se puede definir según el autor (Chavez, 2021), el **Nivel de Control de Seguridad de Daños**, como el nivel de control de seguridad implica que ya se tienen daños en los elementos estructurales y que los elementos no estructurales han sido dañados considerablemente, esto lleva considerar que tan seguro es la estructura con tantos daños, este nivel difiere del próximo nivel que es prevención de colapso, dado que el nivel de daño puede no ser tan largo,

como se puede ver en la imagen se está considerando que la estructura tiene una capacidad inelástica bastante grande, sin embargo para estructuras que no han sido correctamente diseñadas o que no tienen niveles de daño tan largos ello puede llegar a que los niveles de prevención de colapso y seguridad de vida estén muy cerca y sea difícil de evaluar las estructuras.

### **Nivel de Desempeño: Prevención de Colapso**

Se puede definir según el autor (S Gholizadeh, 2020). **Nivel de Prevención de Colapso**, como el nivel que se basa en proteger la estructura para que esta no adquiera grandes cantidades de daño, la prevención de colapso esta expresada con un drift máximo que puede tener cada uno de los pisos, estas verificaciones son muy importantes de realizar, dado que nos dan una idea del nivel de carga lateral que puede soportar un sismo, asimismo nos dice las deformaciones con su probabilidad de ocurrir para dichas fuerzas, considerando que se debe tener grandes ductilidades, sino estas verificaciones pierden sentido porque el nivel de prevención de colapso y seguridad de vida terminarían están bastante juntos.

### **Ductilidad**

Se puede definir **Ductilidad** según el autor (S Auyeung, 2019), como la propiedad que define que tanto una estructura es capaz de aguantar luego de pasar a un límite de fluencia, esta se puede deformar normalmente hasta unos 8 veces de lo normal, dependiendo del tipo de sistema estructural que se tiene, por ejemplo

la norma peruana considera que el desplazamiento máximo alcanzado para una estructura a porticada esta hasta 8 veces el desplazamiento del nivel de fluencia, sin aumentar el cortante respectivo, para estructuras de muros, se tiene un nivel de desplazamiento de hasta 6 veces más del nivel de fluencia, sin embargo estos resisten un cortante aun mayor, para sistemas mixtos el valor es intermedio, se tiene un valor esperado de 7 veces mayor al convencional, finalmente para otro tipo de sistemas no considerados se puede realizar pruebas y verificar la cantidad de desplazamiento y los niveles máximos que pueden lograr a tener los mismos.

Algunas de las curvas de capacidad y su forma respectiva se pueden ver en la imagen siguiente, como se puede ver los ensayos muestran valores máximos de cortante y valores similares de desplazamiento, los cual es acorde a los resultados esperados.

El diseño de elementos de concreto armado se basa en diseñar a cada uno de los elementos de tal manera que a curva final tenga capacidad de deformación sin la necesidad de aumentar el cortante, para un nivel específico, si se usa un cortante aun mayor, se espera que tenga una plastificación menor, pero aun en rango aceptable.

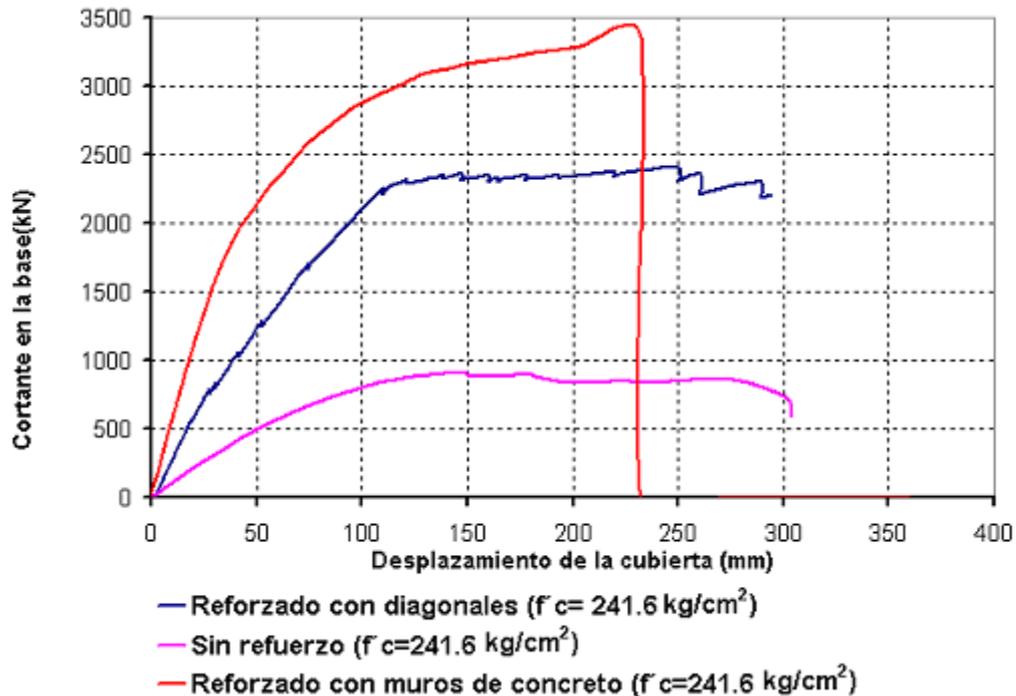


Figura 2: Ejemplos de Curva de Capacidad (Fuente: E.E. Muñoz)

### Punto de desempeño

Según el autor (V Mokarram, 2018), se puede definir, **Punto de desempeño**, El punto de desempeño es un indicativo de la cantidad de deformación que resultad de un nivel de cortante, el cual es representativo de un sismo, generalmente este análisis se realiza cuando se quiere verificar que una estructura soporta un nivel adecuado de sismo, este nivel de sismo se define estadísticamente según periodos de retorno y el tiempo que ocurren en un determinado periodo de tiempo, es por ello que se define por la zona y por la norma que se está estudiando o usando para el trabajo, finalmente el método para calcular este punto de desempeño se basa en poder comparar el nivel de aceleración que ocurre sobre la estructura, frente al nivel de fuerza que ocurre o que puede soportar la estructura, se sabe que para cambiar una aceleración

a fuerzas es solo necesario hacer uso de una aceleración con la masa del objeto, es por ello que ambos casos son equivalentes.

Como se puede ver en la imagen, la intersección entre un espectro de aceleraciones y la curva de capacidad de la estructura, da producto a un punto, el cual es conocido como el punto de desempeño, este mismo se va calculando con las propiedades de amortiguamiento real predicho de la estructura, es por ello que se puede decir que hay varios niveles de desempeño para distintos niveles de sismos, los cuales son definidos por distintos niveles de aceleraciones y varias probabilidades de ocurrencia. (S Gholizadeh, 2020) ,

Algunas recomendaciones nos dan porcentajes para indicar el lugar donde este punto cae con respecto al punto máximo, esto para ubicar los niveles de daño que puede tener la estructura, finalmente se puede decir que modificar estos puntos trae aumentos de rigidez o de ductilidad, lo cual modifica el nivel máximo de deformación que una estructura es capaz de resistir con el refuerzo y condiciones que tendrá en dicho momento, a su vez esta curva de capacidad es dependiente del tiempo, sobre todo en concreto armado, si uno quiere calcular una curva de capacidad real, deberá de estudiar correctamente las propiedades del material en la estructura. (S Auyeung, 2019).

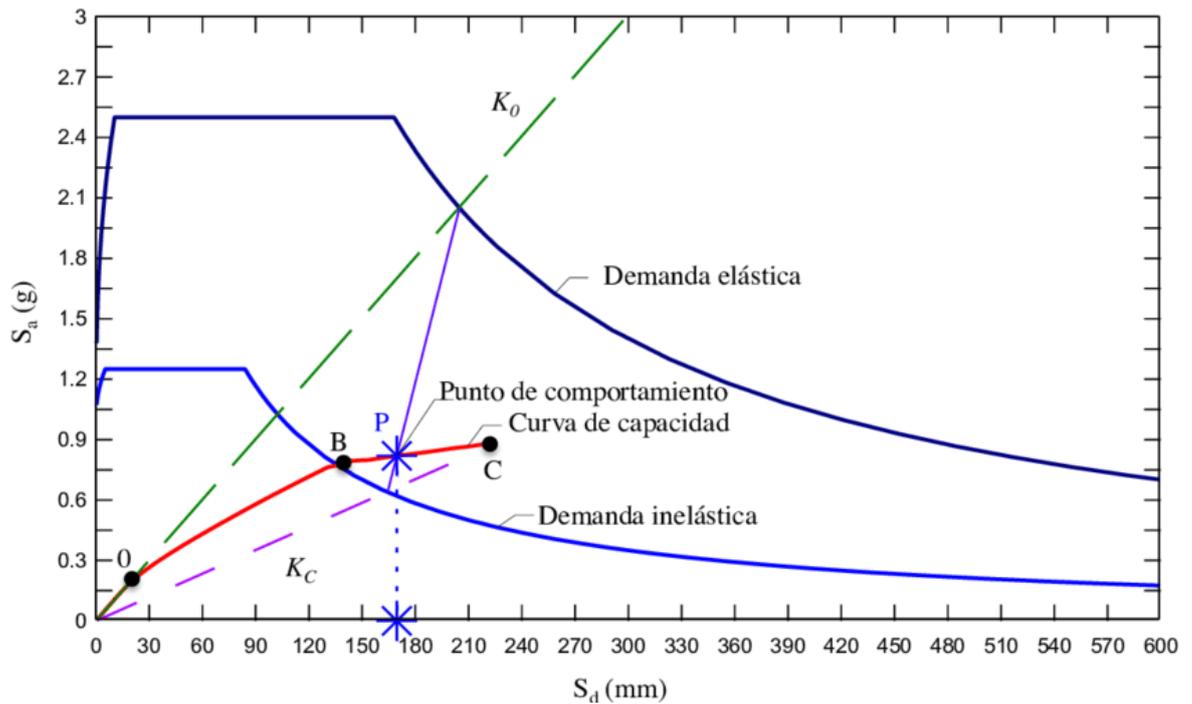


Figura 3: Punto de Desempeño Estructural (Fuente: Xavier Martínez)

### Sobre resistencia

Según el autor (L Micheli, 2019), se puede definir la **sobre resistencia** es la cantidad extra que llega a tener una estructura al modelar su curva de capacidad, esta cantidad de incremento en la resistencia se debe muchas veces al confinamiento de los elementos, incerteza en los materiales y la alta ductilidad de los elementos, los materiales como el acero pueden ayudar a este incremento de sobre resistencia, generalmente en las normas peruanas estos niveles de sobre resistencia son ligeramente considerados, dado que no son muy buenos para un correcto desempeño estructural, las estructuras deben de someterse a varios niveles de sismo, los cuales construyen con cierta probabilidad la cantidad de daño que esta misma tendría frente a un evento real.

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de la Investigación:**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es del tipo aplicada tiene por objetivo resolver problemas particulares y enfocarse en encontrar soluciones a problemas del estado de arte, considerando que el conocimiento es limitado para las personas y es por ello que debe ser absuelto. (Mendoza, 2018).

##### **Enfoque de la Investigación**

En base a (Lerma, 2016), el enfoque de la investigación es del tipo cuantitativo, dado que la variable principal y las dependientes pueden ser medidas en términos cuantitativos, controlando dichos resultados para ver e tipo de resultado que la estructura obtiene, que a su vez está relacionado con el nivel de desempeño sísmico alcanzado.

##### **Diseño de Investigación**

Según (Mendoza, 2018) El desarrollo es no experimental transversal descriptivo. Dado que no se modifican las condiciones del sujeto en estudio, sino se estudian las propiedades dinámicas, se encuentran y describen problemas, para finalmente proponer una posible mejora.

##### **Alcance de la Investigación**

Según (Mendoza, 2018) El alcance de la investigación es del tipo correlacional, dado que se busca detallar el funcionamiento mediante la descripción de las variables aplicadas y su relación con otras variables, calculando la correlación que tienen ambos elementos, así como la modificación en base a la configuración y el cambio de las condiciones del entorno.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variable Independiente**

La Estructura Existente, la cual considera las dimensiones, planos y estructura actual del proyecto, el cual será el objeto del estudio para la propuesta de mejora estructural.

#### **Variable Dependiente**

La variable dependiente consiste en la propuesta de reforzamiento estructural, la cual quedara en un diseño, no se realizara una ejecución de la misma en este proyecto.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población.**

Según (Lerma, 2016) la población del proyecto consiste en todas las estructuras del tipo esencial nivel A de la norma peruana, de las cuales se tomara la estructura en análisis.

## **Muestra.**

Según (Ñaipas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2018) se define al procesos de muestreo como a la elección de una estructura objetivo de la población, la cual en este caso viene a ser el hospital Chiclayo.

## **Muestreo.**

El tipo de muestreo que se realiza es del tipo no probabilístico, sino determinístico, esto porque las estructuras deben ser reforzadas basadas en las deficiencias que tienen, lo cual se da en casos puntuales, el muestreo es único y determinista.

## **Criterio de Selección:**

Para la selección e la estructura se ha usado la norma E0.30 y E0.60, para poder seleccionar la estructura en análisis, dado que la misma no cumple totalmente la norma y tiene problemas, es por ello que necesita un reforzamiento.

## **Criterio de Exclusión:**

Las estructuras que no entrarían en este tipo de problema serían las estructura que cumplen la norma E0.60 y E0.30, por ello no es necesario modificar su comportamiento añadiendo estructuras extra para el cambio dinámico, este tipo de reforzamientos es solo para estructuras que las necesiten.

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

#### **Técnicas:**

Las técnicas de recolección de datos son puramente de inspección visual y análisis de resultados, los cuales se obtiene mediante los siguientes procedimientos:

- Análisis Estructural Sísmico Estático
- Análisis Estructural Sísmico Dinámico
- Diseño Sismo resistente Norma E0.30
- Diseño de Aislamiento sísmico Norma E0.31

#### **Instrumentación:**

Según Neil y Cortez (2017) Los instrumentos para recoger y almacenar la información se encargan de procesar la información, así como servir de guía para el proceso.

- Microsoft Excel, se harán uso de hojas de cálculo para el diseño del aislador, así como para las verificaciones correspondientes al sistema de protección, las cuales salen de ETABS y están hechas para poder ser exportadas e importadas en un hoja de Excell.
- Software ETABS, Se usara para armar el modelado numérico lineal y no lineal, para la verificación estática de la estructura y para la verificación no lineal del sistema de aislamiento.
- Software SeismoMatch, Para realizar el filtrado, corrección de base y escalamiento del sismo y su inclusión dentro del software especializado.

- Normas técnicas Peruanas, (E.020, E.030, E0.31 y E.060).

### **Técnicas Estadísticas**

Se hará uso de una verificación por valores máximos, según la norma E0.30 y E0.31, lo cual lleva a que la estructura tenga límites máximos permitidos de desplazamientos, con ello controlar todo lo demás, no se harán otro tipo de verificaciones, dado que según la norma E0.30 es suficiente con dicha verificación.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento de análisis se hará de la siguiente manera:

Proceso de análisis:

- Primero se va realizar un levantamiento de los planos arquitectónicos y estructurales, así como una inspección de la estructura existente, con el fin de corroborar la información recopilada.
- Se realizara un modelo matemático de la estructura en las condiciones existentes, la cual se someterá a las cargas de diseño estipuladas en la norma E0.20 y E0.30, verificando los resultados según los lineamientos de las normas E0.30.
- Se evaluara las zonas más frágiles de la estructura, así como las que tiene problemas de no cumplir la norma, con ello se propondrá la ubicación del sistema de aislamiento.
- Se diseñara el sistema de aislamiento con las cargas y los problemas encontrados en la estructura analizada, se verificara la misma frente a un grupo de sismos de análisis, los cuales determinaran si la estructura es capaz de resistir dichas cargas sísmicas.

- Se evaluará la estructura y su nuevo comportamiento con el sistema de protección sísmica colocado.

Se van a verificar cada uno de los pasos en base a los resultados respectivos, dado que la mayoría de estos pasos son iterativos y de diseño, por ello hay que probar con varios elementos, para finalmente considerar los resultados.

### **3.6. Método de Análisis**

Los métodos de análisis utilizados para este proyecto comprenden los análisis no lineales, análisis lineales y los diseños respectivos que se van a realizar a cada uno de los elementos, como los elementos de concreto armado y los aisladores sísmicos, estos métodos de análisis son puramente estructurales y no dependiendo del tipo de análisis estadístico que se quiera realizar dado que la norma realiza análisis determinísticos y es por ello que no cuenta con ningún tipo de aleatoriedad inmersa en dichos cálculos.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Se han seguido los siguientes principios éticos para poder desarrollar el proyecto:

#### **Respeto por la propiedad intelectual.**

Todo documento, idea o párrafos extraídos de otros libros han sido citados y especificado la idea proveniente del autor, también se han citado imágenes y tablas que no sean propiedad o elaboración propia del tesista.

#### **Honestidad.**

Se han realizado los cálculos, análisis y experimentación sin la modificación de resultados, manipulación de los mismos o algún tipo de cambio en dichos valores,

considerando que la estructura deberá de estar totalmente intacta al momento de haber realizado dichos cálculos.

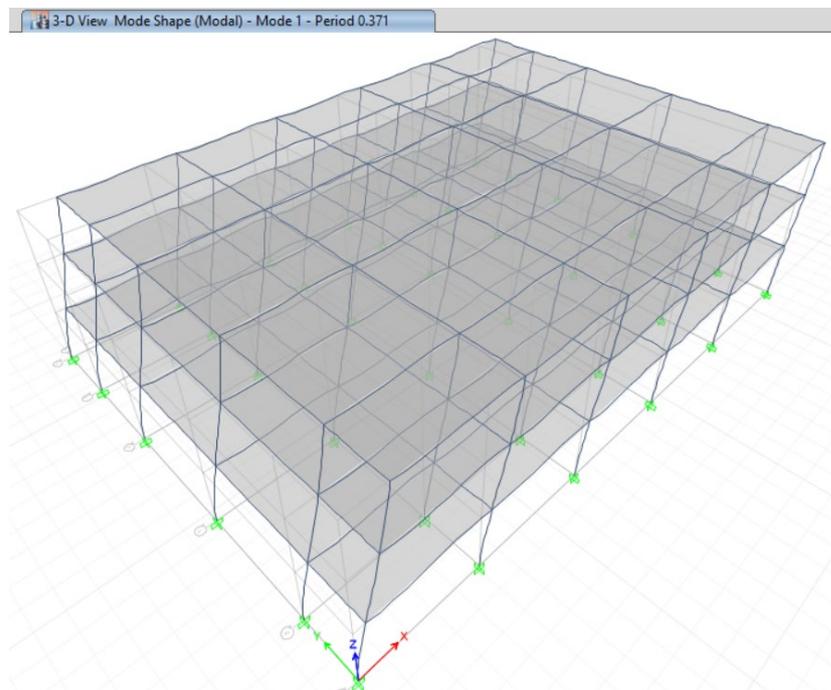
### **Responsabilidad Social.**

La responsabilidad social del proyecto consiste en evaluar una estructura existente y poder habilitarla para que las condiciones de vida y las condiciones de la estructura luego de un sismo sean las adecuadas.

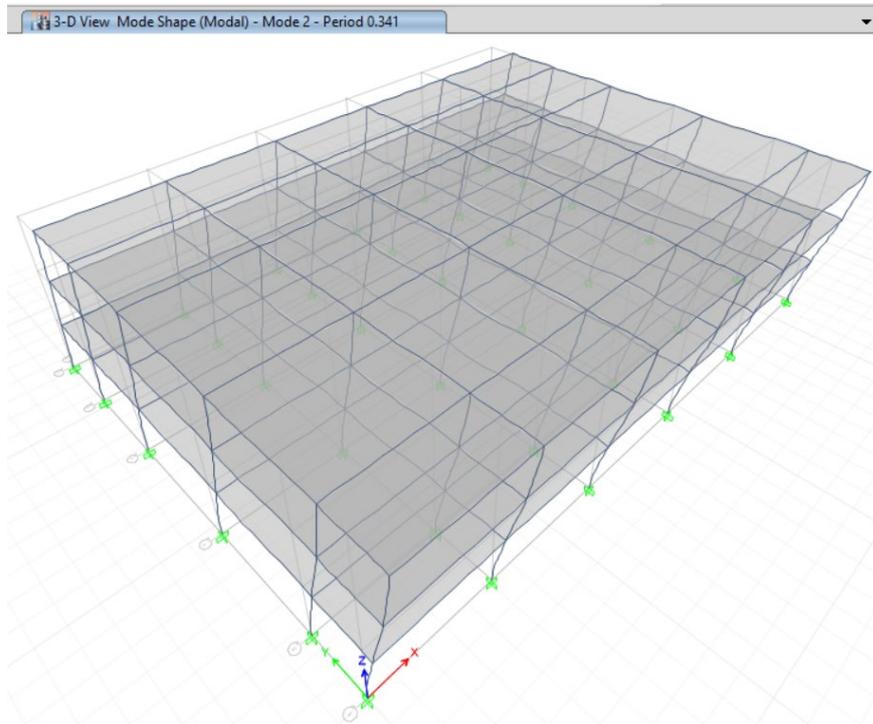
## **IV. RESULTADOS**

Luego de aplicar los aisladores a la estructura, se ha podido apreciar grandes cambios con respecto a las propiedades dinámicas, se van a discutir cada una de estas propiedades.

Los modos de vibración de la estructura han variado, así como los valores de periodos y otros elementos.

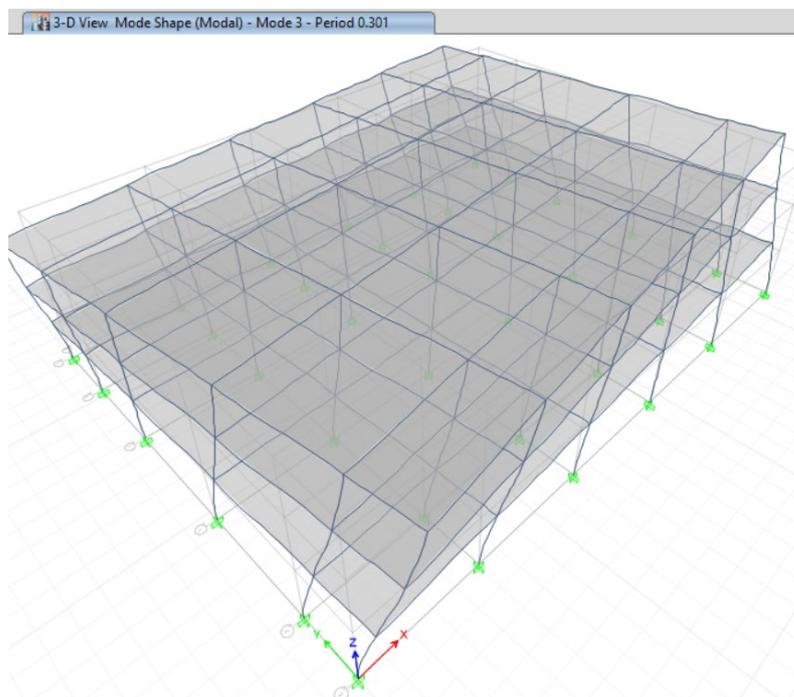


*Figura 4: Primer Modo de Vibración (Fuente: ETABS)*



*Figura 5: Segundo Modo de Vibración (Fuente: ETABS)*

En el segundo modo de vibración podemos ver que el efecto sigue siendo traslacional en la dirección contraria al caso anterior, esto porque este eje es más fuerte que el eje anterior.



*Figura 6: Tercer Modo de Vibración (Fuente: ETABS)*

El tercer modo de vibración debe ser torsional, dado que la estructura no tiene problemas de irregularidades, su vista en planta es totalmente simetría, además de contener las alturas simétricas, todo esto lleva a que se deba de revisar las estructuras cuando los modos fundamentales son torsionales.

*Tabla 1: Centros de masa y Rigidez*

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	XCCM	YCCM	XCR	YCR
			tonf-s <sup>2</sup> /m	m	m	m	m		
Story3	D1	60.95384	60.95384	17.55	13.1	17.55	13.1	17.4833	13.2667
Story2	D1	60.95384	60.95384	17.55	13.1	17.55	13.1	17.4833	13.2667
Story1	D1	60.95384	60.95384	17.55	13.1	17.55	13.1	17.4833	13.2667

Fuente: Propia

Para revisar efectivamente lo que se comentó en la sección anterior también se hizo uso de los centros de masa y rigidez, los cuales como se puede ver tienen pocos centímetros de diferencia, estos centímetros corresponden al aumento de excentricidad accidental, en caso de tener excentricidades altas los modos de vibración también reflejarían estos efectos.

*Tabla 2: Desplazamiento relativo*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001025	8.2
Story2	SismoX	X	0.00145	11.6
Story1	SismoX	X	0.001018	8.144

Fuente: Propia

*Tabla 3: Desplazamiento relativo*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.000895	7.16
Story2	SismoY	Y	0.001306	10.448
Story1	SismoY	Y	0.000966	7.728

Fuente Propia

El desplazamiento máximo en la dirección X es de 11.6/1000 en el segundo piso, en la dirección Y el desplazamiento máximo es de 10.5/1000, como se puede ver el mínimo que debemos bajar es de 7/1000, al agregar el aislamiento se puede tener efectos bastante grandes sobre la estructura, es por ello que debemos de evaluar que tanto varían las propiedades al colocar los aisladores, para el caso de actual se intentó no depender demasiado del aislador, es por ello que se pretende limitar los efectos del aislador o de diseñar la estructura para todo el cortante de la estructura.

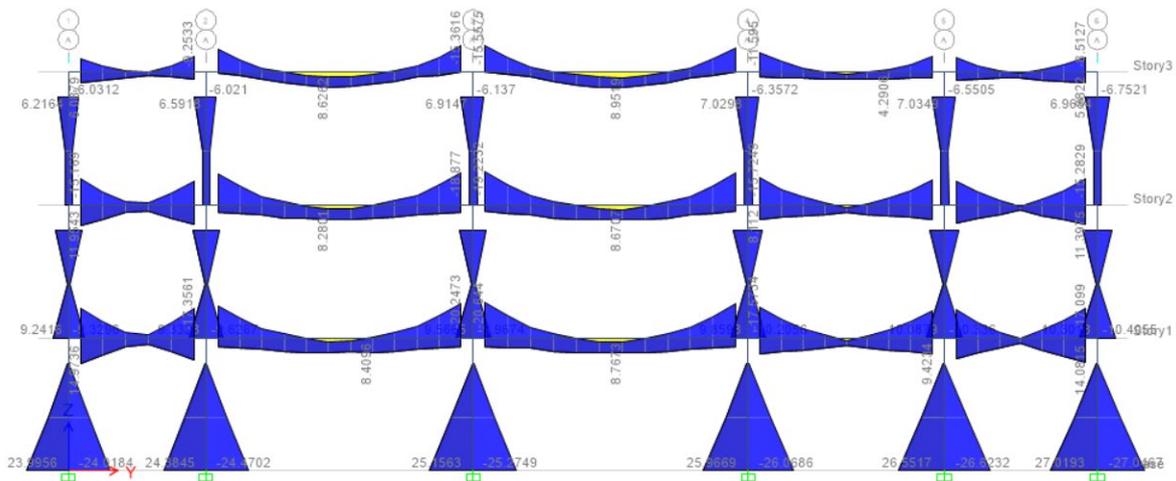


Figura 7: Diagrama de momentos Envolvente (Fuente: ETABS)

Se tiene también que la estructura depende en su mayoría de las vigas para el efecto de cargas de gravedad, para las columnas se tiene un efecto pronunciado de cargas sísmicas, esto por la forma triangular que tiene los diagrama de momento en las columnas.

Para el diseño se está tomando todas las fuerzas completas del sismo, aun viendo que la estructura tienen una reducción por el aislamiento de hasta casi el 80%, lo cual se considera hipotético y dependiente de las cargas de activación que ocurran en la estructura.

Para el diseño de la estructura se han usado hojas de Excel, las cuales muestran las secciones de acero ya diseñadas.

fc	210	acero 1	2.85	Piso 1															
				Viga	Caso	Peralte Efectivo d	Ancho b	M Superior	M Inferior	Cuantia Inicial	Efecto Tension	a	Mn Tension	Mn Compresion	Acero Compresion	Efecto Compresion	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior
B1	ENV	59	30	14.9736	17.08	0.00161	1	2.235	6.929	9.71	4.127897826	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	10.2233	9.365	0.00161	1	2.235	6.929	4.43	1.883802966	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	5.0946	2.9788	0.00161	1	2.235	6.929	-1.27	minimo	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	3.5095	1.8435	0.00161	1	2.235	6.929	-3.03	minimo	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	8.2041	8.6951	0.00161	1	2.235	6.929	2.19	0.929910297	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	13.0008	17.3561	0.00161	1	2.235	6.929	7.52	3.195925037	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	5.1781	18.4667	0.00161	1	2.235	6.929	-1.18	minimo	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	5.892	11.2915	0.00161	1	2.235	6.929	-0.38	minimo	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	6.4384	5.561	0.00161	1	2.235	6.929	0.23	0.095773865	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	7.9209	2.379	0.00161	1	2.235	6.929	1.87	0.796123449	2	si fluye	2	3				
B1	ENV	59	30	8.2915	0.3027	0.00161	1	2.235	6.929	2.28	0.971199035	2	si fluye	2	3				
B2	ENV	59	30	8.3734	2.484	0.00161	1	2.235	6.929	2.38	1.009889511	2	si fluye	2	3				
B2	ENV	59	30	8.2297	1.9563	0.00161	1	2.235	6.929	2.22	0.942004024	2	si fluye	2	3				
B2	ENV	59	30	8.4096	0.3319	0.00161	1	2.235	6.929	2.42	1.026990796	2	si fluye	2	3				
B2	ENV	59	30	7.8015	3.1205	0.00161	1	2.235	6.929	1.74	0.739717554	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	6.2058	6.5338	0.00161	1	2.235	6.929	-0.03	minimo	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	5.8854	12.8346	0.00161	1	2.235	6.929	-0.39	minimo	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	5.0646	20.2473	0.00161	1	2.235	6.929	-1.30	minimo	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	4.7659	20.644	0.00161	1	2.235	6.929	-1.63	minimo	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	5.7178	12.9036	0.00161	1	2.235	6.929	-0.58	minimo	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	6.1365	6.3481	0.00161	1	2.235	6.929	-0.11	minimo	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	7.9356	2.8908	0.00161	1	2.235	6.929	1.89	0.803067894	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	8.6302	0.047	0.00161	1	2.235	6.929	2.66	1.131204704	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	8.6817	2.2637	0.00161	1	2.235	6.929	2.72	1.15553388	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	8.7673	2.4799	0.00161	1	2.235	6.929	2.81	1.195972278	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	8.6579	0.2329	0.00161	1	2.235	6.929	2.69	1.144290494	2	si fluye	2	3				
B3	ENV	59	30	8.1047	2.5473	0.00161	1	2.235	6.929	2.08	0.882952625	2	si fluye	2	3				
B4	ENV	59	30	6.3667	5.8607	0.00161	1	2.235	6.929	0.15	0.061901983	2	si fluye	2	3				
B4	ENV	59	30	5.8197	12.0829	0.00161	1	2.235	6.929	-0.46	minimo	2	si fluye	2	3				
B4	ENV	59	30	4.9314	19.6819	0.00161	1	2.235	6.929	-1.45	minimo	2	si fluye	2	3				
B4	ENV	59	30	9.3379	17.5734	0.00161	1	2.235	6.929	3.45	1.465530101	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	8.1737	10.7906	0.00161	1	2.235	6.929	2.15	0.915548997	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	7.0893	5.6227	0.00161	1	2.235	6.929	0.95	0.403266307	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	5.9388	1.9239	0.00161	1	2.235	6.929	-0.33	minimo	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	4.1957	1.2984	0.00161	1	2.235	6.929	-2.27	minimo	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	5.7534	1.2476	0.00161	1	2.235	6.929	-0.54	minimo	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	7.2426	4.794	0.00161	1	2.235	6.929	1.12	0.475686941	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	8.1068	9.2507	0.00161	1	2.235	6.929	2.08	0.883944689	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	9.4234	15.6949	0.00161	1	2.235	6.929	3.54	1.505921257	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	12.3148	16.2963	0.00161	1	2.235	6.929	6.75	2.871850963	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	8.8008	8.7837	0.00161	1	2.235	6.929	2.85	1.211798053	2	si fluye	2	3				
B5	ENV	59	30	5.7384	3.2578	0.00161	1	2.235	6.929	-0.55	minimo	2	si fluye	2	3				
B6	ENV	59	30	3.0847	0.3241	0.00161	1	2.235	6.929	-3.50	minimo	2	si fluye	2	3				
B6	ENV	59	30	7.4275	4.6256	0.00161	1	2.235	6.929	1.32	0.56303577	2	si fluye	2	3				
B6	ENV	59	30	10.7116	10.0518	0.00161	1	2.235	6.929	4.97	2.114481348	2	si fluye	2	3				
B6	ENV	59	30	14.0815	17.099	0.00161	1	2.235	6.929	8.72	3.706459806	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	15.3517	19.5792	0.00161	1	2.235	6.929	10.13	4.306516495	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	11.4505	9.7387	0.00161	1	2.235	6.929	5.79	2.463545974	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	6.798	2.5613	0.00161	1	2.235	6.929	0.62	0.265652928	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	4.8259	1.4789	0.00161	1	2.235	6.929	-1.57	minimo	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	8.6144	9.5715	0.00161	1	2.235	6.929	2.64	1.123740607	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	12.6127	21.2884	0.00161	1	2.235	6.929	7.09	3.012582255	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	1.662	28.2712	0.00161	1	2.235	6.929	-5.08	minimo	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	4.7104	15.5371	0.00161	1	2.235	6.929	-1.69	minimo	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	7.4149	5.6835	0.00161	1	2.235	6.929	1.31	0.557083389	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	12.0022	0.9373	0.00161	1	2.235	6.929	6.41	2.724175226	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	14.3657	2.8081	0.00161	1	2.235	6.929	9.03	3.840719065	2	si fluye	2	3				
B7	ENV	59	30	16.7383	5.5529	0.00161	1	2.235	6.929	11.67	4.961561847	2	si fluye	2	3				
B8	ENV	59	30	16.4546	4.942	0.00161	1	2.235	6.929	11.35	4.827538793	2	si fluye	2	3				
B8	ENV	59	30	14.1676	1.9862	0.00161	1	2.235	6.929	8.81	3.747134409	2	si fluye	2	3				
B8	ENV	59	30	11.3351	1.9704	0.00161	1	2.235	6.929	5.67	2.409029723	2	si fluye	2	3				

Figura 8: Diseño de Vigas (Fuente: Propia)

Luego de haber diseñado las vigas y haber establecido el acero en 2 y 3 varillas de acero de 5/8 en la parte superior e inferior respectivamente, se procede a diseñar las columnas, las cuales utilizan en diagrama de interacción, este mismo considera la capacidad de la sección y la contraste con la carga que cae sobre ella, si cada una de estas cargas cae sobre el diagrama, se puede decir que la estructura soporta las cargas impuestas.

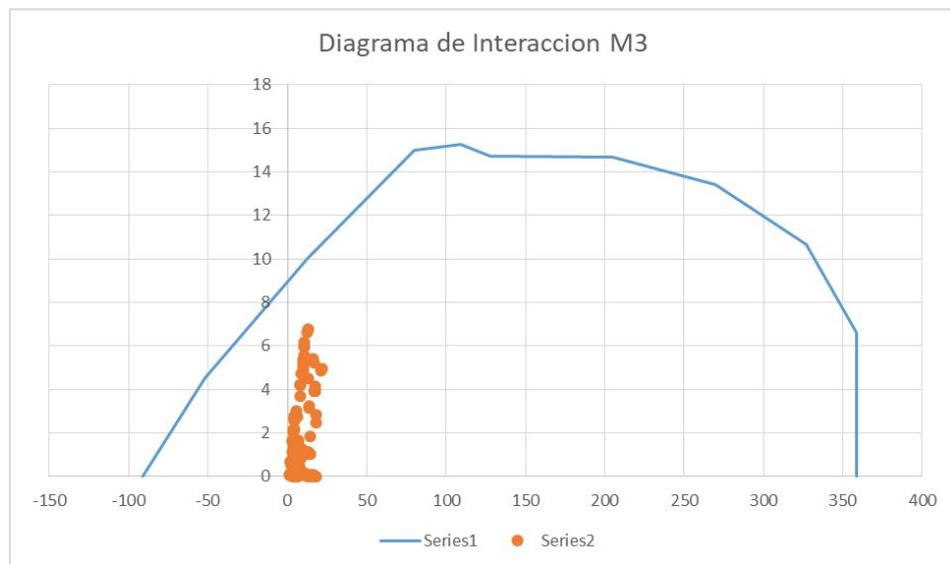


Figura 9: Diagrama de Interacción M3 (Fuente: Propia)

Con el diseño de la sección de las columnas se puede pasar a diseñar el aislador, el cual cuenta con una selección de capas de goma y capas de acero, las que a su vez le dan las propiedades dinámicas, en este proceso de diseño se debe de escoger primeramente el diámetro interior, la rigidez inicial del dispositivo, la rigidez vertical, el desplazamiento máximo y la carga axial máxima, este ultimo parámetro es el que limita primeramente el aislador, no se puede utilizar un aislador con una capacidad menor en capacidad axial, es por ello que primero se debe estimar la carga axial que cae sobre cada aislador.

Tabla 4: Propiedades del Aislador

Do (mm)	Propiedades del aislador			Desplazamiento Maximo qmax (mm)	Carga Axial Pmax (kg)
	Kd (Tn/m)	Qd (kg)	Kv (Tn/m)		
305	20 - 40	0 - 6500	> 5000	150	45000
355	20 - 40	0 - 6500	> 10000	150	70000
405	30 - 50	0 - 11000	> 10000	200	90000
455	30 - 70	0 - 11000	> 10000	250	115000
520	40 - 70	0 - 18000	> 20000	300	135000
570	50 - 90	1 - 18000	> 50000	360	180000

Fuente: Propia

Como se puede ver se esta escogiendo un diámetro de 45.5 cm, con una rigidez vertical de 30-70, que depende del diseño final, rigidez vertical, desplazamiento máximo de 25cm, así como carga axial máxima de 115 tonf. Considerando estas medidas anteriores se va a considerar el diseño de capas, el cual consiste en ir probando un numero de capas de metal, de caucho y el diámetro del núcleo de plomo, todo para poder utilizar sus propiedades laterales, obtener la curva de desplazamiento y deformación del elemento.

Habiendo escogido cada una de las dimensiones y el número de capas, se calcula las propiedades dinámicas equivalentes, según el catalogo del producto, donde se hace una tabulación de las propiedades que corresponden a cada tipo de aislador con sus capas y demás propiedades.

Tabla 5: Parámetros Dinámicos del Aislador

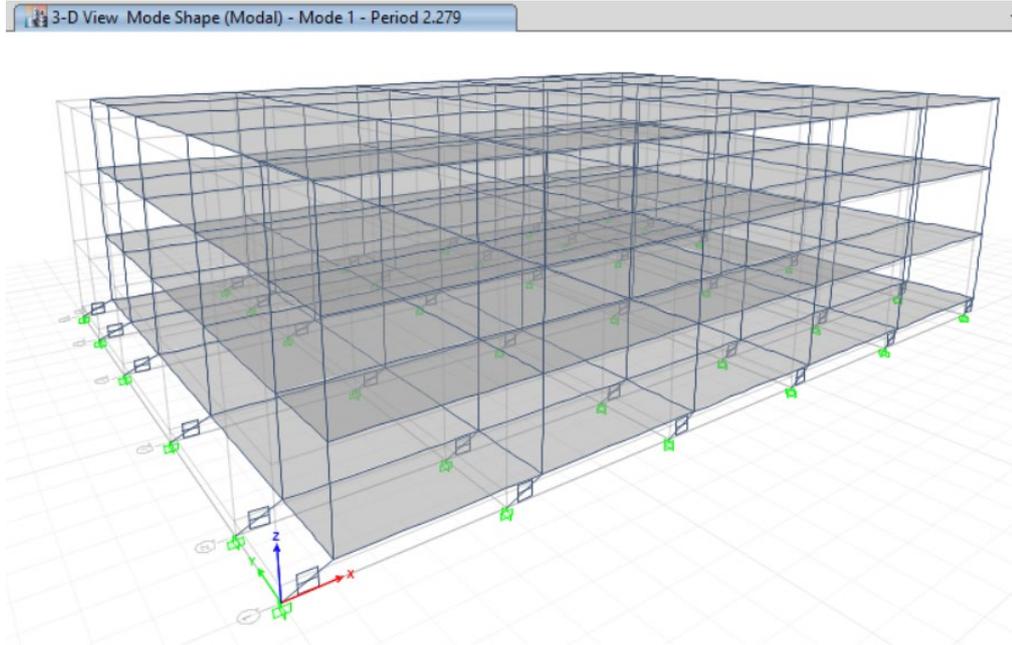
PROPIEDADES DINAMICAS	UNIDADES	SEGUN NORMA E-031			
		SISMO DISEÑO		SISMO MCE	
		LB	UB	LB	UB
q=	cm	50.32	42.82	50.320	42.820
A plomo=	cm <sup>2</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000
A=	cm <sup>2</sup>	1625.974	1625.974	1625.974	1625.974
Qd=	Tn	205.083	277.465	205.083	277.465
Kd=	Tn/m	41.669	56.375	41.669	56.375
ke=	Tn/m	269.539	364.670	269.539	364.670
Fy=	Tn	6.738	9.117	6.738	9.117
Kef=	Tn/m	52.988	74.374	52.988	74.374
Beta efec=	%	12.924	14.500	12.924	14.500
B=		5.293	5.479	5.293	5.479
T efec=	seg	3.000	2.520	3.000	2.520
RATIO		0.154592363	0.1545924	0.155	0.155

Fuente: Propia

Como se puede ver se ha escogido la rigidez vertical, lateral, ratio post fluencia y las cargas que caen sobre la estructura, como la carga vertical y amortiguamiento equivalente, ya sea por beta efectivo o coeficiente B de energía amortiguada.

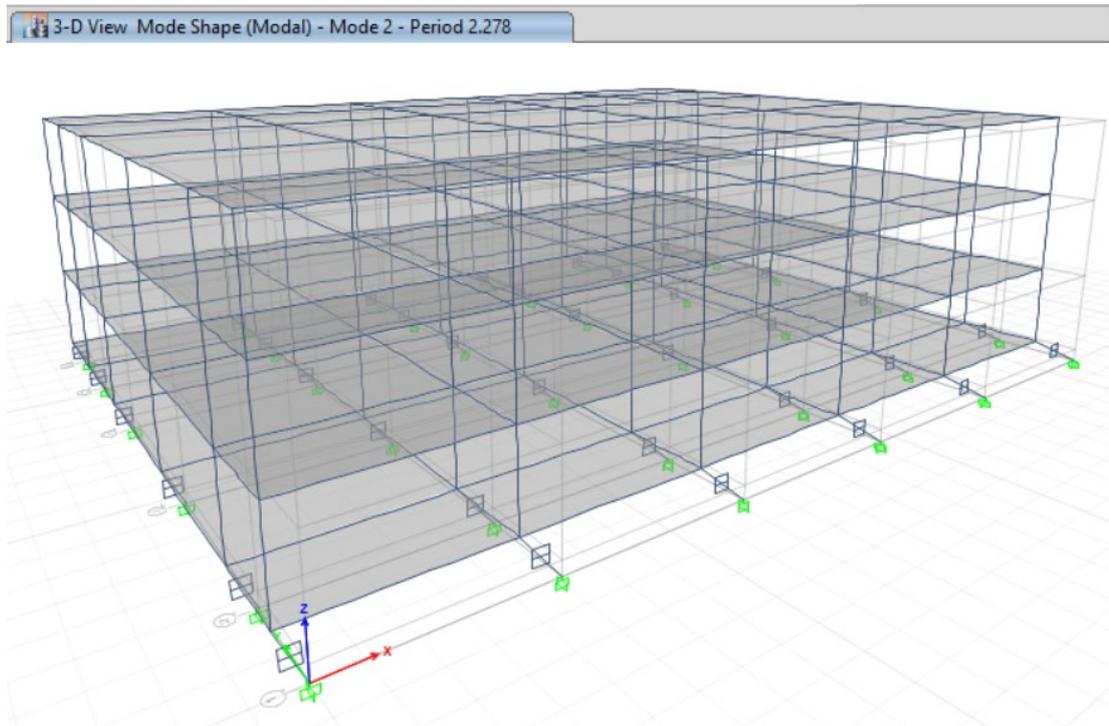
Con el diseño culminado y los resultados de la selección de propiedades se procede a verificar los periodos y otras propiedades que modifican los aisladores.

El primer efecto de los aisladores es la reducción de la rigidez en la base, aumentando la flexibilidad, lo cual causa que el periodo aumente, este aumento debe ser regulado y controlado, dado que puede asegurar una seguridad falsa en la estructura.



*Figura 10: Primer modo de vibración Aislador (Fuente: ETABS)*

El valor del primer modo es de 2.23s, como se puede ver la flexibilidad a aumentado el periodo considerablemente.



*Figura 11: Segundo modo de vibración Aislador (Fuente: ETABS)*

Para el estudio de las propiedades de disipación y variación de rigidez se obtienen curvas de historia de la fuerza vs el cortante en la estructura.

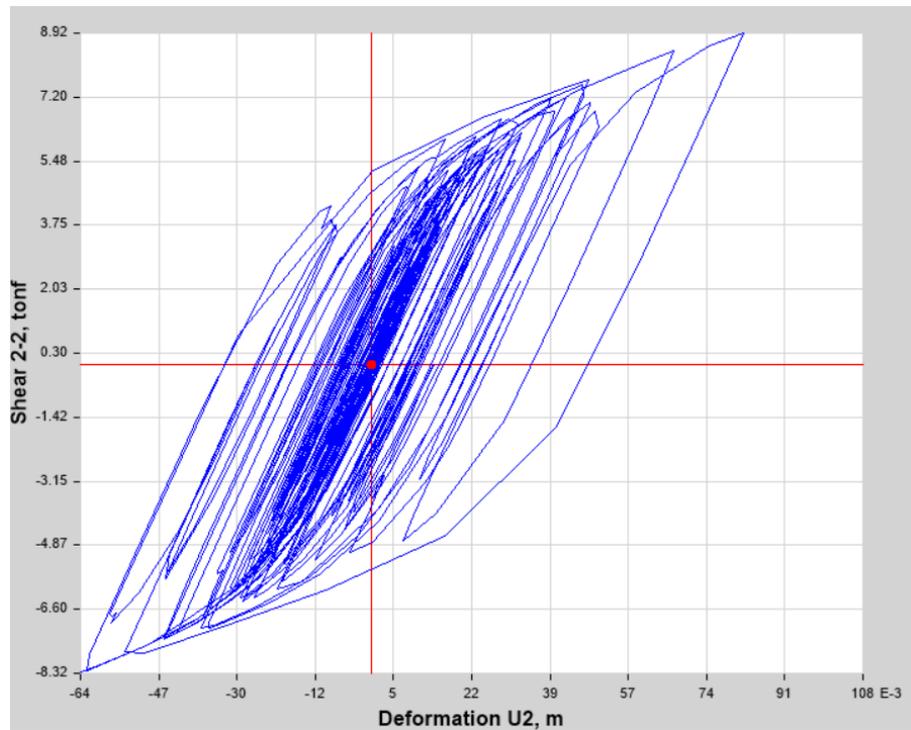


Figura 12: Curva de Histéresis Nivel de Diseño LB (Fuente: ETABS)

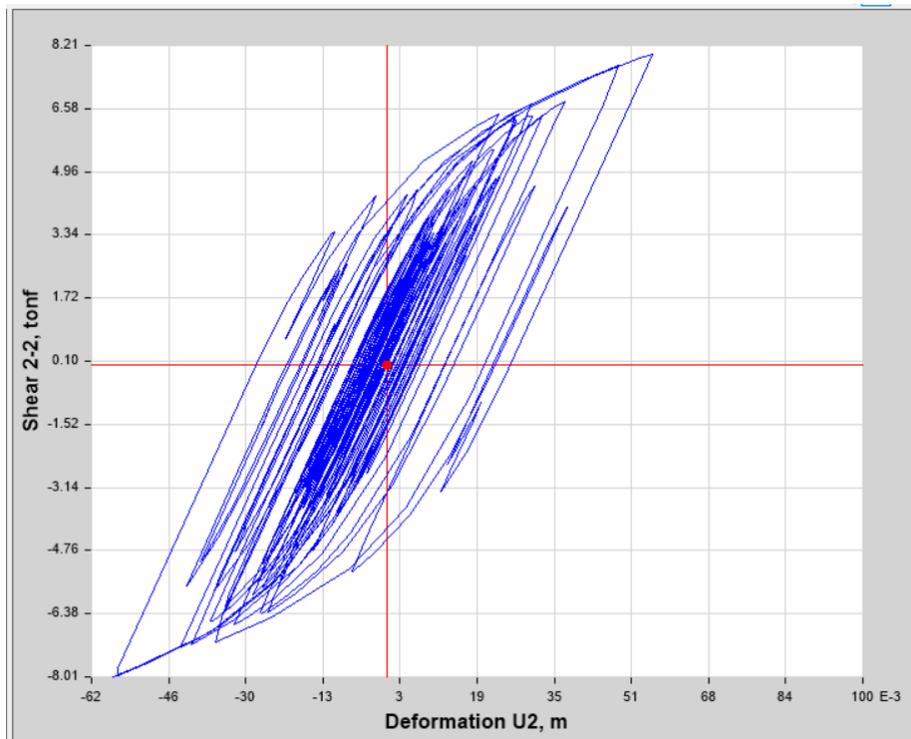


Figura 13: Curva de Histéresis Nivel de Diseño UB (Fuente: ETABS)

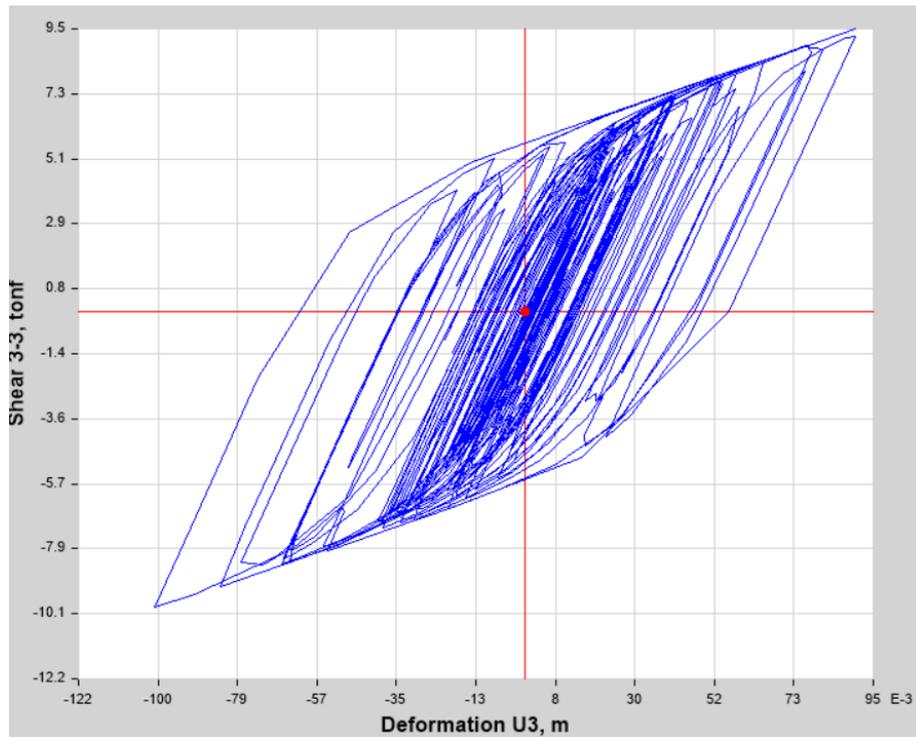


Figura 14: Curva de Histéresis Nivel Máximo LB (Fuente: ETABS)

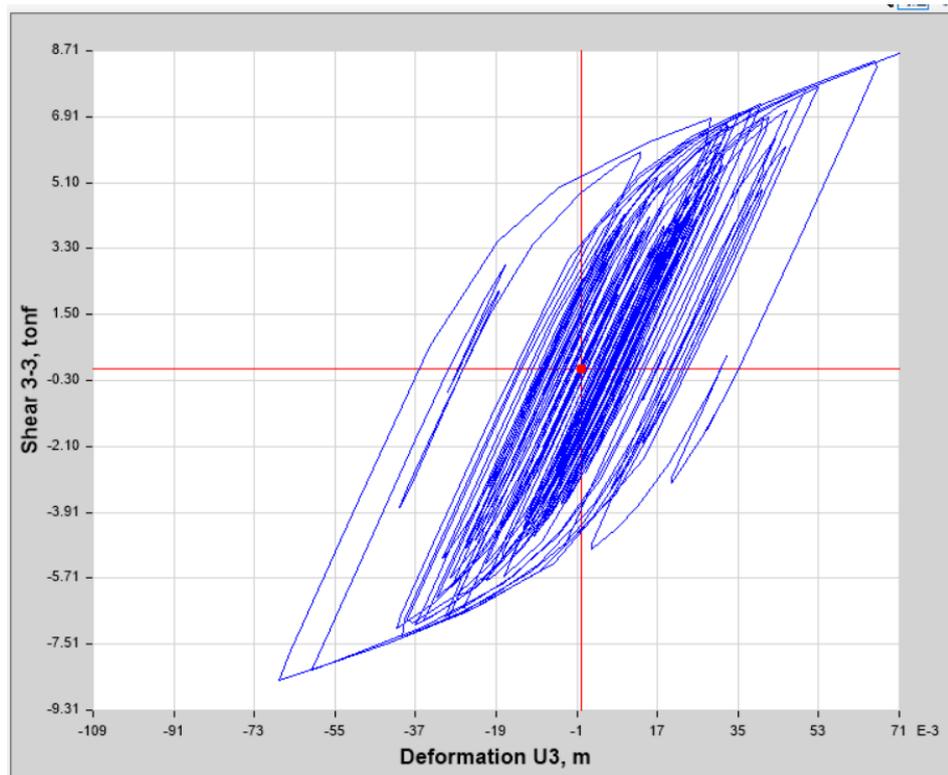


Figura 15: Curva de Histéresis Nivel Máximo UB (Fuente: ETABS)

El diagrama de histéresis muestra que la curva es completamente abierta y puede disipar buenas cantidades de energía, además de estar usando no linealidad.

Una mejor visualización se tiene cuando los desplazamientos se expresan como el movimiento de cada piso.

*Tabla 6: Diseño UB en X y Y*

Diseño UB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente: Propia

*Tabla 7: Diseño LB en X y Y*

Maximo LB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente Propia

Como se puede ver la reducción es bastante, dejando a un máximo de 2.3/1000, se ha controlado la estructura para que el desplazamiento sea en ambos sentidos.

Tabla 8: Diseño UB en X y Y

Maximo UB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente: Propia

Como se puede ver en la dirección Y también se tiene una reducción considerable, la cual ha dejado con un valor de 2.3/1000 máximo.

#### 4.1 Resultados Estadísticos

Se realizan las pruebas de normalidad para la variable Drift en la dirección X e Y.

Tabla 9: Pruebas de Normalidad

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
	o			o		
Drift	,319	6	,057	,867	6	,213
Drift_L	,323	6	,049	,767	6	,029
B						

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Se observa que solo la muestra de Drift\_LB presenta una distribución normal, por lo que, se sugiere usar la prueba de Wilcoxon.

Se realizan las pruebas de normalidad para la variable Ladeo en la dirección X e Y

*Tabla 10: Pruebas de Normalidad*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
	o			o		
Ladeo	,319	6	,057	,867	6	,213
Ladeo_L B	,272	6	,188	,855	6	,172

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Para la muestra de Ladeo, los valores del estadístico para ambas pruebas son relativamente bajos (0.319 y 0.867, respectivamente), lo que sugiere que los datos podrían seguir una distribución normal. Sin embargo, la significancia es mayor a 0.05 en ambas pruebas, lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal.

Para la muestra de Ladeo\_LB, los valores del estadístico son un poco más bajos que para la muestra anterior (0.272 y 0.855, respectivamente), pero la significancia es similarmente mayor a 0.05 en ambas pruebas, lo que sugiere que tampoco hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal.

En general, se podría decir que ambos conjuntos de datos podrían seguir una distribución normal, pero se necesita más evidencia para afirmarlo con

certeza. Por lo que usaremos la prueba de t de student para encontrar una diferencia entre los valores de Ladeo en las direcciones X e Y.

Realizamos las pruebas de Wilcoxon para Drift en las direcciones X e Y

*Tabla 11: Pruebas de normalidad*

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístic		Sig.	Estadístic		Sig.
	o	gl		o	gl	
Diferencia	,206	6	,200*	,895	6	,344

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Drift LB - Drift
Z	-1,782 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,075

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Propia

En este caso, como la significancia asintótica es 0.075, lo que significa que hay un 7.5% de probabilidad de obtener una estadística de prueba tan extrema como la observada bajo la hipótesis nula, no podemos rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%. En otras palabras, no hay suficiente evidencia para concluir que hay una diferencia significativa entre las dos muestras.

Se realiza la prueba de Normalidad a la diferencia de ambas variables

Obteniendo como resultado.

Tabla 12: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,206	6	,200*	,895	6	,344

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Propia

Se observa que, no hay normalidad por lo que usa la prueba de Wilcoxon para comparar las muestras antes de usar el diseño LB, y observar si hay diferencia en las medias.

Realizamos la prueba t de student para Drift la dirección X antes del diseño y luego para el diseño LB

Tabla 13: Resultados de las Pruebas

	Dirección X	Dirección X
	Drift	Drift LB
Media	0.00116433	0.002014
Varianza	6.12E-08	2.22E-07
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.30071077	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-	
	3.18678034	
P(T<=t) una cola	0.04298076	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.08596151	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Fuente: Propia

Los datos presentados muestran una comparación entre dos muestras, "Drift" y "Drift LB", con tres observaciones cada una. La media de "Drift" es de 0.001164333 y la media de "Drift LB" es de 0.002014, lo que indica que

en promedio "Drift LB" tiene valores más altos que "Drift". La varianza de "Drift" es de  $6.12163E-08$  y la varianza de "Drift LB" es de  $2.22187E-07$ , lo que indica que "Drift LB" tiene una mayor variabilidad en sus valores.

El coeficiente de correlación de Pearson es de  $0.300710767$ , lo que sugiere una correlación positiva débil entre las dos muestras.

La hipótesis nula establece que no hay diferencia en las medias de las dos muestras, mientras que la hipótesis alternativa afirma que hay una diferencia en las medias. La diferencia hipotética de las medias es de 0, lo que significa que la hipótesis nula asume que no hay diferencia entre las dos muestras.

El estadístico t calculado es de  $-3.186780344$  y el valor crítico de t para una cola es de  $2.91998558$ , lo que significa que el valor t calculado cae en la región de rechazo de la hipótesis nula. La probabilidad p de una cola es de  $0.042980755$  y la probabilidad p de dos colas es de  $0.08596151$ , lo que indica que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% en una cola y del 10% en dos colas.

En conclusión, los datos sugieren que hay una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras, y que "Drift LB" tiende a tener valores más altos que "Drift". Sin embargo, debido a la pequeña cantidad de observaciones, es necesario tener precaución al interpretar los resultados

Realizamos la prueba t de student para Drift la dirección Y antes del diseño y luego para el diseño LB

*Tabla 14: Resultados de las Pruebas*

	Dirección Y <i>Drift</i>	Dirección Y <i>Drift LB</i>
Media	0.00105567	0.002138667
Varianza	4.83E-08	1.80E-07
Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0.47390803	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-	
	5.01688268	
P(T<=t) una cola	0.018755	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.03751	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Fuente: Propia

Los datos presentados muestran una comparación entre dos muestras, "Drift" y "Drift LB", con tres observaciones cada una. La media de "Drift" es de 0.001055667 y la media de "Drift LB" es de 0.002138667, lo que indica que en promedio "Drift LB" tiene valores más altos que "Drift". La varianza de "Drift" es de 4.82603E-08 y la varianza de "Drift LB" es de 1.79841E-07, lo que indica que "Drift LB" tiene una mayor variabilidad en sus valores.

El coeficiente de correlación de Pearson es de 0.473908034, lo que sugiere una correlación positiva moderada entre las dos muestras.

La hipótesis nula establece que no hay diferencia en las medias de las dos muestras, mientras que la hipótesis alternativa afirma que hay una diferencia en las medias. La diferencia hipotética de las medias es de 0, lo que significa que la hipótesis nula asume que no hay diferencia entre las dos muestras.

El estadístico t calculado es de -5.016882678 y el valor crítico de t para una cola es de 2.91998558, lo que significa que el valor t calculado cae en la región de rechazo de la hipótesis nula. La probabilidad p de una cola es de 0.018755002 y la probabilidad p de dos colas es de 0.037510003, lo que indica que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% en una cola y del 10% en dos colas.

En conclusión, los datos sugieren que hay una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras, y que "Drift LB" tiende a tener valores más altos que "Drift". Además, el coeficiente de correlación positivo sugiere una relación moderada entre las dos muestras. Sin embargo, debido a la pequeña cantidad de observaciones, es necesario tener precaución al interpretar los resultados.

Realizamos la prueba t de student para Ladeo en la dirección X antes del diseño y luego para el diseño LB

*Tabla 15: Resultados de Pruebas*

	Dirección X <i>Ladeo</i>	Dirección X <i>Ladeo LB</i>
Media	9.31466667	2.014
Varianza	3.91784533	0.222187
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.30071077	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	6.68417947	
P(T<=t) una cola	0.01082889	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.02165778	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Fuente: Propia

Los datos presentados muestran una comparación entre dos muestras, "Ladeo" y "Ladeo LB", con tres observaciones cada una. La media de "Ladeo" es de 9.31466667 y la media de "Ladeo LB" es de 2.014, lo que indica que en promedio "Ladeo" tiene valores mucho más altos que "Ladeo LB". La varianza de "Ladeo" es de 3.91784533 y la varianza de "Ladeo LB" es de 0.222187, lo que indica que "Ladeo" tiene una mayor variabilidad en sus valores.

El coeficiente de correlación de Pearson es de 0.30071077, lo que sugiere una correlación positiva débil entre las dos muestras.

La hipótesis nula establece que no hay diferencia en las medias de las dos muestras, mientras que la hipótesis alternativa afirma que hay una diferencia en las medias. La diferencia hipotética de las medias es de 0, lo que significa que la hipótesis nula asume que no hay diferencia entre las dos muestras.

El estadístico t calculado es de 6.68417947 y el valor crítico de t para una cola es de 2.91998558, lo que significa que el valor t calculado cae en la región de rechazo de la hipótesis nula. La probabilidad p de una cola es de 0.01082889 y la probabilidad p de dos colas es de 0.02165778, lo que indica que hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% en una cola y del 10% en dos colas.

En conclusión, los datos sugieren que hay una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras, y que "Ladeo" tiende a tener valores mucho más altos que "Ladeo LB". Además, el coeficiente de correlación positivo débil sugiere una relación positiva débil entre las dos muestras. Sin embargo, debido a la pequeña cantidad de observaciones, es necesario tener precaución al interpretar los resultados.

Realizamos la prueba t de student para Ladeo en la dirección Y antes del diseño y luego para el diseño LB

*Tabla 16: Resultados Pruebas*

	Dirección Y	Dirección Y
	<i>Ladeo</i>	<i>Ladeo LB</i>
Media	8.44533333	2.13866667
Varianza	3.08866133	0.17984133
Observaciones	3	3
Coeficiente de correlación de Pearson	0.47390803	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	6.824372	
P(T<=t) una cola	0.01040219	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.02080438	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

Fuente: Propia

Los datos presentados muestran una comparación entre dos muestras, "Ladeo" y "Ladeo LB", con tres observaciones cada una. La media de "Ladeo" es de 8.445333333 y la media de "Ladeo LB" es de 2.138666667. El coeficiente de correlación de Pearson entre ambas muestras es de 0.473908034, lo que indica una correlación positiva moderada entre ellas. El objetivo de esta comparación es analizar si hay una diferencia significativa entre las medias de ambas muestras. Se establece una hipótesis nula de que no hay diferencia entre las medias y se utiliza un nivel de significancia de 0.05.

El estadístico t calculado es de 6.824372001, con 2 grados de libertad. La probabilidad de obtener un valor de t igual o más extremo que el observado

bajo la hipótesis nula es de 0.010402191 para una cola y 0.020804382 para dos colas. Como el valor de p es menor que el nivel de significancia establecido, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay una diferencia significativa entre las medias de ambas muestras.

## V. DISCUSION

En el proyecto se han considerado niveles de desplazamiento, cargas axiales y de flexibilidad distintos a los que se consideraron en el trabajo de **(Portillo Rivas, 2019)** en la tesis **“DESEMPEÑO SÍSMICO DE AISLADORES CON NÚCLEO DE PLOMO EN PUENTES CON PILAS FLEXIBLES DE HORMIGÓN ARMADO”**, el cual en este caso estudia el efecto de agregar grandes aisladores que puedan abarcar toda la columna del puente y aumentar su flexibilidad, en este caso se busca aumentar la flexibilidad de la estructura a un nivel de 5 a 7 segundos, lo cual para edificaciones es bastante, sin embargo el proceso de verificación es similar, se debe de estudiar la sección y considerar como esta aporta al problema de rigidez lateral, considerando que en puentes no se puede desarrollar ductilidad de ningún tipo, la estructura permanece lineal, aun cuando se utiliza sismos con gran cantidad de energía.

En la tesis de **(García Santiago, 2021)**, **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO CON Y SIN AISLAMIENTO SÍSMICO EN LA BASE”** en este trabajo se confía bastante en el aislador, esto se nota en la cantidad de reducción que se le aplica a la estructura para el diseño en concreto armado,

actualmente no se recomienda del todo dicha reducción, aunque la norma permite realizar una ligera reducción hasta del 30%, la energía o fuerza que se necesita para activar el dispositivo aún sigue siendo bastante grande como para que la estructura cuente con toda la protección del elemento, es por ello que no se debe de considerar que la estructura siempre se activa con el aislador.

En la tesis (**Pérez Barreto, 2019**) “**AISLADORES ELASTOMERICOS CON NUCLEO DE PLOMO EN LA REDUCCION DE DAÑOS SISMICOS EN EDIFICACIONES ESENCIALES, SURCO-LIMA**”, se estudia un caso puntual de Lima, el cual cuenta con una edificación que es comparada con su efecto de aislamiento, en este caso se usan los aisladores de núcleo de plomo, los cuales produjeron efectos similares al visto en este proyecto, se pudo como el periodo aumento hasta casi 3 veces el periodo original, la fuerza sísmica bajo bastante, en aproximadamente el 60%, así mismo se puede ver como el diseño se realizó usando todo el cortante y no reduciendo las fuerzas sísmicas, esto porque puede afectar el comportamiento sísmico cuando el aislador no se active, dado que se necesitan movimientos similares o fuerzas sísmicas similares a la del sismo de diseño, para que la estructura se active, lo cual no siempre se da, de hecho la mayoría de los sismos que pasaran sobre la estructura no tendrán este nivel de fuerza sísmica.

En la tesis (**Villagómez Molero, 2021**) “**LINEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES SÍSMICAMENTE AISLADAS EN EL PERU, con los autores DIEGO VILLAGÓMEZ MOLERO**”, se muestra como una estructura con aislamiento sísmico puede tener

problemas aun siendo diseñada con la norma E0.31, esto porque el fenómeno del aislamiento está siendo estudiado recientemente, no se tienen suficientes pruebas o sismos que puedan asegurar como este dispositivo mejora la estructura, es por ello que se propone estudios propios para la norma peruana, considerando los tipos de falla de Perú, los efectos sísmicos, duraciones y el tipo de registro sísmico que se tiene en la zona, también se busca mejorar la norma con las lecciones aprendidas, que puedan desarrollar sismos sobre las estructuras diseñadas, en base a ello se ha coincidido, dado que la norma peruana está en su primera versión y no es posible abarcar todos los problemas de la realidad peruana con solo considerar.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se ha logrado identificar el estado actual de la edificación, la cual en términos de desplazamiento, dado que es el parámetro que gobierna la norma E0.30, obteniendo un drift en X máximo de  $11.6/1000$  y en Y un máximo de  $10.448/1000$ , los cuales son valores inaceptables para la norma E0.30 que pide  $7/1000$ , es por ello que se necesita aplicar algún tipo de reforzamiento estructural como el aislamiento sísmico.
- El sistema de aislamiento al contener bastante peso sobre la base, se propios aplicar aislamiento en cada columna como mínimo, dado que al no aplicar un aislador en cada columna la fuerza axial no es suficiente, considerando la fuerza axial mínima que pide el aislador sísmico según el catálogo de diseño estructural, además de provocar torsión en caso de

intercalar aisladores sísmicos, dada la alta simetría que tiene la base y que no se puede despreciar.

- Habiendo ubicado los aisladores en cada columna, se decidió utilizar el aislador de diámetro total 45.5cm con un núcleo de plomo de 12.5cm, 60 unidades de capas de goma, así como 61 capas de acero, el número de pernos sugerido por el catalogo es de 4 unidades con diámetros de 2.7cm, los cuales finalmente redujeron el desplazamiento lateral a un máximo de drift en X de 2.345/1000 y un máximo en Y de 2.29/1000, lo cual da una reducción al 20.21% en X y en Y a un valor de 21.9% del valor original.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la aplicación de técnicas de estimación del envejecimiento de los materiales, para la calidad del concreto armado, para el acero estructural y para la estructura en general, dado que la caracterización real de la estructura se asemejara mejor cuando se utilicen estas expresiones, sin embargo están siendo desarrolladas aun en investigaciones.
- Se recomienda no tratar de optimizar demasiado la estructura, el colocar aisladores en diversos lugares, así como cambiar las secciones y propiedades de todas las columnas puede traer problemas torsionales, los cuales no se pueden ver a menos que se haga uso de un programa de análisis estructural dentro del proceso de optimización, lo cual complica bastante el proceso de cálculo.
- Se recomienda no depender demasiado de los aisladores, si bien la norma permite que los mismos reduzcan bastante la energía sísmica, aplicar una reducción puede ser perjudicial, dado que estos solo se activan bajo fuerzas

mínimas, para las cuales y antes de ellas no se activan, por lo que no hay reducción, es por ello que se debe tener sumo cuidado y evaluar correctamente la estructura, si es posible no realizar reducciones de cortante, para tener mecanismos de respuesta ante posibles fallas en la activación del aislador.

## REFERENCIAS

- Alcantara , K., & Nalvarrete, C. (2016). *DESEMPEÑO ESTRUCTURAL APLICANDO LA NORMA ATC 40 PARA EL REFORZAMIENTO DEL PABELLON MONOBLOCK DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DEL NIÑO (BREÑA-LIMA)*. Lima: Universidad San Martin de Porres.
- American Concrete Institute. (2019). *Building Code Requirements (ACI 318-19)*. doi:10.14359/51716937
- Canta, J. (2018). *Gestión de proyectos bajo el enfoque PMI-PMBOK y los plazos de liquidación de los proyectos Cash Qali Warma promovidos por FONCODES, PERU, 2017*. Lima: Escuela de Posgrado de la Universidad Ricardo Palma.
- Chavez, D. (2021). *Evaluación del desempeño estructural y la afectación de la estructura por sismo de un edificio estructurado a base de MDL del Condominio Ciudad Verde 4ta etapa, Lima 2021*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Choque, J., & Luque, E. (2019). *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Guerrero, G., & Guerrero, M. (2020). *Metodología de la investigación serie integral por competencias*. Tijuana: Patria.
- Huaypaya, R. (2017). *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal*. Lima: Universidad Ricardi Palma.
- Huiming, C., & Jiulin, B. (2022). Loading protocols for seismic performance evaluation of buckling-restrained braces in RC frames. *Journal of Building Engineering*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103522.
- Japan Meteorological Agency. (01 de 04 de 2022). *The Seismological Bulletin of Japan*. Obtenido de <https://www.jma.go.jp/jma/en/Publications/publications.html>

- L Micheli, A. A. (2019). *Performance-based design with life-cycle cost assessment for damping systems integrated in wind excited tall buildings*. Engineering Structures.
- Lerma, H. (2016). *Metodología de la Investifacion Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogota: Ecoe.
- Lopez, A., Alvarez, C., & Villareal, E. (2017). SEISMIC SOURCES MIGRATION ALONG THE PACIFIC RING OF FIRE. *La granja*, 144-155.
- MA Fathali, S. V. (2020). *Optimum performance-based design of eccentrically braced frames*. Elsevier.
- Manuel, Borja S. (2012). *Metodología de la Investigacion Cientifica para Ingenieros* (6 edición ed.). Chiclayo, Venezuela .
- Martinez, Q. (18 de 09 de 2017). *Teorías que marcaron el estudio científico de los sismos*. Obtenido de UNAM: <http://ciencia.unam.mx/leer/647/teorias-que-marcaron-el-estudio-cientifico-de-los-sismos>
- Mayhua, J. (2018). *DISEÑO ESTRUCTURAL POR DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO DE 5 PISOS EN EL DISTRITO DE ASCENSION PROVINCIA DE HUANCVELICA*. Huancayo: Universidad Continental.
- Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investifacion LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. Lima: McGraw Hill Interamericana.
- Ñaipas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa*. Bogota: ediciones de la u.
- Restrepo, J. I., & Rodriguez, M. E. (2013). On the Probable Moment Strength of Reinforced Concrete. *ACI STRUCTURAL JOURNAL TECHNICAL PAPER*, 681-688.
- S Auyeung, A. A. (2019). *Performance-based design of bridge piers under vehicle collision*. Engineering Structures.
- S Gholizadeh, M. D. (2020). *A new Newton metaheuristic algorithm for discrete performance-based design optimization of steel moment frames*. Elsevier.

- Sin, A. (2009). *Norma E.060 concreto armado*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.
- Tapia, F. (2018). *Engineering Research Methods*. GRIN Verlag.
- Torracchi C, Caparó E, & Pariona M. (2019). ¿Como plantear las variables de una investigacion?:Operacionalizacion de las variables. *Odontologia Activa Revista Cientifica*, 4(1), 15-20.
- V Mokarram, M. B. (2018). *An improved multi-objective optimization approach for performance-based design of structures using nonlinear time-history analyses*. Elsevier.

**Anexo 1. Matriz de Consistencia.**

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>			
<b>EVALUACION ESTRUCTURAL Y REFORZAMIENTO DEL HOSPITAL CHICLAYO OESTE CON SISTEMA DE AISLAMIENTO DE NUCLEO DE PLOMO, PERU 2022</b>			
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>
¿Cómo evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con sistema de aislamiento de núcleo de plomo?	Evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con sistema de aislamiento de núcleo de plomo	Se puede evaluar y reforzar el Hospital Chiclayo Oeste con aislamiento sísmico de núcleo de plomo	Variable Independiente: Estructura Existente Variable Dependiente: Reforzamiento estructural
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>	<b>DIMENSIONES</b>
¿Cuál es el estado actual del hospital Chiclayo Oeste?	Determinar el estado actual del hospital Chiclayo Oeste	Se puede determinar el estado actual del hospital Chiclayo Oeste	Medidas de Planos
¿Cómo ubicar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste?	Ubicar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste	Podemos ubicar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste	Problemas Estructurales
¿Cómo diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste?	Diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste	Es posible diseñar el sistema de aislamiento para el Hospital Chiclayo Oeste	Desplazamientos Maximos

## Anexo 2. Operacionalización de Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
ESTRUCTURA EXISTENTE	Una estructura existente consiste en una infraestructura culmina y con tiempo de funcionamiento, sin embargo que usualmente necesita reparaciones estructurales mediante sistemas externos o componentes nuevos de refuerzo.	Operacionalmente una estructura existente consiste en una base que se debe mejorar mediante el uso de dispositivos externos o mediante la aplicación de reforzamiento con infraestructura adicional agregada a la existente.	Medidas en Planta	Levantamiento Arquitectónico
			Medidas en Altura	Levantamiento Arquitectónico
			Uso de los Ambientes	Diseño arquitectónico
			Problemas Estructurales	Análisis Estructural

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Propuesta de Reforzamiento Estructural	Consiste en proponer sistemas externos de aislamiento o disipación de energía, para mejorar el desempeño sísmico de una estructura existente, este se realiza previo un análisis estructural e identificación de fallas.	Operacionalmente la propuesta estructura proviene de aplicar análisis estructural a una estructural existente, determinar los daños existentes y adicionar dispositivos externos, para probar el grado de mejora con cada diseño propuesto.	Desplazamiento Máximo	Análisis Sísmico
			Zonas de Fallas	Análisis Estructural
			Sistema Estructural	Secciones Estructurales
			Diseño del Aislador	Dimensiones del Aislador

### Anexo 3. Cálculos

Para el procedimiento de cálculo se van a considerar varias secciones principales, las cuales dan todo el procedimiento de dimensionado de la estructura, análisis de la estructura existente, cálculos de las propiedades del aislamiento sísmico, así como la determinación de la ubicación y optimización del sistema de aislamiento.

#### Pre Dimensionado de la Estructura

Para poder verificar las dimensiones o pre dimensionar las mismas usando las ecuaciones de la norma E0.30 y E0.60, es necesario primero conocer la arquitectura del proyecto, la cual está compuesta de las siguientes características:

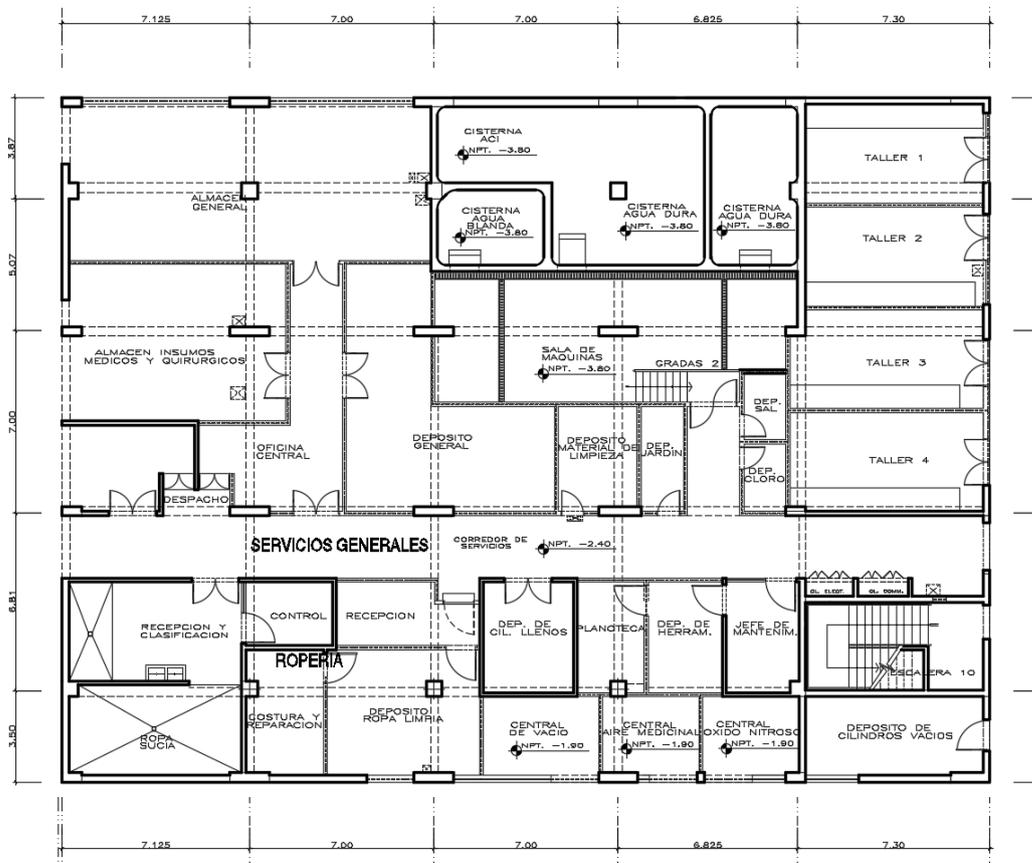


Figura 16: Arquitectura del Proyecto (Fuente: Propia)

Como se puede ver en la planta del proyecto se tiene núcleos de 7m de largo, así como una luz más grande de 7.30m de largo, según esta información y el pre dimensionado de concreto armado de la norma E0.60 se tiene un valores de peralte de L/11, con un ancho típico del espesor de las columnas, o del lado más corto de la columna.

*Tabla 17: Pre dimensionado de Vigas en X*

Pre dimensionado X								
Viga	Direccion	Inicio	Fin	Luz a Ejes	Luz/11 (m)	Peralte (m)	Propuesto (m)	Ancho (m)
VIG1	X	A	B	7.20	0.65	0.650	0.650	0.25
VIG2	X	B	C	7.00	0.64	0.650	0.650	0.25
VIG3	X	C	D	7.00	0.64	0.650	0.650	0.25
VIG4	X	D	E	6.80	0.62	0.650	0.650	0.25
VIG5	X	E	F	7.30	0.66	0.650	0.650	0.25

Fuente: Propia

Como se puede ver las dimensiones necesarias mínimas son de 0.65 de peralte, considerando estas dimensiones en el proyecto real se han colocado dimensiones menores, las cuales son de 0.30X0.60, esto ya genera una ligera debilidad en la estructura, sin embargo se seguirá analizando las demás dimensiones.

*Tabla 18: Pre dimensionado de Vigas en Y*

Pre dimensionado Y								
Viga	Direccion	Inicio	Fin	Luz a Ejes	Luz/11 (m)	Peralte (m)	Propuesto (m)	Ancho (m)
VIG6	Y	1	2	3.50	0.32	0.350	0.650	0.25
VIG7	Y	2	3	6.80	0.62	0.650	0.650	0.25
VIG8	Y	3	4	7.00	0.64	0.650	0.650	0.25
VIG9	Y	4	5	5.00	0.45	0.450	0.650	0.25
VIG10	Y	5	6	3.90	0.35	0.350	0.650	0.25

Fuente: Propia

Para la dirección en Y se tiene una dimensión necesaria de 0.65, sin embargo como no se trata de la dirección principal esta dimensión puede ser menor, en este caso

en la estructura real se ha colocado también 0.30X0.60, en base a ello se va a revisar las dimensiones mínimas de las columnas.

Para revisar las dimensiones de la columna se va a usar el principio de columna fuerte viga débil, dado que el pre dimensionado clásico solo considera casos de cargas de gravedad, además de no ser suficiente para asegurar un buen comportamiento estructura, finalmente la norma E0.60 no obliga el uso de esta expresión, sino solamente la pone como una guía, además de que usualmente las secciones por columna fuerte viga débil son más grandes y no son pequeñas como en el caso de cargas de gravedad.

*Tabla 19: Dimensionamiento de Columnas*

<b>Inercia Vigas</b>	0.008
<b>Inercia Columnas</b>	0.0023
<b>Ancho Requerido</b>	0.407
<b>Ancho Propuesto</b>	0.7000
<b>Inercia Col Propu</b>	0.080
<b>Factor</b>	10.539

Fuente: Propia

Como se puede ver se recomienda una dimensión de 0.70X0.70, viendo que en la estructura original solo se ha puesto una dimensión de 0.25X0.70, en este caso la diferencia de dimensiones es bastante grande, por ello se justifica en cierta parte el uso de aislamiento sísmico, dado que la cantidad de rigidez que la estructura pierde con la reducción de 0.25 a 0.70 m, para el proyecto se agregara a una sección de 0.60X0.60, considerando que el resto de la falta de sección será cubierta por el aislamiento sísmico.

Cargas sobre la estructura

La estructura habiendo sido dimensionado, se procede a determinar las cargas bajo la norma actual E0.20 y E0.60, con ello primero debemos de definir las cargas muertas.

Para las cargas muertas

Se va usar las cargas del peso propio, las cuales consisten en las propiedades del acero y el concreto armado.

Peso Específico del concreto armado:  $2.4 \text{ tonf/m}^3$

Peso de Tabiquería Móvil:  $0.2 \text{ tonf/m}^2$

Peso de Acabados:  $0.1 \text{ tonf/m}^2$

Se puede considerar otras cargas de ser necesario, por el momento las especificaciones indican que la estructura solo tiene un sistema de ambientes para educación.

Para las cargas vivas

Se están considerando así cargas vivas de la norma E0.20, las cuales para un colegio se asignan un valor de  $0.30 \text{ tonf/m}^2$ , las cuales pueden variar para pasillos y baños, sin embargo el valor es similar, considerando hasta un valor de  $0.25 \text{ tonf/m}^2$ , los cuales al final el caso más crítico es considerar  $0.30$  en todos los pedazos de la losa.

Para las cargas sísmicas

Para las cargas sísmicas es necesario definir los parámetros sísmicos de la estructura, los cuales dan los valores siguientes:

Z: Zona sísmica 3

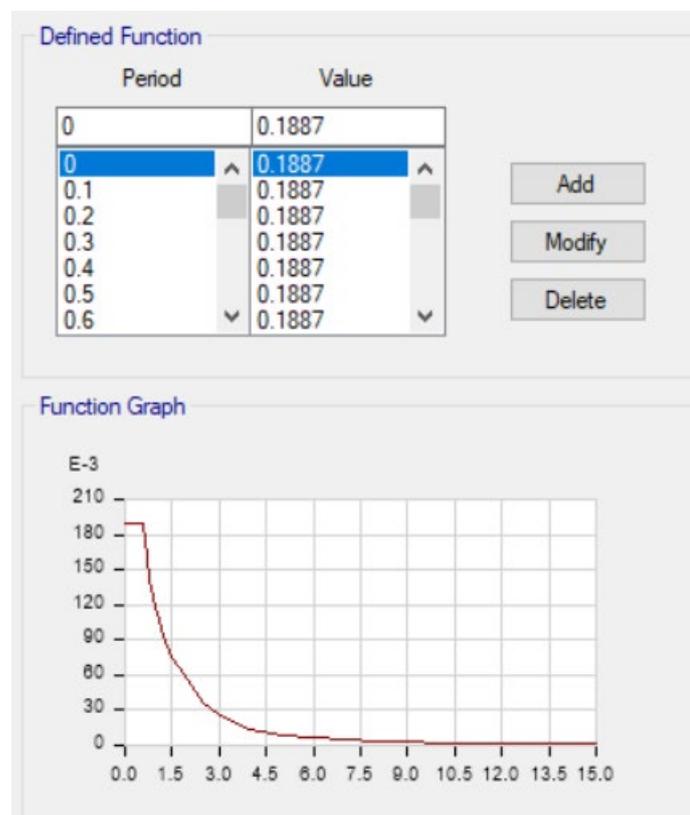
U: Importancia 1

C: Coeficiente del Periodo (variable)

S: Suelo S2

R: Reducción de 1 por ser estructura esencial

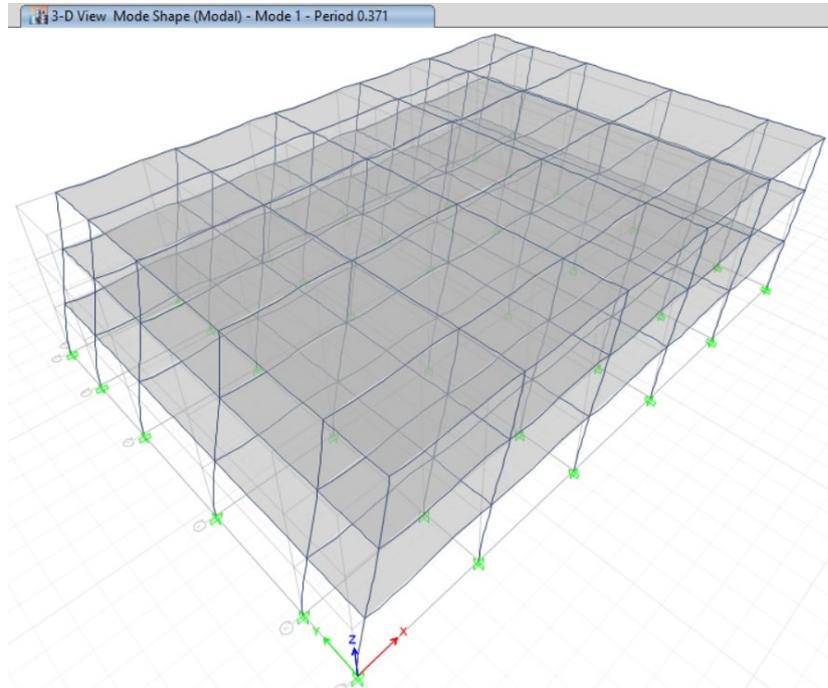
El cual da el espectro siguiente:



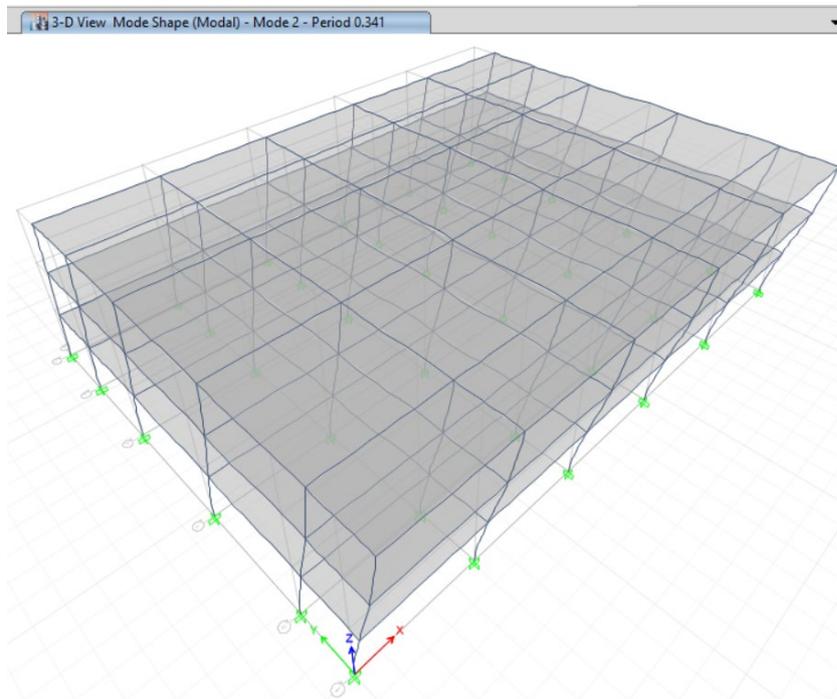
*Figura 17: Espectro de Análisis (Fuente: Propia)*

Este espectro cuenta con la reducción del R sísmico, esto porque la estructura será probada de manera convencional con la reducción de R, para luego probar los aisladores con la reducción de R, también se va a realizar estas verificaciones luego.

Con las cargas aplicadas se puede ver los resultados primeros, como los modos de vibración, estos son:



*Figura 18: Modo de vibración 1 (Fuente: ETABS v17)*



*Figura 19: Modo de vibración 2 (Fuente: ETABS v17)*

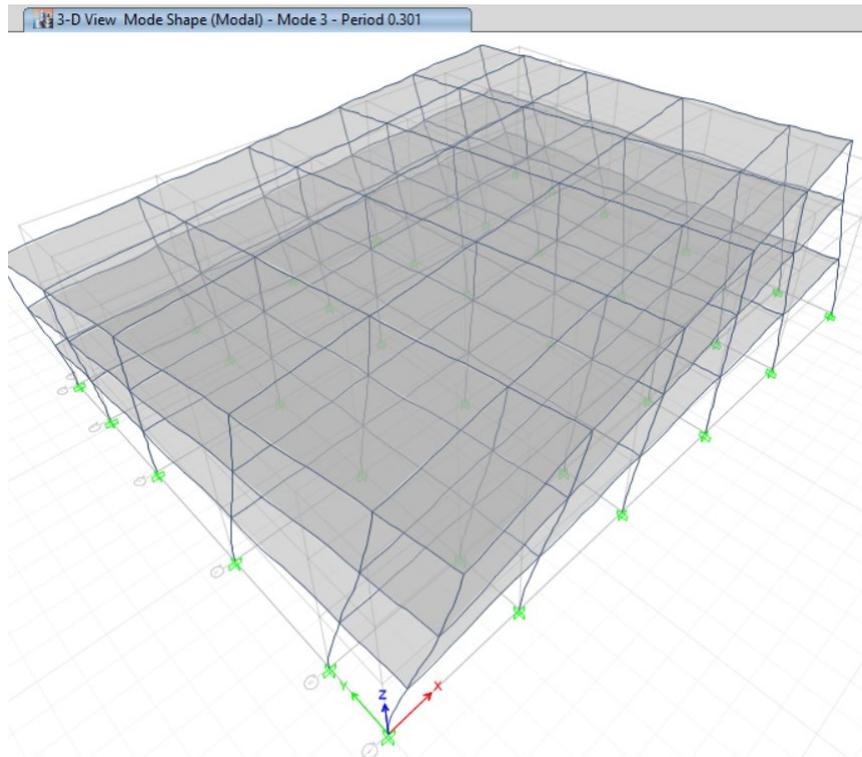


Figura 20: Modo de vibración 3 (Fuente: ETABS v17)

Como se puede ver los modos de vibración reflejan una estructura completa, las cual cuenta 2 modos de traslación y un tercer modos de vibración rotacional, el cual cuenta con una ligera torsión.

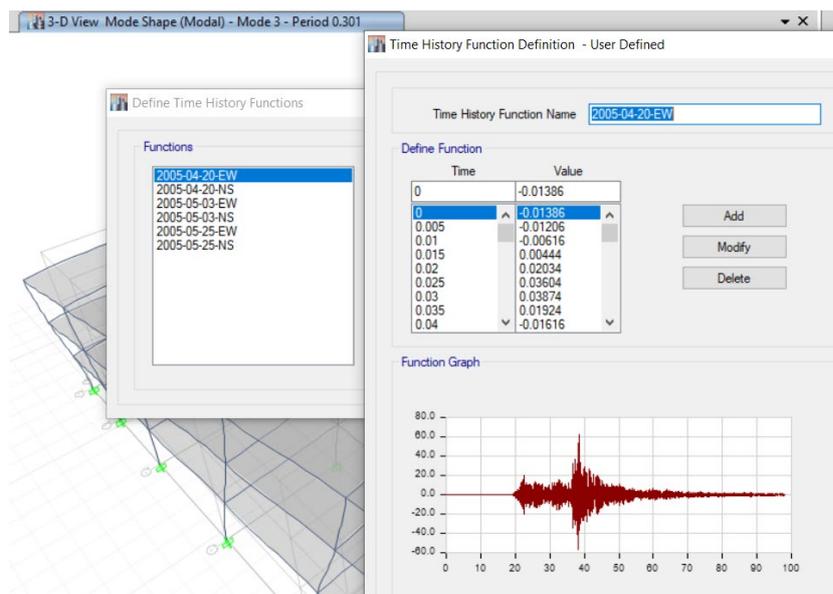


Figura 21: Definición de Registros Históricos (Fuente: ETABS v17)

Hay que definir otras cargas para evaluar la estructura, para ello se van a escoger un grupo de registros históricos.

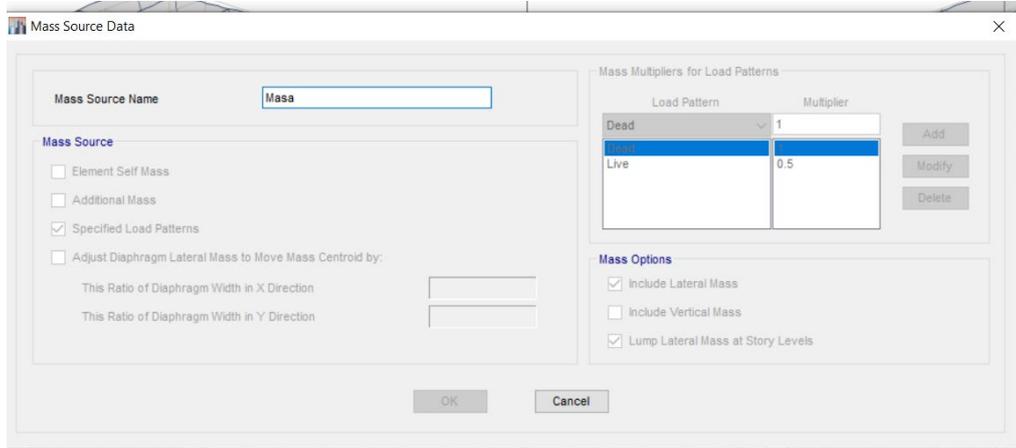


Figura 22: Definición de la masa sísmica (Fuente: Propia)

Para poder realizar el análisis sísmico es necesario definir la masa sísmica, la cual se define en base a las cargas y los casos de cargas, debemos de considerar el 100% de la carga muerta y el 50% de la carga viva.

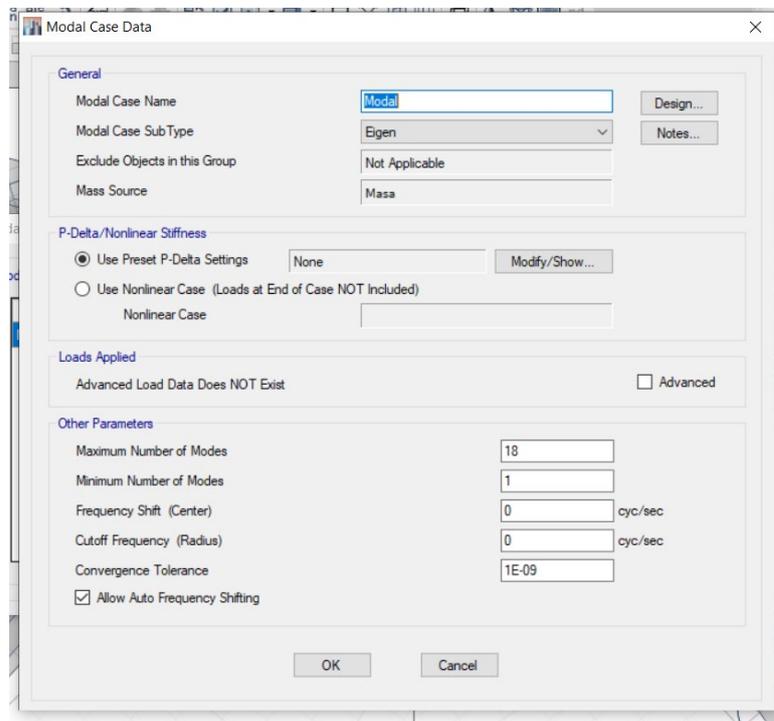


Figura 23: Modos de Vibración (Fuente: Propia)

El coeficiente sísmico es producto del periodo fundamental, el cual considera el 100% del cortante sísmico, producto del análisis según la norma E0.30, donde se toman todos los factores sísmicos y se determina el coeficiente C, que es un porcentaje del peso.

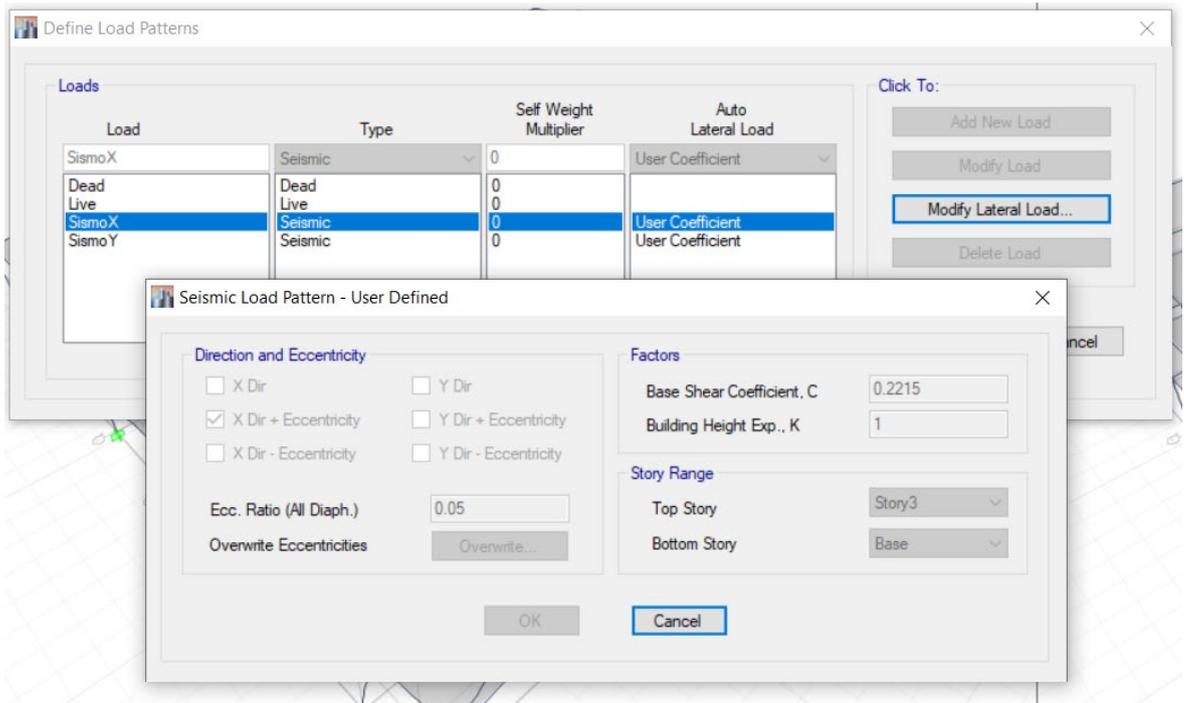


Figura 24: Coeficientes Sísmicos en X (Fuente: ETABS v17)

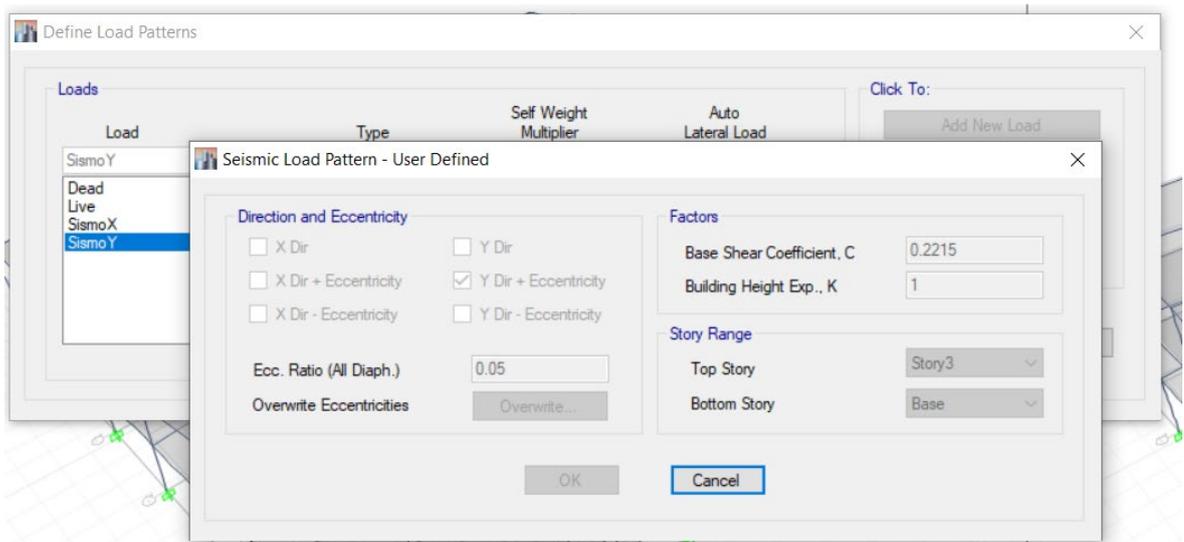


Figura 25 Coeficientes Sísmicos en Y (Fuente: ETABS v17)

Para el análisis sísmico dinámico se debe de considerar el número de pasos, así como los pasos de tiempo, lo cual se da en cada dirección, el análisis tiempo historia, también es necesario definir los factores de escala, los cuales escalan el sismo a un nivel de diseño, considerando que el pico debe tener la misma aceleración que el nivel de diseño y la gravedad, dado que programas como ETABS, consideran la gravedad como un elemento a multiplicar.

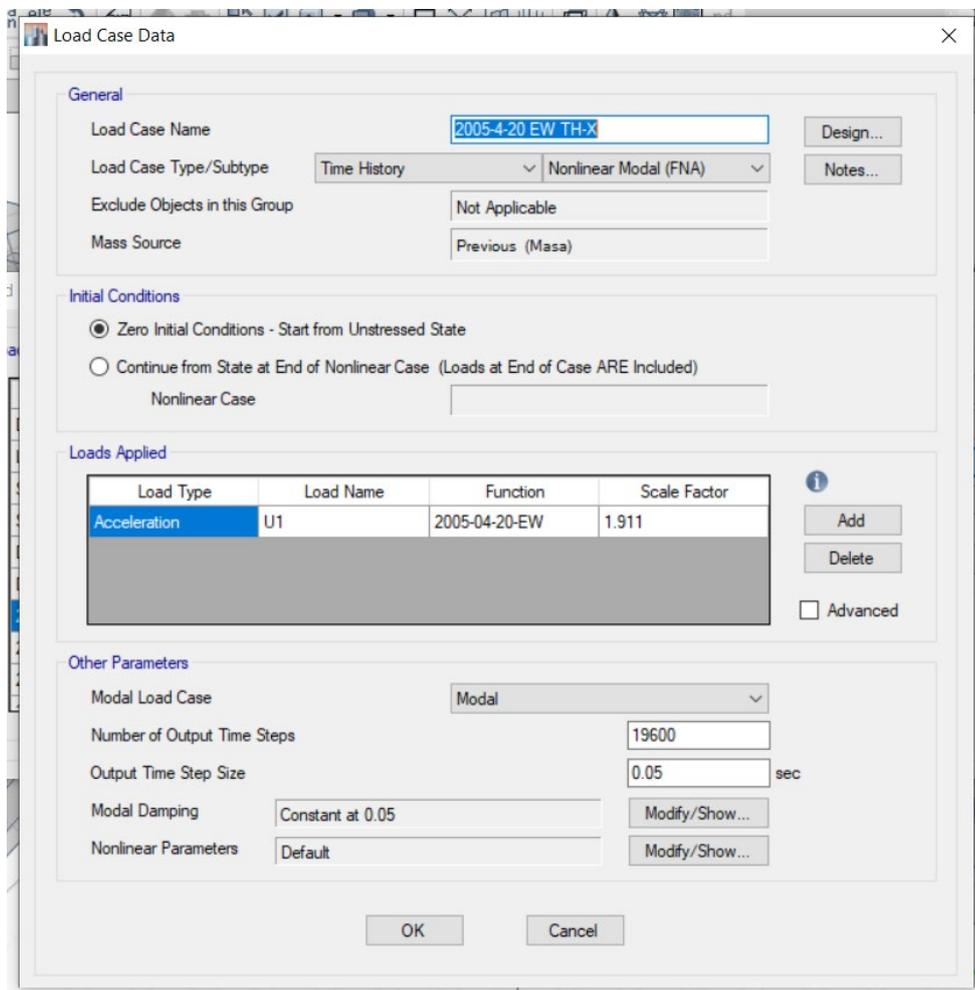


Figura 26: Análisis Tiempo Historia (Fuente: ETABS v17)

Finalmente se puede ver como que para configurar el análisis tiempo historia es necesario considerar un paso inicial, donde se carga con una carga de gravedad a la estructura.

En todo el proceso de cálculo es necesario realizar algunas de las verificaciones, que si bien no tienen límites inferiores o superiores según la norma E0.30, se considera que las mismas necesitan ser evaluadas para poder aplicarse, la primera revisión que se va realizar es la revisión del cortante:

*Tabla 20: Verificación del Cortante Sísmico X y Y*

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	SismoX	Bottom	0	-397.2069	0	5723.751	0	-3151.1745
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	SismoY	Bottom	0	0	-397.2069	-7668.0786	3151.1745	0

Fuente Propia

También se debe de verificar las ubicaciones del centro de masa y centro de rigidez, los cuales no deben de coincidir totalmente, pero el desfase debe de ser menor, considerando que este produce el momento de volteo o de torsión en cada uno de los niveles.

*Tabla 21: Verificación de Centro de Masa y Rigidez*

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	XCCM	YCCM	XCR	YCR
			tonf-s <sup>2</sup> /m	m	m	m	m		
Story3	D1	60.95384	60.95384	17.55	13.1	17.55	13.1	17.4833	13.2667
Story2	D1	60.95384	60.95384	17.55	13.1	17.55	13.1	17.4833	13.2667
Story1	D1	60.95384	60.95384	17.55	13.1	17.55	13.1	17.4833	13.2667

Fuente: Propia

*Tabla 22: Desplazamiento Relativo en X*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001025	8.2
Story2	SismoX	X	0.00145	11.6
Story1	SismoX	X	0.001018	8.144

Fuente: Propia

*Tabla 23: Desplazamiento Relativo en Y*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.000895	7.16
Story2	SismoY	Y	0.001306	10.448
Story1	SismoY	Y	0.000966	7.728

Fuente: Propia

Para el caso de los modos de vibración no solo es necesario considerar los resultados de periodos, sino también es necesario considerar las masas participativas, los valores de periodos y frecuencias, así como los eigen valores, que en este caso son los valores de frecuencias elevadas al cuadrado.

*Tabla 24: Periodos y Frecuencias*

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.371	2.695	16.9311	286.6634
Modal	2	0.341	2.935	18.4412	340.0789
Modal	3	0.301	3.325	20.8917	436.4645
Modal	4	0.108	9.25	58.1185	3377.7589
Modal	5	0.102	9.775	61.4171	3772.0653
Modal	6	0.09	11.162	70.1346	4918.8621
Modal	7	0.058	17.327	108.8702	11852.7253
Modal	8	0.057	17.592	110.5316	12217.2389
Modal	9	0.049	20.336	127.7761	16326.7197

Fuente: Propia

*Tabla 25: Modos de Vibración*

Case	Mode	Period	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec			
Modal	1	0.371	0	0.1593	0.0005
Modal	2	0.341	0.1497	0.1593	0.0008
Modal	3	0.301	0.1498	0.1594	0.8458
Modal	4	0.108	0.1498	0.883	0.8459
Modal	5	0.102	0.8962	0.883	0.8459
Modal	6	0.09	0.8964	0.8835	0.9667
Modal	7	0.058	0.8964	0.9999	0.9668
Modal	8	0.057	1	0.9999	0.9668
Modal	9	0.049	1	1	1

Fuente: Propia

Para los modos de vibración se tienen valores de sumatorias en cada una de las direcciones, llegan a valores del 100% de masa participativa en cada una de las direcciones, lo cual indica que los cálculos han sido correctos.

Luego de haber verificado los valores de desplazamientos, formas modales, periodos de vibración, masa participativas, es necesario preparar los elementos para poder realizar el diseño en concreto armado, para ello se van a tomar todas las fuerzas en los elementos viga, columna, para diseñar los primeros a momento

Para realizar las verificaciones de las secciones de columnas y vigas, su diseño y cualquier otro tipo de modificación, es necesario definir las combinaciones de carga, las cuales son:

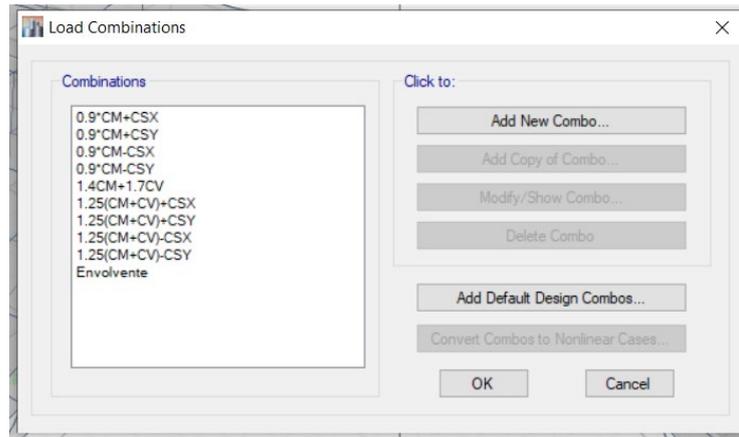


Figura 27: Combinaciones de Carga (Fuente: ETABS v17)

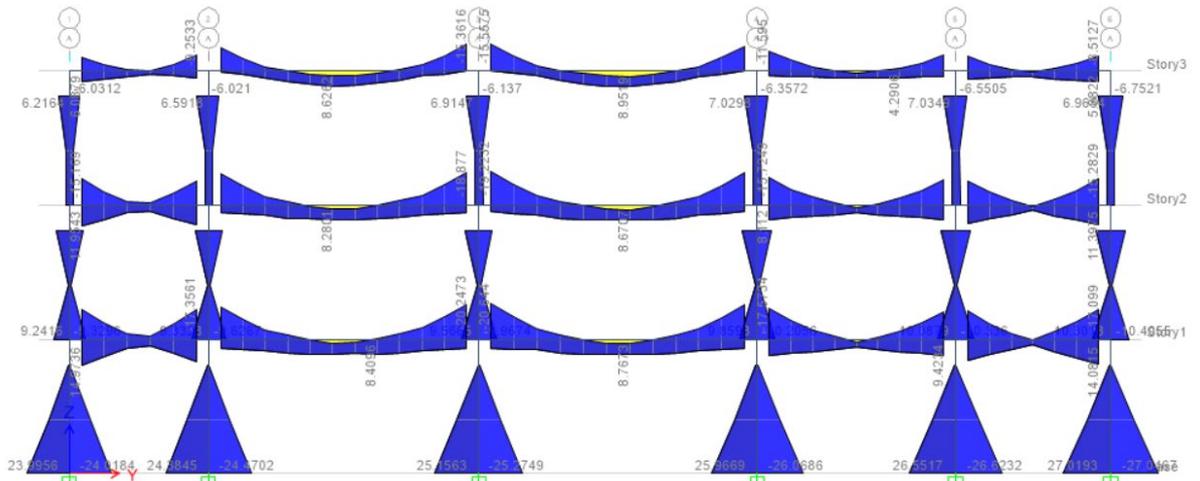


Figura 28: Diagrama de Momentos Eje 1 (Fuente: ETABS v17)

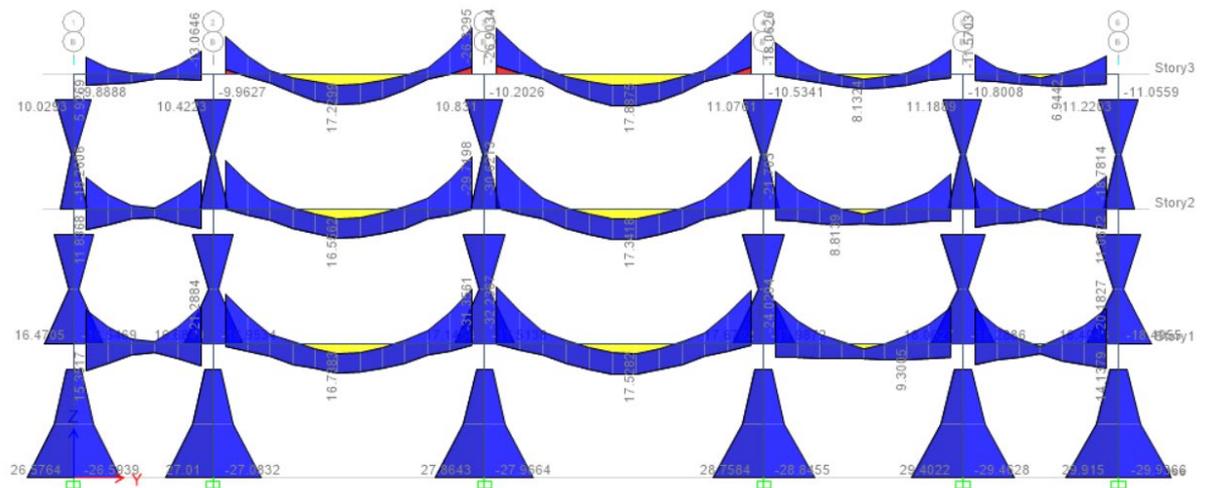


Figura 29: Diagrama de Momentos Eje 2 (Fuente: ETABS v17)

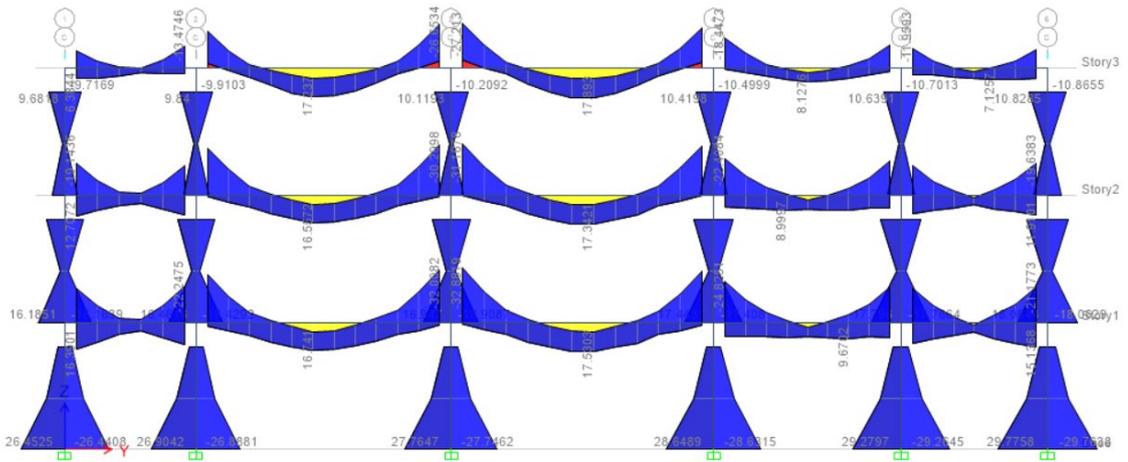


Figura 30: Diagrama de Momentos Eje 3 (Fuente: ETABS v17)

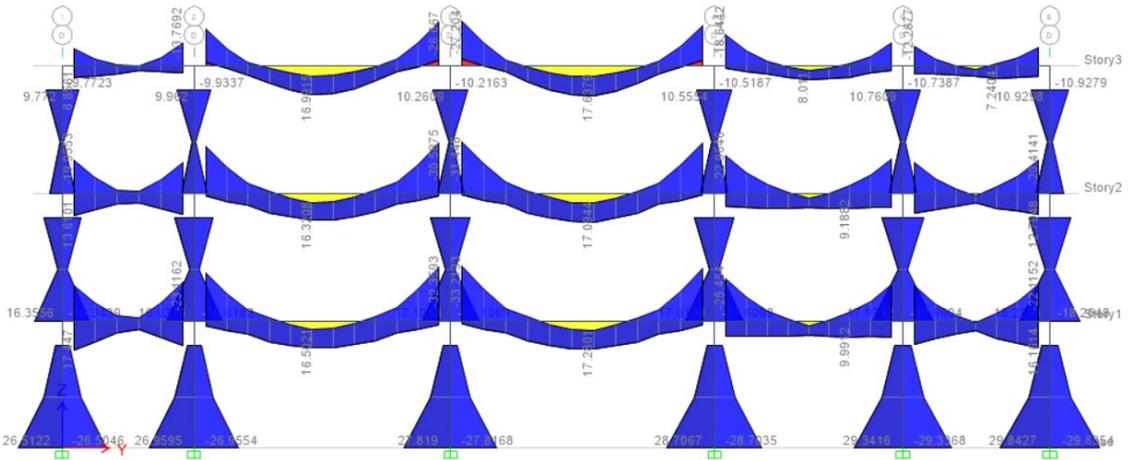


Figura 31: Diagrama de Momentos Eje 3 (Fuente: ETABS v17)

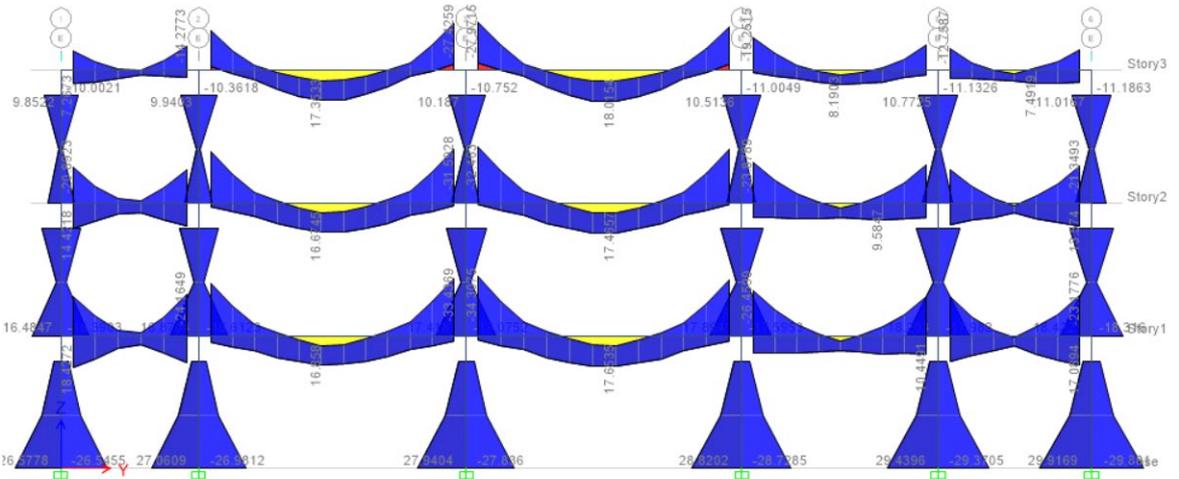


Figura 32 Diagrama de Momentos Eje 4 (Fuente: ETABS v17)

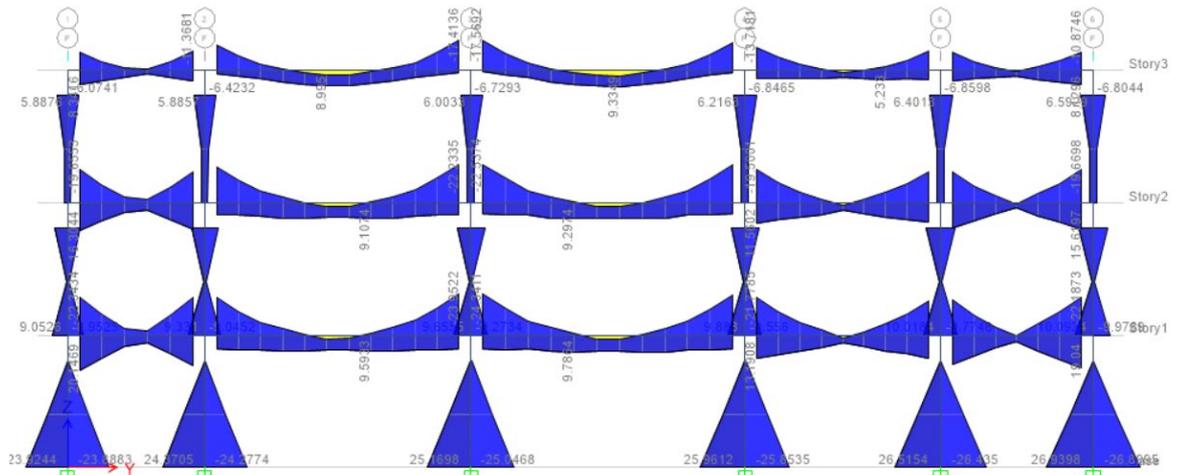


Figura 33: Diagrama de Momentos Eje 5 (Fuente: ETABS v17)

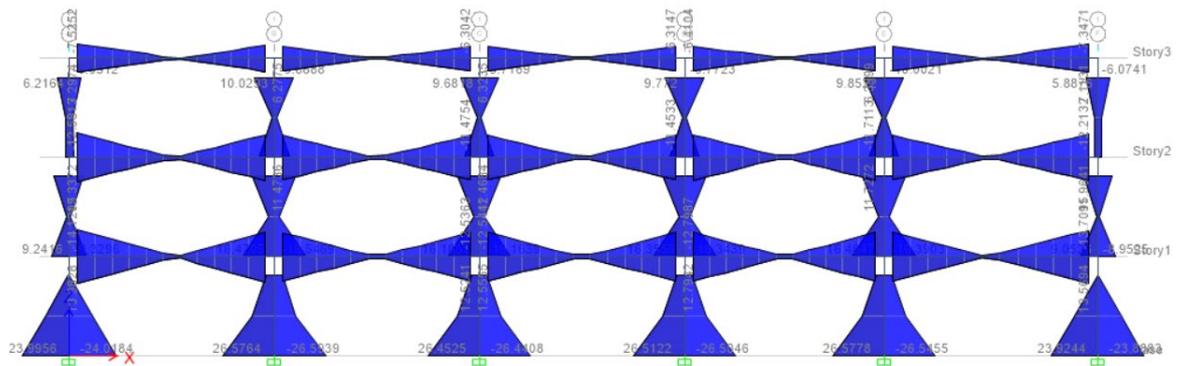


Figura 34: Diagrama de Momentos Eje A (Fuente: ETABS v17)

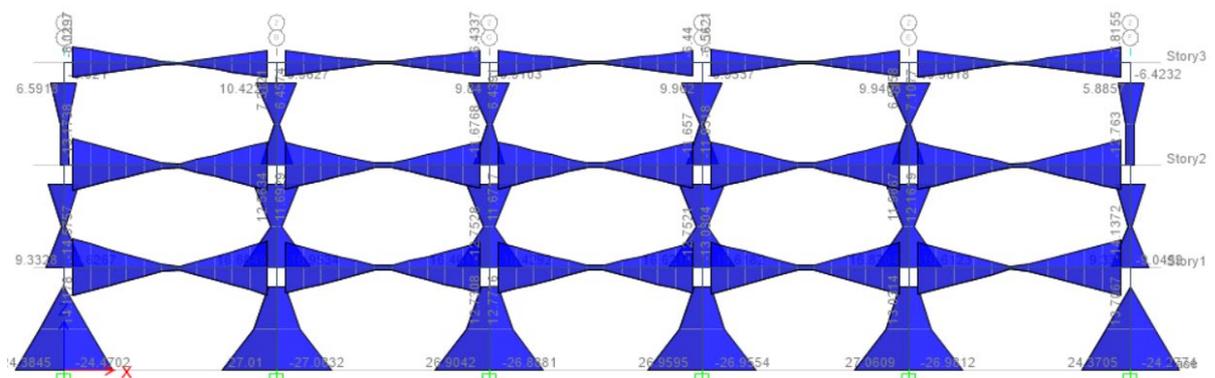


Figura 35 Diagrama de Momentos Eje B (Fuente: ETABS v17)

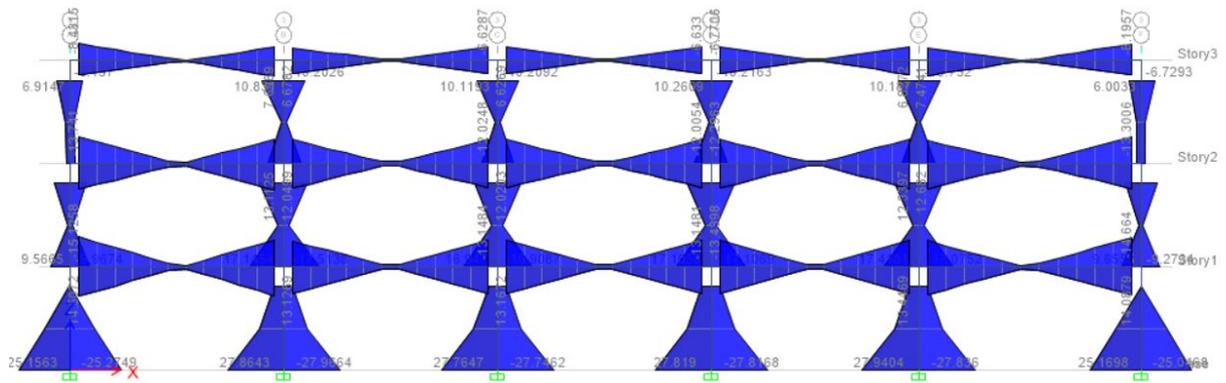


Figura 36: Diagrama de Momentos Eje C (Fuente: ETABS v17)

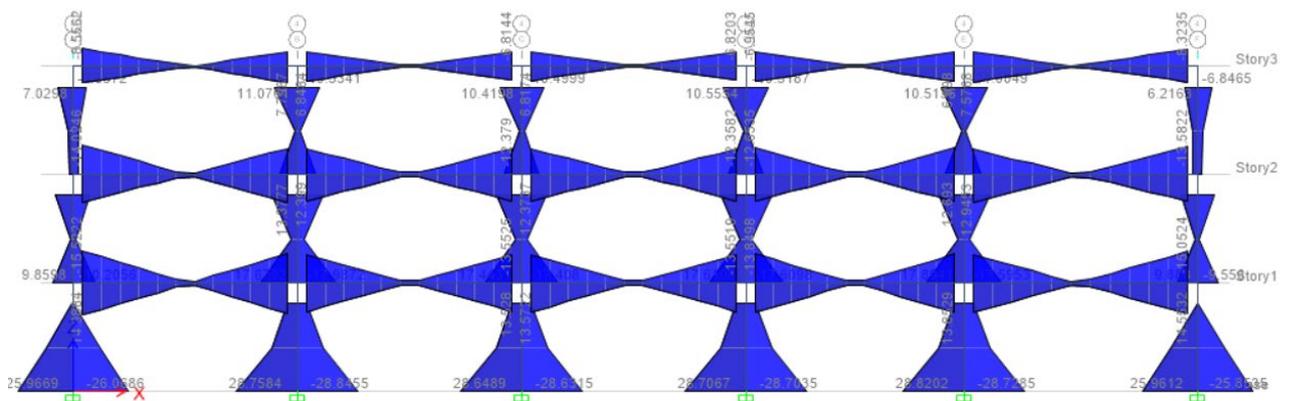


Figura 37: Diagrama de Momentos Eje D (Fuente: ETABS v17)

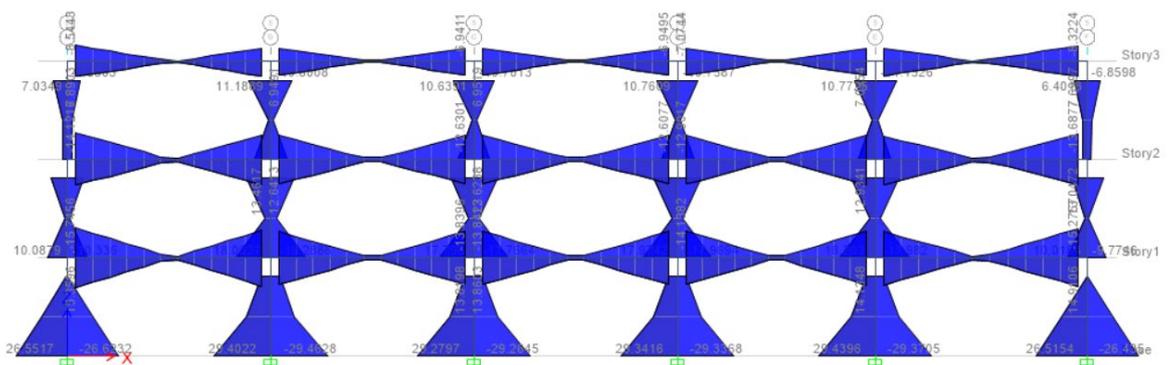
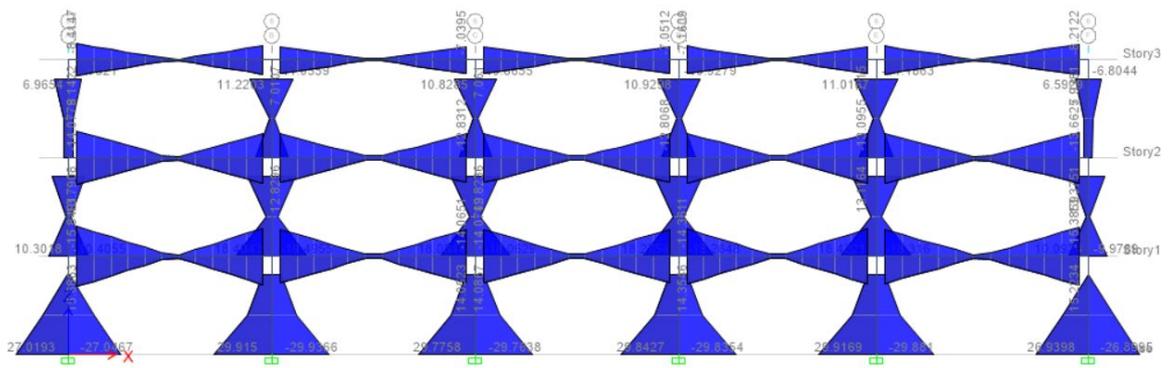


Figura 38: Diagrama de Momentos Eje E (Fuente: ETABS v17)



*Figura 39: Diagrama de Momentos Eje F (Fuente: ETABS v17)*

Con estos diagramas de fuerzas solo se puede verificar la forma de cada uno, dado que los valores para el diseño serán usados directamente de las hojas de Excel, no se han usado de los diagramas, dado que estos resultados son visuales y no nos sirven totalmente.

Para realizar el diseño en concreto armado es necesario primero tomar todos los gráficos anteriores de diagramas de momentos y exportarlos como tablas, esto porque para diseñar la sección es necesario que se tenga un número y no un gráfico.

Los momentos serán ordenados por cada piso, para vigas y luego para columnas, para el caso de las vigas se van a tomar los momentos máximos de las vigas tanto inferior como superior, los que darán una serie de tablas para realizar el diseño de todas las vigas, usando las secciones de acero, para el caso de las columnas no es necesario solo los momentos de las vigas, sino también es necesario la carga axial, dado que la capacidad a momento y carga axial, no solo se da por un número, sino por toda una gráfica, la cual representa la estructura.

fc	210	acero 1		2.85		Piso 1									
		Viga	Caso	Peralte Efectivo d cm	Ancho b cm	M Superior tonf-m	M Inferior tonf-m	Cuántia Inicial	Efecto Tension	a cm	Mn Tension	Mn Compresion	Acero Compresion cm2	Efecto Compresion	Fluye?
B1	ENV	59	30	14.9736	17.08	0.00161	1	2.235	6.929	9.71	4.127897826	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	10.2233	9.365	0.00161	1	2.235	6.929	4.43	1.883802966	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	5.0946	2.9788	0.00161	1	2.235	6.929	-1.27	minimo	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	3.5095	1.8435	0.00161	1	2.235	6.929	-3.03	minimo	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	8.2041	8.6951	0.00161	1	2.235	6.929	2.19	0.929910297	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	13.0008	17.3561	0.00161	1	2.235	6.929	7.52	3.195925037	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	5.1781	18.4667	0.00161	1	2.235	6.929	-1.18	minimo	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	5.892	11.2915	0.00161	1	2.235	6.929	-0.38	minimo	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	6.4384	5.561	0.00161	1	2.235	6.929	0.23	0.095773865	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	7.9209	2.379	0.00161	1	2.235	6.929	1.87	0.796123449	2	si fluye	2	3
B1	ENV	59	30	8.2915	0.3027	0.00161	1	2.235	6.929	2.28	0.971199035	2	si fluye	2	3
B2	ENV	59	30	8.3734	2.484	0.00161	1	2.235	6.929	2.38	1.009889511	2	si fluye	2	3
B2	ENV	59	30	8.2297	1.9563	0.00161	1	2.235	6.929	2.22	0.942004024	2	si fluye	2	3
B2	ENV	59	30	8.4096	0.3319	0.00161	1	2.235	6.929	2.42	1.026990796	2	si fluye	2	3
B2	ENV	59	30	7.8015	3.1205	0.00161	1	2.235	6.929	1.74	0.739717554	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	6.2058	6.5338	0.00161	1	2.235	6.929	-0.03	minimo	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	5.8854	12.8346	0.00161	1	2.235	6.929	-0.39	minimo	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	5.0646	20.2473	0.00161	1	2.235	6.929	-1.30	minimo	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	4.7659	20.644	0.00161	1	2.235	6.929	-1.63	minimo	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	5.7178	12.9036	0.00161	1	2.235	6.929	-0.58	minimo	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	6.1365	6.3481	0.00161	1	2.235	6.929	-0.11	minimo	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	7.9356	2.8908	0.00161	1	2.235	6.929	1.89	0.803067894	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	8.6302	0.047	0.00161	1	2.235	6.929	2.66	1.131204704	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	8.6817	2.2637	0.00161	1	2.235	6.929	2.72	1.15553388	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	8.7673	2.4799	0.00161	1	2.235	6.929	2.81	1.195972278	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	8.6579	0.2329	0.00161	1	2.235	6.929	2.69	1.144290494	2	si fluye	2	3
B3	ENV	59	30	8.1047	2.5473	0.00161	1	2.235	6.929	2.08	0.882952625	2	si fluye	2	3
B4	ENV	59	30	6.3667	5.8607	0.00161	1	2.235	6.929	0.15	0.061901983	2	si fluye	2	3
B4	ENV	59	30	5.8197	12.0829	0.00161	1	2.235	6.929	-0.46	minimo	2	si fluye	2	3
B4	ENV	59	30	4.9314	19.6819	0.00161	1	2.235	6.929	-1.45	minimo	2	si fluye	2	3
B4	ENV	59	30	9.3379	17.5734	0.00161	1	2.235	6.929	3.45	1.465530101	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	8.1737	10.7906	0.00161	1	2.235	6.929	2.15	0.915548997	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	7.0893	5.6227	0.00161	1	2.235	6.929	0.95	0.403266307	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	5.9388	1.9239	0.00161	1	2.235	6.929	-0.33	minimo	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	4.1957	1.2984	0.00161	1	2.235	6.929	-2.27	minimo	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	5.7534	1.2476	0.00161	1	2.235	6.929	-0.54	minimo	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	7.2426	4.794	0.00161	1	2.235	6.929	1.12	0.475686941	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	8.1068	9.2507	0.00161	1	2.235	6.929	2.08	0.883944689	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	9.4234	15.6949	0.00161	1	2.235	6.929	3.54	1.505921257	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	12.3148	16.2963	0.00161	1	2.235	6.929	6.75	2.871850963	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	8.8008	8.7837	0.00161	1	2.235	6.929	2.85	1.211798053	2	si fluye	2	3
B5	ENV	59	30	5.7384	3.2578	0.00161	1	2.235	6.929	-0.55	minimo	2	si fluye	2	3
B6	ENV	59	30	3.0847	0.3241	0.00161	1	2.235	6.929	-3.50	minimo	2	si fluye	2	3
B6	ENV	59	30	7.4275	4.6256	0.00161	1	2.235	6.929	1.32	0.56303577	2	si fluye	2	3
B6	ENV	59	30	10.7116	10.0518	0.00161	1	2.235	6.929	4.97	2.114481348	2	si fluye	2	3
B6	ENV	59	30	14.0815	17.099	0.00161	1	2.235	6.929	8.72	3.706459806	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	15.3517	19.5792	0.00161	1	2.235	6.929	10.13	4.306516495	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	11.4505	9.7387	0.00161	1	2.235	6.929	5.79	2.463545974	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	6.798	2.5613	0.00161	1	2.235	6.929	0.62	0.265652928	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	4.8259	1.4789	0.00161	1	2.235	6.929	-1.57	minimo	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	8.6144	9.5715	0.00161	1	2.235	6.929	2.64	1.123740607	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	12.6127	21.2884	0.00161	1	2.235	6.929	7.09	3.012582255	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	1.662	28.2712	0.00161	1	2.235	6.929	-5.08	minimo	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	4.7104	15.5371	0.00161	1	2.235	6.929	-1.69	minimo	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	7.4149	5.6835	0.00161	1	2.235	6.929	1.31	0.557083389	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	12.0022	0.9373	0.00161	1	2.235	6.929	6.41	2.724175226	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	14.3657	2.8081	0.00161	1	2.235	6.929	9.03	3.840719065	2	si fluye	2	3
B7	ENV	59	30	16.7383	5.5529	0.00161	1	2.235	6.929	11.67	4.961561847	2	si fluye	2	3
B8	ENV	59	30	16.4546	4.942	0.00161	1	2.235	6.929	11.35	4.827538793	2	si fluye	2	3
B8	ENV	59	30	14.1676	1.9862	0.00161	1	2.235	6.929	8.81	3.747134409	2	si fluye	2	3
B8	ENV	59	30	11.3351	1.9704	0.00161	1	2.235	6.929	5.67	2.409029723	2	si fluye	2	3

Figura 40: Diseño de Vigas 1er Piso (Fuente: Propia)

Piso 2												
	M Superior tonf-m	M Inferior tonf-m	Cuántia Inicial	Efecto Tension	a economi cm	Mn Tension	Mn Compre	Acero Compresi cm2	Efecto Compr	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior
B1	15.169	11.9543	0.00322	2	4.471	13.589	3.26	1.388169	2	si fluye	2	4
B1	7.8631	8.1152	0.00322	2	4.471	13.589	-4.85	minimo	2	si fluye	2	4
B1	2.3064	4.318	0.00322	2	4.471	13.589	-11.03	minimo	2	si fluye	2	4
B1	1.4394	3.5033	0.00322	2	4.471	13.589	-11.99	minimo	2	si fluye	2	4
B1	6.9636	7.3726	0.00322	2	4.471	13.589	-5.85	minimo	2	si fluye	2	4
B1	14.1378	11.1846	0.00322	2	4.471	13.589	2.12	0.901019	2	si fluye	2	4
B2	17.7928	4.0575	0.00322	2	4.471	13.589	6.18	2.627682	2	si fluye	2	4
B2	10.7671	4.9878	0.00322	2	4.471	13.589	-1.63	minimo	2	si fluye	2	4
B2	5.0674	5.632	0.00322	2	4.471	13.589	-7.96	minimo	2	si fluye	2	4
B2	2.0602	7.3563	0.00322	2	4.471	13.589	-11.30	minimo	2	si fluye	2	4
B2	0.4466	7.9688	0.00322	2	4.471	13.589	-13.09	minimo	2	si fluye	2	4
B2	2.4531	8.2801	0.00322	2	4.471	13.589	-10.86	minimo	2	si fluye	2	4
B3	2.1343	8.1923	0.00322	2	4.471	13.589	-11.22	minimo	2	si fluye	2	4
B3	0.0625	8.0373	0.00322	2	4.471	13.589	-13.52	minimo	2	si fluye	2	4
B3	2.5096	7.2797	0.00322	2	4.471	13.589	-10.80	minimo	2	si fluye	2	4
B3	5.6473	5.4754	0.00322	2	4.471	13.589	-7.31	minimo	2	si fluye	2	4
B3	11.7062	4.9801	0.00322	2	4.471	13.589	-0.58	minimo	2	si fluye	2	4
B3	18.877	3.9845	0.00322	2	4.471	13.589	7.38	3.13987	2	si fluye	2	4
B4	19.2232	3.5442	0.00322	2	4.471	13.589	7.77	3.303419	2	si fluye	2	4
B4	11.747	4.7078	0.00322	2	4.471	13.589	-0.54	minimo	2	si fluye	2	4
B4	5.4556	5.3382	0.00322	2	4.471	13.589	-7.53	minimo	2	si fluye	2	4
B4	2.2784	7.3649	0.00322	2	4.471	13.589	-11.06	minimo	2	si fluye	2	4
B4	0.3212	8.2513	0.00322	2	4.471	13.589	-13.23	minimo	2	si fluye	2	4
B4	2.3876	8.6289	0.00322	2	4.471	13.589	-10.94	minimo	2	si fluye	2	4
B5	2.5284	8.6707	0.00322	2	4.471	13.589	-10.78	minimo	2	si fluye	2	4
B5	0.4931	8.2295	0.00322	2	4.471	13.589	-13.04	minimo	2	si fluye	2	4
B5	2.0754	7.4122	0.00322	2	4.471	13.589	-11.28	minimo	2	si fluye	2	4
B5	5.177	5.41	0.00322	2	4.471	13.589	-7.84	minimo	2	si fluye	2	4
B5	11.311	4.7223	0.00322	2	4.471	13.589	-1.02	minimo	2	si fluye	2	4
B5	18.7182	3.5897	0.00322	2	4.471	13.589	7.21	3.064851	2	si fluye	2	4
B6	15.7249	8.112	0.00322	2	4.471	13.589	3.88	1.650783	2	si fluye	2	4
B6	9.3566	7.2404	0.00322	2	4.471	13.589	-3.19	minimo	2	si fluye	2	4
B6	4.747	6.5924	0.00322	2	4.471	13.589	-8.32	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.4166	5.6882	0.00322	2	4.471	13.589	-12.02	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.4375	4.3082	0.00322	2	4.471	13.589	-11.99	minimo	2	si fluye	2	4
B6	1.0103	5.529	0.00322	2	4.471	13.589	-12.47	minimo	2	si fluye	2	4
B7	4.2641	6.6036	0.00322	2	4.471	13.589	-8.85	minimo	2	si fluye	2	4
B7	8.5159	7.1409	0.00322	2	4.471	13.589	-4.13	minimo	2	si fluye	2	4
B7	14.7138	8.0892	0.00322	2	4.471	13.589	2.76	1.173128	2	si fluye	2	4
B7	13.9519	10.569	0.00322	2	4.471	13.589	1.91	0.813198	2	si fluye	2	4
B7	7.4666	7.8379	0.00322	2	4.471	13.589	-5.29	minimo	2	si fluye	2	4
B7	2.7409	5.3312	0.00322	2	4.471	13.589	-10.54	minimo	2	si fluye	2	4
B8	0.5239	2.7503	0.00322	2	4.471	13.589	-13.01	minimo	2	si fluye	2	4
B8	3.7773	6.2001	0.00322	2	4.471	13.589	-9.39	minimo	2	si fluye	2	4
B8	8.555	8.5913	0.00322	2	4.471	13.589	-4.08	minimo	2	si fluye	2	4
B8	15.2829	11.3975	0.00322	2	4.471	13.589	3.39	1.441977	2	si fluye	2	4
B8	18.2606	11.8368	0.00322	2	4.471	13.589	6.70	2.848676	2	si fluye	2	4
B8	8.3223	8.8302	0.00322	2	4.471	13.589	-4.34	minimo	2	si fluye	2	4
B9	1.8804	5.9054	0.00322	2	4.471	13.589	-11.50	minimo	2	si fluye	2	4
B9	0.9399	5.0676	0.00322	2	4.471	13.589	-12.55	minimo	2	si fluye	2	4
B9	7.3182	8.1341	0.00322	2	4.471	13.589	-5.46	minimo	2	si fluye	2	4
B9	16.9979	11.0876	0.00322	2	4.471	13.589	5.30	2.252162	2	si fluye	2	4
B9	27.8443	0.3513	0.00322	2	4.471	13.589	17.35	7.376123	2	si fluye	2	4
B9	15.225	3.6477	0.00322	2	4.471	13.589	3.33	1.414624	2	si fluye	2	4
B10	5.252	6.3658	0.00322	2	4.471	13.589	-7.75	minimo	2	si fluye	2	4
B10	0.6711	11.2515	0.00322	2	4.471	13.589	-12.84	minimo	2	si fluye	2	4
B10	2.9091	14.0381	0.00322	2	4.471	13.589	-10.36	minimo	2	si fluye	2	4
B10	5.4886	16.5562	0.00322	2	4.471	13.589	-7.49	minimo	2	si fluye	2	4
B10	5.1187	16.3835	0.00322	2	4.471	13.589	-7.90	minimo	2	si fluye	2	4
B10	2.4108	13.7908	0.00322	2	4.471	13.589	-10.91	minimo	2	si fluye	2	4
B11	1.2978	10.8435	0.00322	2	4.471	13.589	-12.15	minimo	2	si fluye	2	4

Figura 41: Diseño de Vigas del 2do Piso (Fuente: Propia)

Piso 3												
	M Superior tonf-m	M Inferior tonf-m	Cuántia Inicial	Efecto Tension	a economi cm	Mn Tension	Mn Compre	Acero Compresi cm2	Efecto Compr	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior
B1	6.0879	8.0127	0.00322	2	4.471	13.589	-6.83	minimo	2	si fluye	2	3
B1	4.7903	3.9284	0.00322	2	4.471	13.589	-8.27	minimo	2	si fluye	2	3
B1	3.0455	1.1041	0.00322	2	4.471	13.589	-10.21	minimo	2	si fluye	2	3
B1	1.6887	0.375	0.00322	2	4.471	13.589	-11.71	minimo	2	si fluye	2	3
B1	2.955	3.9763	0.00322	2	4.471	13.589	-10.31	minimo	2	si fluye	2	3
B1	4.1899	9.2533	0.00322	2	4.471	13.589	-8.93	minimo	2	si fluye	2	3
B2	0.6174	13.1003	0.00322	2	4.471	13.589	-12.90	minimo	2	si fluye	2	3
B2	2.2004	6.8948	0.00322	2	4.471	13.589	-11.14	minimo	2	si fluye	2	3
B2	3.8452	2.3633	0.00322	2	4.471	13.589	-9.32	minimo	2	si fluye	2	3
B2	6.1587	0.1128	0.00322	2	4.471	13.589	-6.75	minimo	2	si fluye	2	3
B2	7.5084	1.6373	0.00322	2	4.471	13.589	-5.25	minimo	2	si fluye	2	3
B2	8.6262	2.8871	0.00322	2	4.471	13.589	-4.00	minimo	2	si fluye	2	3
B3	8.3986	2.6103	0.00322	2	4.471	13.589	-4.26	minimo	2	si fluye	2	3
B3	6.9881	1.1912	0.00322	2	4.471	13.589	-5.82	minimo	2	si fluye	2	3
B3	5.4103	0.7282	0.00322	2	4.471	13.589	-7.58	minimo	2	si fluye	2	3
B3	2.8827	3.3101	0.00322	2	4.471	13.589	-10.39	minimo	2	si fluye	2	3
B3	1.6307	8.7799	0.00322	2	4.471	13.589	-11.78	minimo	2	si fluye	2	3
B3	0.1216	15.3616	0.00322	2	4.471	13.589	-13.45	minimo	2	si fluye	2	3
B4	0.4526	15.5575	0.00322	2	4.471	13.589	-13.09	minimo	2	si fluye	2	3
B4	1.4513	8.7102	0.00322	2	4.471	13.589	-11.98	minimo	2	si fluye	2	3
B4	2.822	3.0478	0.00322	2	4.471	13.589	-10.45	minimo	2	si fluye	2	3
B4	5.5901	0.5006	0.00322	2	4.471	13.589	-7.38	minimo	2	si fluye	2	3
B4	7.259	1.4278	0.00322	2	4.471	13.589	-5.52	minimo	2	si fluye	2	3
B4	8.8173	2.8231	0.00322	2	4.471	13.589	-3.79	minimo	2	si fluye	2	3
B5	8.9519	2.9733	0.00322	2	4.471	13.589	-3.64	minimo	2	si fluye	2	3
B5	7.653	1.6782	0.00322	2	4.471	13.589	-5.09	minimo	2	si fluye	2	3
B5	6.0464	0.15	0.00322	2	4.471	13.589	-6.87	minimo	2	si fluye	2	3
B5	3.4153	2.5114	0.00322	2	4.471	13.589	-9.79	minimo	2	si fluye	2	3
B5	1.8019	7.6083	0.00322	2	4.471	13.589	-11.59	minimo	2	si fluye	2	3
B5	0.0018	14.233	0.00322	2	4.471	13.589	-13.59	minimo	2	si fluye	2	3
B6	2.7039	11.595	0.00322	2	4.471	13.589	-10.59	minimo	2	si fluye	2	3
B6	3.1509	6.3005	0.00322	2	4.471	13.589	-10.09	minimo	2	si fluye	2	3
B6	3.5223	2.4656	0.00322	2	4.471	13.589	-9.68	minimo	2	si fluye	2	3
B6	4.0296	0.3018	0.00322	2	4.471	13.589	-9.11	minimo	2	si fluye	2	3
B6	4.0587	1.3856	0.00322	2	4.471	13.589	-9.08	minimo	2	si fluye	2	3
B6	4.2899	0.1745	0.00322	2	4.471	13.589	-8.82	minimo	2	si fluye	2	3
B7	4.2906	1.7607	0.00322	2	4.471	13.589	-8.82	minimo	2	si fluye	2	3
B7	3.5891	4.5288	0.00322	2	4.471	13.589	-9.60	minimo	2	si fluye	2	3
B7	3.3707	9.3152	0.00322	2	4.471	13.589	-9.84	minimo	2	si fluye	2	3
B7	4.4635	8.4391	0.00322	2	4.471	13.589	-8.63	minimo	2	si fluye	2	3
B7	3.691	3.6045	0.00322	2	4.471	13.589	-9.49	minimo	2	si fluye	2	3
B7	3.3678	0.7543	0.00322	2	4.471	13.589	-9.85	minimo	2	si fluye	2	3
B8	3.0085	0.6183	0.00322	2	4.471	13.589	-10.25	minimo	2	si fluye	2	3
B8	4.6782	1.6164	0.00322	2	4.471	13.589	-8.39	minimo	2	si fluye	2	3
B8	5.3107	4.3274	0.00322	2	4.471	13.589	-7.69	minimo	2	si fluye	2	3
B8	5.8822	8.5127	0.00322	2	4.471	13.589	-7.05	minimo	2	si fluye	2	3
B8	5.9269	9.8404	0.00322	2	4.471	13.589	-7.00	minimo	2	si fluye	2	3
B8	5.6507	3.9562	0.00322	2	4.471	13.589	-7.31	minimo	2	si fluye	2	3
B9	4.5041	0.6161	0.00322	2	4.471	13.589	-8.58	minimo	2	si fluye	2	3
B9	2.676	0.009	0.00322	2	4.471	13.589	-10.62	minimo	2	si fluye	2	3
B9	2.8852	4.8536	0.00322	2	4.471	13.589	-10.38	minimo	2	si fluye	2	3
B9	3.0463	13.0646	0.00322	2	4.471	13.589	-10.20	minimo	2	si fluye	2	3
B9	2.9769	22.0737	0.00322	2	4.471	13.589	-10.28	minimo	2	si fluye	2	3
B9	0.97	10.432	0.00322	2	4.471	13.589	-12.51	minimo	2	si fluye	2	3
B10	5.0171	2.1149	0.00322	2	4.471	13.589	-8.01	minimo	2	si fluye	2	3
B10	10.4293	1.6124	0.00322	2	4.471	13.589	-2.00	minimo	2	si fluye	2	3
B10	14.9847	4.3391	0.00322	2	4.471	13.589	3.06	1.301104	2	si fluye	2	3
B10	17.2299	6.065	0.00322	2	4.471	13.589	5.55	2.361761	2	si fluye	2	3
B10	16.7844	5.694	0.00322	2	4.471	13.589	5.06	2.151302	2	si fluye	2	3
B10	13.648	3.6367	0.00322	2	4.471	13.589	1.57	0.669632	2	si fluye	2	3
B11	8.7934	0.5787	0.00322	2	4.471	13.589	-3.82	minimo	2	si fluye	2	3

Figura 42: Diseño de vigas del 3er Piso (Fuente: Propia)

Como se puede ver en los diseños de las vigas, es suficiente con el diseño aplicado, considerando 2 y 3 aceros de 5/8 en las vigas, estos pueden ser detallados en base a los diagrams de momentos existentes.

Para el caso del diseño de las columnas se van a usar los pares de carga axial y momento, los que a su vez forman la interacción de carga axial y momento y se pueden ver en las siguientes tablas:

Story	Column	Load Case/Combo	P	M2	M3
Story3	C1	1.4CM+1.7CV	9.2405	5.1016	0.2275
Story3	C1	1.25(CM+CV)+CSX	7.1554	4.0196	0.4273
Story3	C1	1.25(CM+CV)-CSX	7.8604	4.2705	0.797
Story3	C1	1.25(CM+CV)+CSY	6.4411	5.3554	0.2064
Story3	C1	1.25(CM+CV)-CSY	8.5747	2.9347	0.1634
Story3	C1	0.9*CM+CSX	2.5582	1.4815	0.5405
Story3	C1	0.9*CM-CSX	3.2633	1.7325	0.6838
Story3	C1	0.9*CM+CSY	1.8439	2.8174	0.0932
Story3	C1	0.9*CM-CSY	3.9776	0.3966	0.0502
Story3	C3	1.4CM+1.7CV	6.8929	4.1152	0.126
Story3	C3	1.25(CM+CV)+CSX	5.152	3.2703	0.5872
Story3	C3	1.25(CM+CV)-CSX	6.0489	3.4168	0.792
Story3	C3	1.25(CM+CV)+CSY	5.1607	3.6942	0.0235
Story3	C3	1.25(CM+CV)-CSY	6.0402	2.9929	0.1812
Story3	C3	0.9*CM+CSX	1.7228	1.223	0.6499
Story3	C3	0.9*CM-CSX	2.6197	1.3695	0.7293
Story3	C3	0.9*CM+CSY	1.7315	1.6469	0.0392
Story3	C3	0.9*CM-CSY	2.611	0.9456	0.1186
Story3	C4	1.4CM+1.7CV	11.7084	7.4433	0.0588
Story3	C4	1.25(CM+CV)+CSX	9.3542	6.0143	1.2375
Story3	C4	1.25(CM+CV)-CSX	9.672	6.0811	1.1419
Story3	C4	1.25(CM+CV)+CSY	9.0701	6.4135	0.1852
Story3	C4	1.25(CM+CV)-CSY	9.9561	5.6819	0.0895
Story3	C4	0.9*CM+CSX	3.5292	2.3113	1.2083
Story3	C4	0.9*CM-CSX	3.8471	2.378	1.1712
Story3	C4	0.9*CM+CSY	3.2452	2.7105	0.1559
Story3	C4	0.9*CM-CSY	4.1311	1.9788	0.1188
Story3	C5	1.4CM+1.7CV	15.9318	8.1408	0.0632
Story3	C5	1.25(CM+CV)+CSX	12.8228	6.5579	1.1285
Story3	C5	1.25(CM+CV)-CSX	13.0663	6.6709	1.0258
Story3	C5	1.25(CM+CV)+CSY	11.7468	8.0629	0.0274
Story3	C5	1.25(CM+CV)-CSY	14.1423	5.1659	0.0753
Story3	C5	0.9*CM+CSX	4.8967	2.5079	1.0971
Story3	C5	0.9*CM-CSX	5.1403	2.6208	1.0573
Story3	C5	0.9*CM+CSY	3.8208	4.0128	0.0041

Figura 43: Casos de carga Columnas (Fuente: Propia)

Diagrama M3		
P tonf	M2 ton-m	M3 ton-m
358.333	0	0
358.333	0	6.6158
327.2122	0	10.6475
269.8203	0	13.4191
204.7039	0	14.6663
128.012	0	14.7223
109.3586	0	15.2725
79.9129	0	15.0079
12.4998	0	10.0205
-52.2701	0	4.5037
-91.1176	0	0

Figura 44: Diagramas de Interacción Momento Axial (Fuente: Propia)

Diagrama M2		
P tonf	M2 ton-m	M3 ton-m
358.333	0	0
358.333	19.3691	0
337.6358	31.882	0
287.5945	40.6842	0
233.8222	46.1021	0
173.1932	48.4932	0
146.9741	54.1592	0
108.5888	56.2772	0
44.453	43.4437	0
-22.6738	24.4673	0
-91.1176	0	0

Figura 45: Diagramas de Interacción Momento Axial (Fuente: Propia)

En las tablas anteriores puede verse los puntos para graficar dentro del diagrama de interacción, luego los puntos que conforman el diagrama de interacción, cada uno de los puntos que siguen esta curva en cada una de las direcciones, así como los resultados de la gráfica de dichos puntos.

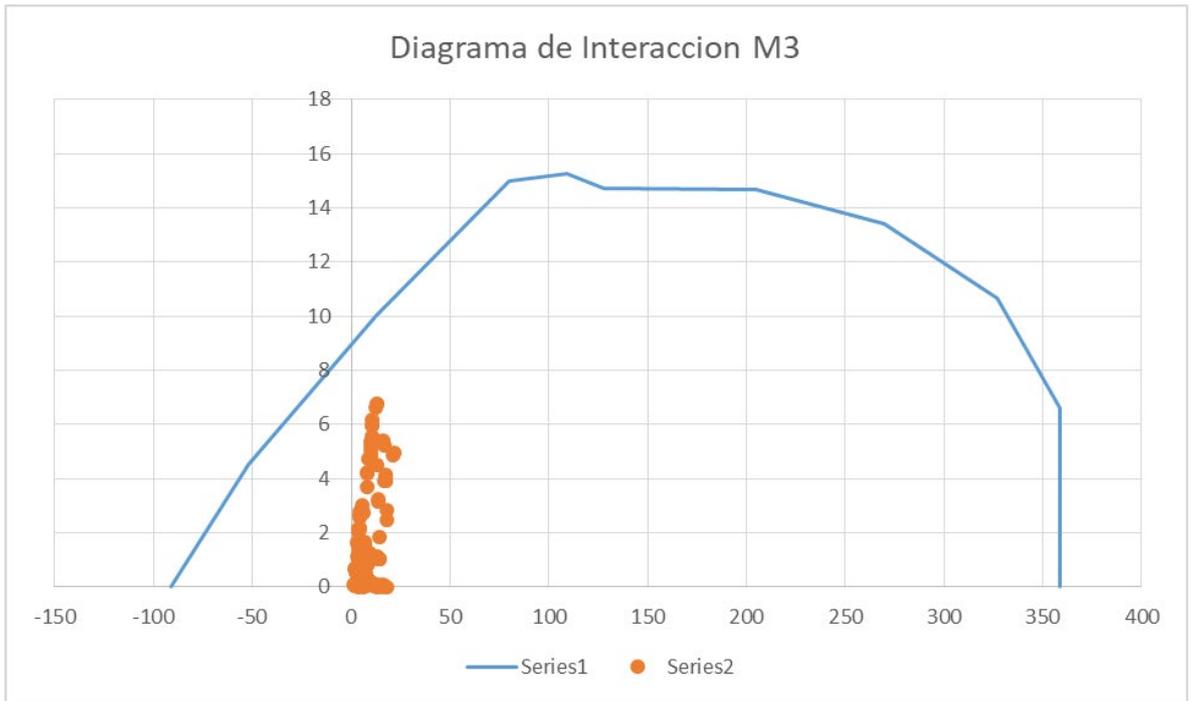


Figura 46: Diagrama de Interacción M3 (Fuente: Propia)

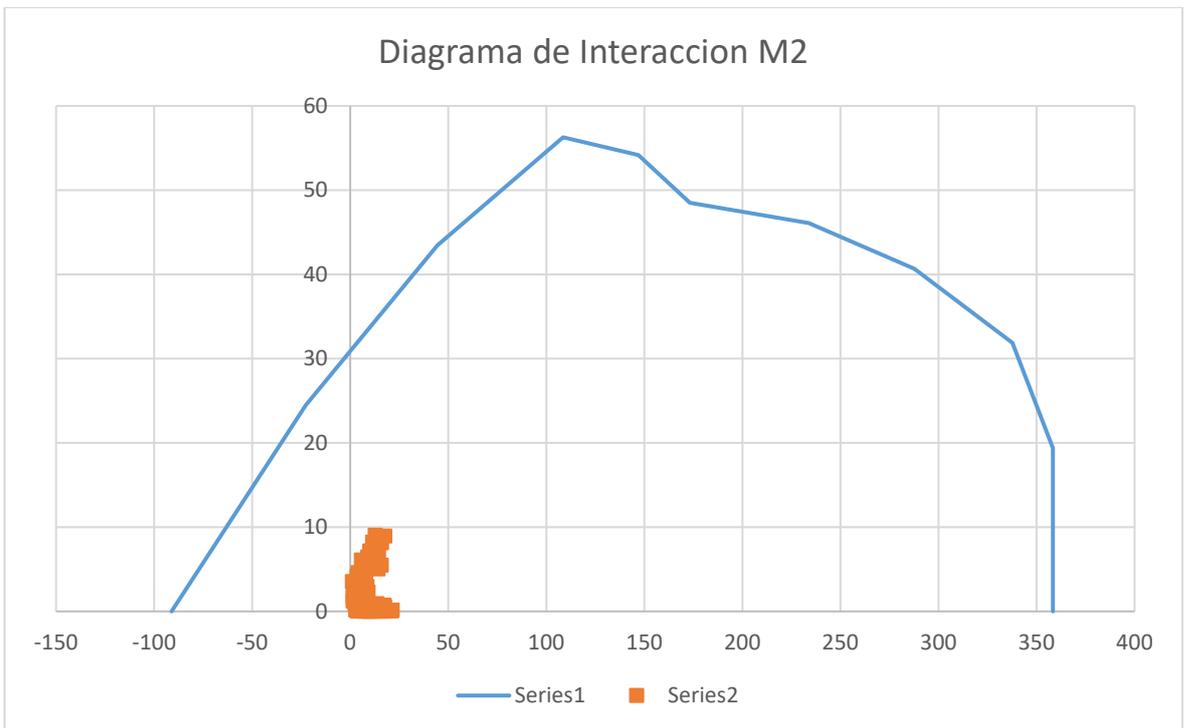


Figura 47: Diagrama de Interacción M2 (Fuente: Propia)

Otro aspecto a visualizar es el peso total de la estructura, esto porque cuando se requiere comenzar a revisar.

*Tabla 26: Pre Dimensionado Aisladores*

<b>PRE-DISEÑO DE UN AISLADOR</b>			
1	PESO EDIFICIO	3449.16	TN
2	AISLADORES	36	
3	PESO EN AISLADOR	95.81	TN

Fuente: Propia

Como se puede ver el peso en cada columna en la base es de 95.81 ton, las cuales deben usarse para calcular las propiedades del aislamiento sísmico, tales como la rigidez vertical, esta misma se usa para escoger la dimensión inicial del aislador, la cual en este caso es la marcada de colocar amarillo, en las tablas de diseño siguientes:

*Tabla 27: Propiedades del Aislador*

Do (mm)	Propiedades del aislador			Desplazamiento Maximo qmax (mm)	Carga Axial Pmax (kg)
	Kd (Tn/m)	Qd (kg)	Kv (Tn/m)		
305	20 - 40	0 - 6500	> 5000	150	45000
355	20 - 40	0 - 6500	> 10000	150	70000
405	30 - 50	0 - 11000	> 10000	200	90000
455	30 - 70	0 - 11000	> 10000	250	115000
520	40 - 70	0 - 18000	> 20000	300	135000
570	50 - 90	1 - 18000	> 50000	360	180000

Fuente: Propia

La carga axial máxima se puede expresar en términos de desplazamientos, diámetros totales, diámetros internos del núcleo de plomo, los cuales nos permiten diseñar las alturas del aislador, capas de forma, capas de metal y otros elementos.

Se necesitan datos como la altura del aislador, altura de las capas de goma, altura de las capas de metal y otros elementos similares.

Algunos de estos elementos se diseñan, otros vienen por defecto para poder ser usados en estructuras típicas, como el número de pernos en cada uno de los soportes.

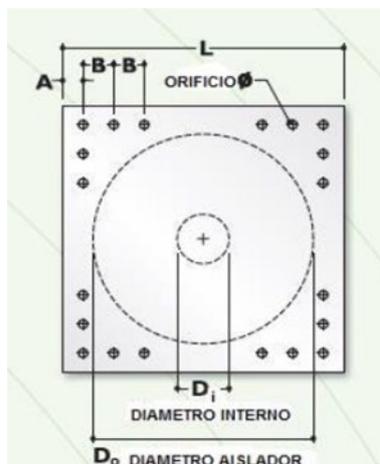


Figura 48: Plancha de Apoyo (Fuente: Propia)

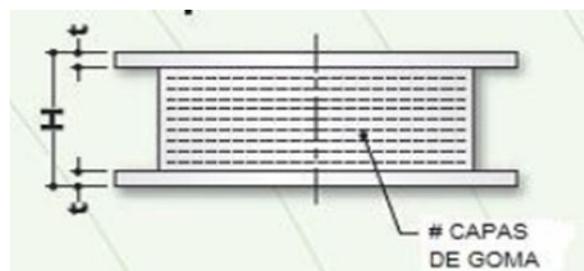


Figura 49: Vista en altura del Aislador (Fuente: Propia)

Habiendo definido las propiedades que se involucran en el diseño de los elementos, se debe de seleccionar cada una en base a las propiedades del aislador, las cuales se seleccionan de la siguiente tabla:

Tabla 28: Propiedades del Aislador

TAMAÑO DEL AISLADOR				DIMENSIONES DE LAS PLACAS DE MONTAJE					
Do (mm)	H (mm)	# CAPAS DE GOMA	Di (mm)	L (mm)	t (mm)	# orificios	∅ del orificio (mm)	A (mm)	B (mm)
305	125 - 280	4 - 14	0 - 100	355	25	4	27	50	-
355	150 - 305	5 - 16	0 - 100	405	25	4	27	50	-
405	175 - 330	6 - 20	0 - 125	455	25	4	27	50	-
455	175 - 355	6 - 25	0 - 125	510	25	4	27	50	-
520	205 - 380	8 - 30	0 - 180	570	25	8	27	50	50
570	205 - 380	8 - 35	0 - 180	620	25	8	27	50	50

Fuente: Propia

Se está seleccionando aislador con diámetro de 45.5 cm, con una altura mínima de 17.5 cm a 35.5 cm, llegando una cantidad de capas de goma mínima de 6 a 25, de las cuales debe definirse las propiedades del soporte casi de manera default, dado que esa placa es la que se ajusta a la base.

Tabla 29: Dimensiones y cálculos

Do=	45.5	cm
Di=	12.5	cm
c. de goma	60	und
tr=	0.5	cm
ts=	0.2	cm
L=	51	cm
t=	2.5	cm
N pernos	4	und
∅ perno	2.7	cm
<b>Altura tota</b>	26.5	cm
Tr=Σtr=	30	cm
H=	46.8	cm

Fuente: Propia

Las propiedades de la sección, consideran el número de capas de goma, de metal y la tura total, dado que estos elementos definen la curva de histéresis del elemento.

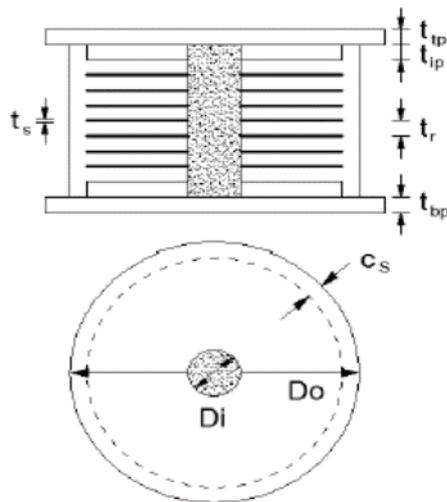


Figura 50: Representación gráfica (Fuente: Propia)

Tabla 30: Propiedades Nominales

DESCRIPCION	limite inferior LB	limite superior LB	unidades
MODULO DE CORTE EFECTIVO DE GOMA G	5.95	8.05	Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO VOLUMETRICO DE GOMA K	2000	2000	Mpa
MODULO DE CORTE DEL PLOMO Gp	127.5	172.5	Mpa
ESFUERZO DE CORTE DEL PLOMO Tpy	85	115	kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Propia

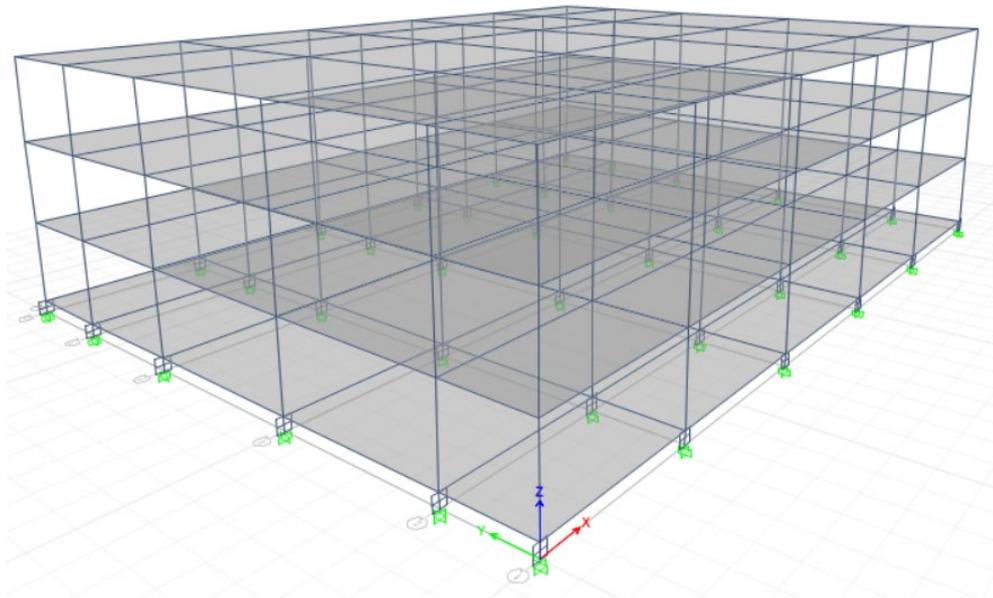
Estas propiedades indican los límites inferior, medio y máximo, los cuales a su vez indican las propiedades y su funcionamiento, consideran que como mínimo tenemos una propiedades del límite inferior, las cuales en promedio dan un valor y para el límite máximo dan otro valor, es por ello que deben de considerarse estos elementos si se quiere realizar un análisis correcto y más apegado a las propiedades reales de dichos elementos.

Tabla 31: Propiedades de la norma E0.31

PROPIEDADES DINAMICAS	UNIDADES	SEGUN NORMA E-031			
		SISMO DISEÑO		SISMO MCE	
		LB	UB	LB	UB
q=	cm	50.32	42.82	50.320	42.820
A plomo=	cm <sup>2</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000
A=	cm <sup>2</sup>	1625.974	1625.974	1625.974	1625.974
Qd=	Tn	205.083	277.465	205.083	277.465
Kd=	Tn/m	41.669	56.375	41.669	56.375
ke=	Tn/m	269.539	364.670	269.539	364.670
Fy=	Tn	6.738	9.117	6.738	9.117
Kef=	Tn/m	52.988	74.374	52.988	74.374
Beta efec=	%	12.924	14.500	12.924	14.500
B=		5.293	5.479	5.293	5.479
T efec=	seg	3.000	2.520	3.000	2.520
RATIO		0.154592363	0.1545924	0.155	0.155

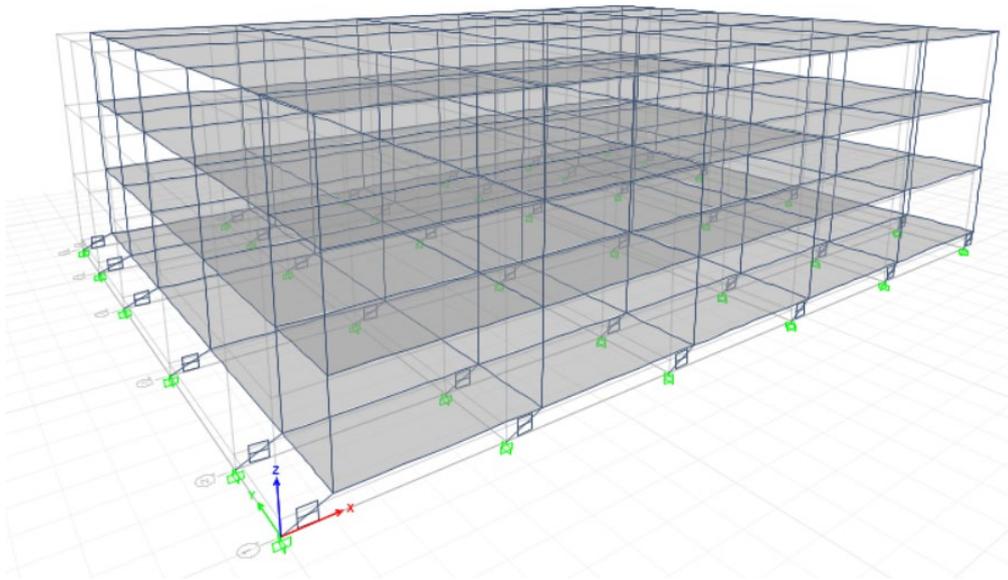
Fuente: Propia

Se debe de analizar para cada uno de estos parámetros, considerando que la estructura puede tener el valor mínimo o máximo, estas consideraciones son cumplidas en las norma, sin embargo se están normalizando para poder utilizar solo un valor, con una confiabilidad específica.



*Figura 51: Modelo del Asilamiento Sísmico (Fuente: ETABS v17)*

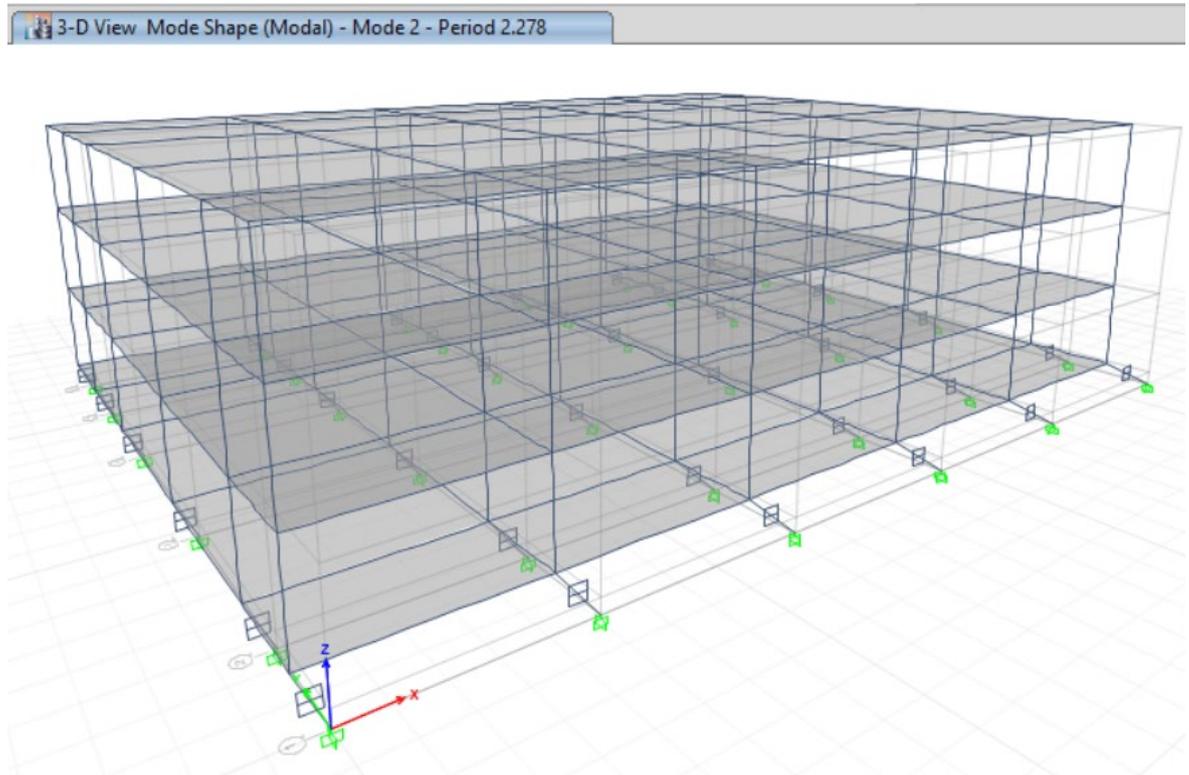
3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 2.279



*Figura 52: Modo de vibración 1 (Fuente: ETABS v17)*

Otra verificación consiste en revisar los modos de vibración, los cuales debieron haber subido, estos aumentos del periodo de vibración se reflejan en bajas en el cortante sísmicos y reducción de la fuerza que se reparte en cada uno de los elementos, lo cual aparentemente refleja una estructura de

pocos niveles con un periodo de una estructura de altos niveles, lo cual es beneficiosos para la estructura.



*Figura 53: Modo de vibración 2 (Fuente: ETABS v17)*

Como se puede ver la reducción se ha efectuado en ambas direcciones, dejando a la estructura totalmente funcional, una de las medidas de esta reducción es la aparente evasión del cortante sísmico, por ello muchos ingenieros se ven tentados en querer utilizar fuerzas sísmicas más bajas de las que se pueden necesitar, es por ello que da la sensación que es posible reducir secciones, sin embargo esto puede no ser positivo para la estructura, dado que los elementos de aislamiento pueden o no activarse, lo cual dejaría estructuras en mal funcionamiento, con un déficit de secciones, es por ello que se plantea la reducción de secciones pero hasta cierto nivel solamente en los elementos de concreto armado.

Resultado de todos los análisis estructurales se debe tener las curvas de histéresis, las cuales son la historia del desplazamiento de los elementos en toda la historia, esto es producto de que la fuerza lateral se varié en el tiempo y con la aplicación de otro tipo de componentes.

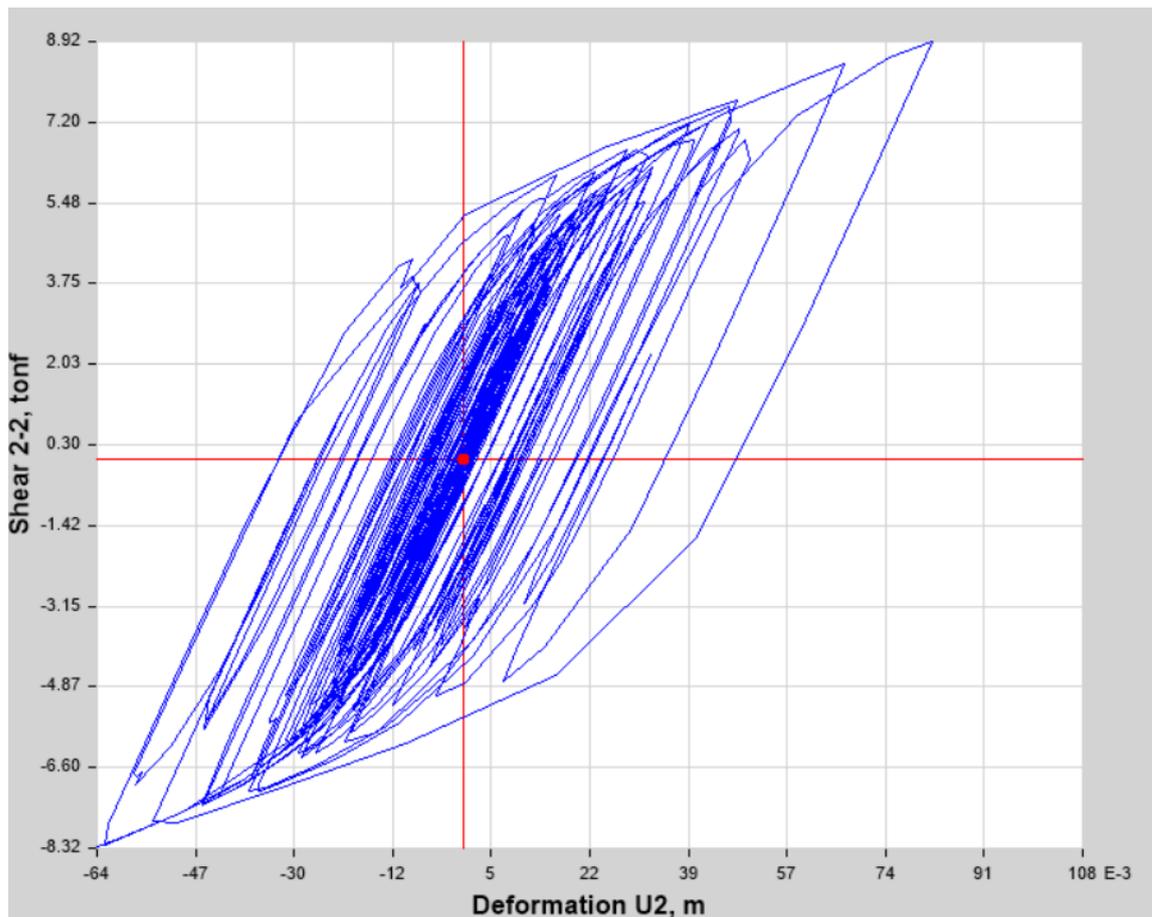


Figura 54: Histéresis Nivel de Diseño LB (Fuente: ETABS v17)

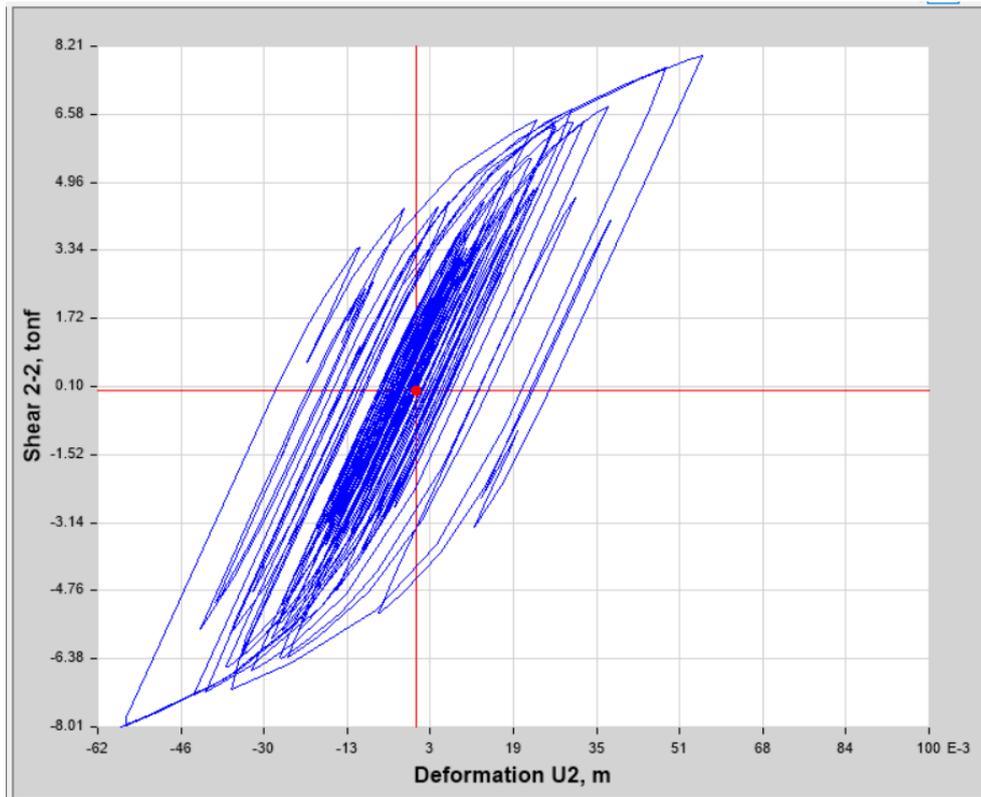


Figura 55: Histéresis Nivel de Diseño UB (Fuente: ETABS v17)

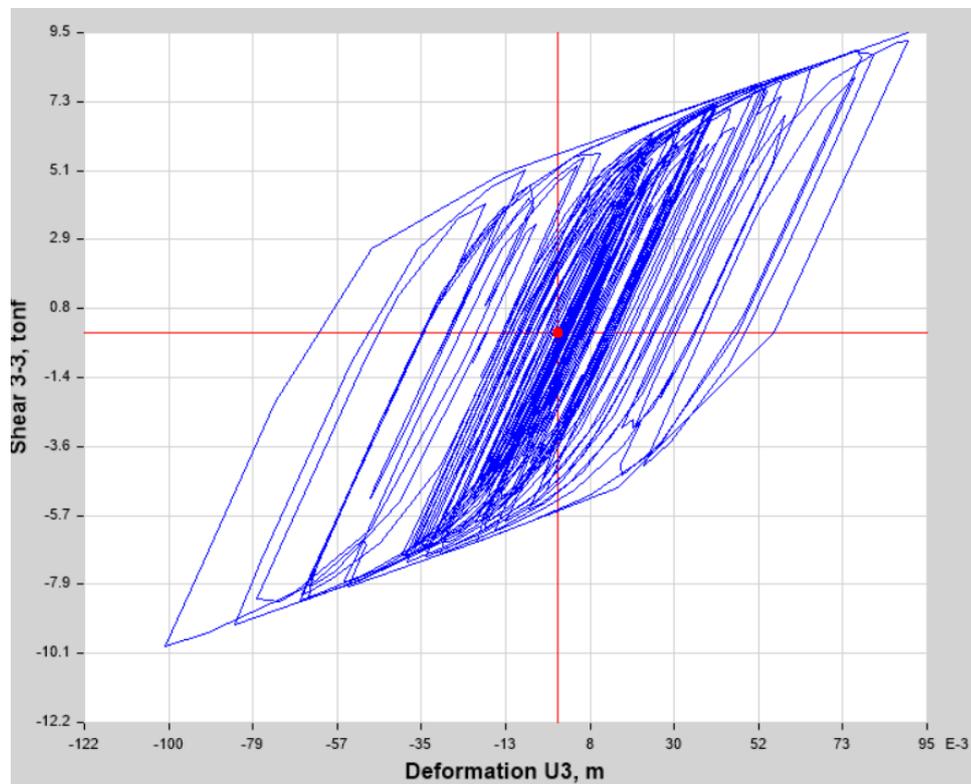


Figura 56: Histéresis Nivel de MCE LB (Fuente: ETABS v17)

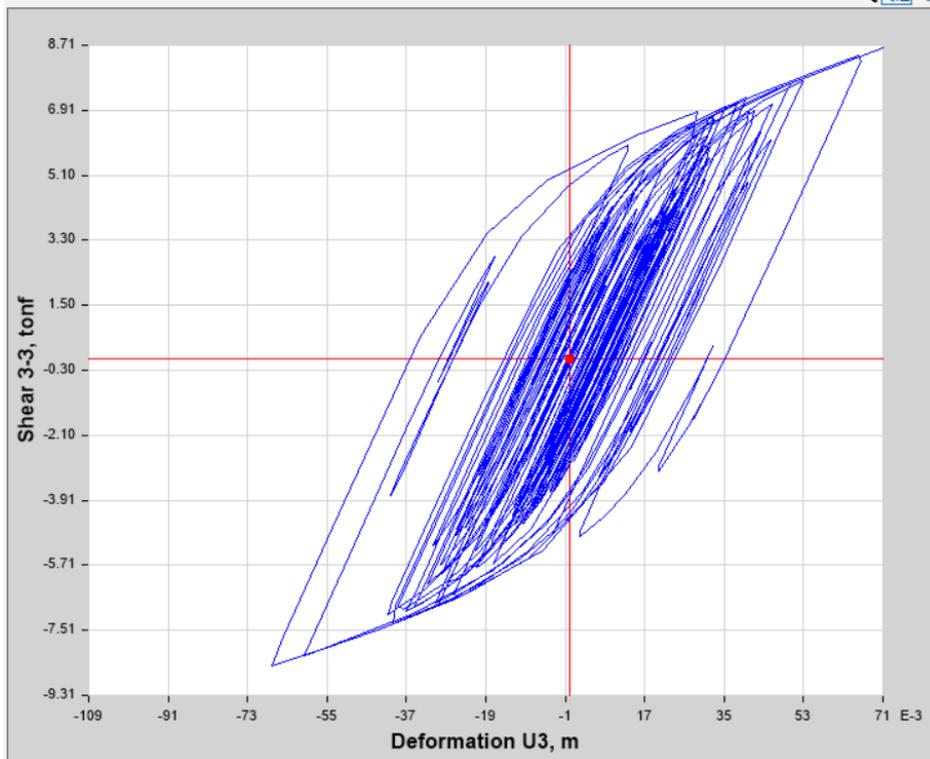


Figura 57: Histéresis Nivel de MCE UB (Fuente: ETABS v17)

De los cuales se puede tomar los desplazamientos estructurales, los cuales son controlados por la norma E0.30, estos limitan los desplazamientos a  $7/1000$ ,

Tabla 32: Desplazamientos Drift Diseño LB

Diseño LB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente: Propia

Tabla 33: Desplazamientos Drift Diseño UB

Diseño UB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente: Propia

Tabla 34: Desplazamientos Drift Máximo LB

Maximo LB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente: Propia

Tabla 35: Desplazamientos Drift Máximo UB

Maximo UB				
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoX	X	0.001481	1.481
Story2	SismoX	X	0.002185	2.185
Story1	SismoX	X	0.002376	2.376
Story	Load Case/Comb	Direction	Drift	Ladeo
Story3	SismoY	Y	0.001658	1.658
Story2	SismoY	Y	0.002298	2.298
Story1	SismoY	Y	0.00246	2.46

Fuente: Propia

Finalmente en estos resultados se puede ver como los desplazamientos bajaron hasta tener un valor menor al 3.5/1000, lo cual es aceptable para la norma E0.30 y E0.31.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis Completa titulada: "EVALUACION ESTRUCTURAL Y REFORZAMIENTO DEL HOSPITAL CHICLAYO OESTE CON SISTEMA DE AISLAMIENTO DE NUCLEO DE PLOMO, PERU 2022

", cuyo autor es LAURA CUTIPA ALDAIR MAYERS YAGUERT, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 27 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO <b>DNI:</b> 40534510 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 10-04- 2023 21:15:56

Código documento Trilce: TRI - 0538871