



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**Desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la  
Institución Educativa Las Flores Arequipa**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Carrillo Chavez, Favi Karina (orcid.org/0009-0007-2194-2119)

Zamora Valeriano, Omar Luis (orcid.org/0009-0009-2575-7265)

**ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "DESEMPEÑO SÍSMICO POR ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS FLORES AREQUIPA 2023.", cuyos autores son ZAMORA VALERIANO OMAR LUIS, CARRILLO CHAVEZ FAVI KARINA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, 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 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, 26 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS <b>DNI:</b> 40132759 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 12-08- 2024 10:26:32

Código documento Trilce: TRI - 0836224





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, ZAMORA VALERIANO OMAR LUIS, CARRILLO CHAVEZ FAVI KARINA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DESEMPEÑO SÍSMICO POR ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS FLORES AREQUIPA 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
FAVI KARINA CARRILLO CHAVEZ <b>DNI:</b> 44245571 <b>ORCID:</b> 0009-0007-2194-2119	Firmado electrónicamente por: FACARRILLOCH el 26-07-2024 14:48:16
OMAR LUIS ZAMORA VALERIANO <b>DNI:</b> 41258903 <b>ORCID:</b> 0009-0009-2575-7265	Firmado electrónicamente por: OMZAMORAVA el 26-07-2024 22:57:30

Código documento Trilce: TRI - 0836223



## **Dedicatoria**

A Dios, a mis padres, a mi familia y a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron a lograr una de mis metas, gracias a todos ustedes, por acompañarme, apoyarme y ser mi fortaleza en los momentos grises, a la niñita que vino a llenar mi corazón de amor y alegría, mi Emilia Thais, y sobre todo gracias a mí misma, por no rendirme y ser constante en el logro de mis metas.

Favi Karina Carrillo Chavez

A Dios, a mi familia y a la memoria de mi hermano Ronald Rogelio Zamora Valeriano y mi sobrino Kevin Josué Gonzales Zamora, por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

Omar Luis Zamora Valeriano

## **Agradecimiento**

A Dios, por ser luz en mi vida y por las bendiciones que me brinda día a día. A mis padres, por su amor, sus consejos, su comprensión, y por estar ahí siempre en las buenas y malas experiencias.

A la Universidad César Vallejo, que aceptó mi solicitud y ser parte de esta gran familia.

Al director de la Institución Educativa Las Flores, por permitirnos realizar la investigación en su institución.

Al asesor de tesis, Mg. Josualdo Carlos Villar Quiroz, por su paciencia y dedicación para guiarme en mi investigación.

Favi Karina Carrillo Chavez

A Dios, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. Asimismo, agradezco a mi familia por ser el pilar fundamental, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A la Universidad César Vallejo, por haberme brindado la oportunidad para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando valores.

Al asesor de tesis, Mg. Josualdo Carlos Villar Quiroz, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Omar Luis Zamora Valeriano

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaración de autenticidad del asesor.....	ii
Declaración de originalidad de los autores.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	ix
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA.....	24
III. RESULTADOS .....	116
IV. DISCUSIÓN .....	121
V. CONCLUSIONES .....	125
VI. RECOMENDACIONES.....	127
REFERENCIAS.....	128
ANEXOS.....	132

## Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de clasificación de variables.....	26
Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables .....	27
Tabla 3: Instrumentos y validaciones .....	30
Tabla 4: Centro de masa y centro de rigidez .....	46
Tabla 5: Cortante sísmico en X.....	46
Tabla 6: Cortante sísmico en Y .....	46
Tabla 7: Análisis modal .....	49
Tabla 8: Análisis modal y participación modal .....	50
Tabla 9: Derivas laterales en X .....	53
Tabla 10: Derivas laterales en Y .....	53
Tabla 11: Irregularidad de piso blando en X .....	54
Tabla 12: Irregularidad de piso blando en Y .....	55
Tabla 13: Irregularidad de piso débil en X .....	55
Tabla 14: Irregularidad de piso débil en Y .....	55
Tabla 15: Irregularidad de masa en X.....	56
Tabla 16: Irregularidad de masa en Y .....	56
Tabla 17: Irregularidad torsional en X .....	57
Tabla 18: Irregularidad torsional en Y .....	57
Tabla 19: Resultados de desplazamientos en X.....	58
Tabla 20: Resultados de desplazamientos en Y.....	59
Tabla 21: Cortante en altura en X .....	59
Tabla 22: Cortante en altura en Y .....	59
Tabla 23: Diseño en concreto armado – Primer piso.....	62
Tabla 24: Diseño en concreto armado – Segundo piso.....	74
Tabla 25: Combinaciones de cargas.....	87
Tabla 26: Diagrama de interacción m3 .....	93
Tabla 27: Diagrama de interacción m2 .....	94
Tabla 28: Dimensiones de cimiento .....	102
Tabla 29: Cargas muertas, vivas y sísmicas en el cimiento .....	103
Tabla 30: Dimensionado estático y dinámico en X e Y.....	104
Tabla 31: Puntos de curva de capacidad en X .....	107
Tabla 32: Puntos de curva de capacidad en Y .....	107

Tabla 33: Puntos esfuerzo deformación concreto.....	108
Tabla 34: Puntos esfuerzo deformación acero .....	108



## Índice de figuras

Figura 1: Evaluación del desempeño sísmico.....	15
Figura 2: Metodología del espectro.....	17
Figura 3: Modelo bilinear.....	19
Figura 4: Niveles de daño en curva de desempeño.....	22
Figura 5: Fuerza sísmica lateral.....	23
Figura 6: Diagrama de diseño de investigación.....	25
Figura 7: Esquema de diseño de investigación no experimental.....	25
Figura 8: Procedimiento de análisis.....	32
Figura 9: Primer piso.....	35
Figura 10: Segundo piso.....	35
Figura 11: Columnas del proyecto.....	36
Figura 12: Ubicación de viga.....	36
Figura 13: Propiedades de concreto armado.....	38
Figura 14: Curva de esfuerzo deformación.....	39
Figura 15: Propiedades del acero.....	40
Figura 16: Propiedades no lineales del acero.....	41
Figura 17: Armado de la losa.....	42
Figura 18: Reparto de cargas.....	42
Figura 19: Deformación cargas de gravedad.....	43
Figura 20: Deformación cargas de gravedad en planta.....	43
Figura 21: Cargas de gravedad.....	44
Figura 22: Cargas de gravedad en Y.....	45
Figura 23: Cargas de gravedad en X.....	45
Figura 24: Diagrama momento curvatura.....	47
Figura 25: Diagrama de interacción.....	48
Figura 26: Diagrama de momento curvatura.....	49
Figura 27: Modo de vibración 1.....	51
Figura 28: Modo de vibración 2.....	52
Figura 29: Modo de vibración 3.....	52
Figura 30: Configuración p delta.....	58
Figura 31: Cortantes en X.....	60
Figura 32: Cortantes en Y.....	60

Figura 33: Diseño en acero .....	61
Figura 34: Preferencias del diseño en concreto armado .....	62
Figura 35: Diseño de columnas.....	86
Figura 36: Diagrama de interacción m1 .....	86
Figura 37: Diagrama de interacción m2 .....	87
Figura 38: Diagrama de interacción m3 .....	93
Figura 39: Diagrama de interacción m2 .....	94
Figura 40: Diseño de losa.....	96
Figura 41: Momentos flectores m1 .....	96
Figura 42: Diseño en acero de losas 1 .....	97
Figura 43: Diseño en acero de losas 2 .....	97
Figura 44: Diseño en acero de losas 3 .....	98
Figura 45: Diseño en acero de losas 3 .....	98
Figura 46: Deformación de cimiento .....	99
Figura 47: Fuerzas en la base m11 sup.....	100
Figura 48: Fuerzas en la base m11 inf.....	100
Figura 49: Cantidad de acero en cimiento .....	101
Figura 50: Cantidad de acero en las zapatas .....	101
Figura 51: Curva de push over en X .....	109
Figura 52: Curva de push over en y .....	109
Figura 53: Desempeño en X.....	110
Figura 54: Desempeño en Y.....	111
Figura 55: Punto de desempeño ASCE 41-13 en X .....	111
Figura 56: Punto de desempeño FEMA 440 en Y .....	112
Figura 57: Deformación lateral en X.....	113
Figura 58: Deformación lateral en Y.....	114
Figura 59: Fuerzas sísmicas en X.....	116
Figura 60: Fuerzas sísmicas en Y.....	116
Figura 61: Curva de capacidad en X.....	117
Figura 62: Curva de capacidad en Y.....	117
Figura 63: Punto de desempeño FEMA 440 en X .....	118
Figura 64: Punto de desempeño FEMA 440 en Y .....	118
Figura 65: Punto de desempeño ASCE 41-13 en X .....	119
Figura 66: Punto de desempeño FEMA 440 en Y .....	119

Figura 67: Deformación lateral en X..... 120  
Figura 68: Deformación lateral en Y..... 120

## Resumen

Se realizó la verificación de desempeño estructural para la institución educativa Las Flores, este desempeño se midió mediante un análisis no lineal estático. Se aplicó cargas sísmicas laterales con el objetivo de determinar el nivel de desplazamiento que experimenta la estructura frente a un sismo diseñado. Los resultados revelaron un desplazamiento de 7 cm en el eje X para una fuerza se encontró el punto de desempeño, por el método de aplicación del FEMA 440 y el ATC, dando fuerzas y desplazamientos en la dirección de  $X=0.01027$  m y 36.309 tonf., con un límite de ocupación inmediata, para un desplazamiento de 0.002215 m y fuerza de 67.29 tonf., 0.0288 m y 75.838 tonf., 0.062 m y 99.29 tonf. con un desempeño de seguridad de vida, 0.075 m y 104.16 tonf.; para la dirección en Y se tiene unos valores de 0.01191 m de desplazamiento y 61.63 tonf, para ocupación inmediata, 0.02152 m y 76.38 tonf. de límite de desempeño de ocupación inmediata, 0.0606 m y 110.25 tonf. de límite de desempeño de seguridad de vida, 0.1058 m y 146.455 tonf. nivel de desempeño de seguridad de vida, se llegó a la conclusión de que el rendimiento estructural es aceptable.

**Palabras Clave:** Análisis no lineal, Push Over, P-Delta, Concreto Armado, Institución Educativa.

## Abstract

It is proposed to carry out the verification of structural performance for the Las Flores educational institution, this performance can be measured through a static non-linear analysis. Lateral seismic loads were applied with the objective of determining the level of displacement that the structure experiences in the face of a designed earthquake. The results revealed a displacement of 7 cm in the an immediate occupation limit, for a displacement of 0.002215 m and force of 67.29 tonf, 0.0288 m and 75.838 tonf., 0.062 m and 99.29 tonf. with a life safety performance, 0.075 m and 104.16 tonf., for the Y direction there are values of 0.01191 m of displacement and 61.63 tonf., for immediate occupation, 0.02152 m and 76.38 tonf. of immediate occupation performance limit, 0.0606 m and 110.25 tonf. of life safety performance limit, 0.1058 m and 146.455 tonf. life safety performance level, was reached to the conclusion that the structural performance is acceptable.

**Keywords:** Nonlinear Analysis, Pushover, P-Delta, Reinforced Concrete, Educational Institution.

## I. INTRODUCCIÓN

Para Quiroz (2016), el peligro sísmico en diversas zonas del mundo ha venido a desarrollar una serie de pautas de como el hombre debe de realizar sus construcciones, ya sea para resistir el sismo en su totalidad o de cómo distribuir el desempeño sísmico no lineal entre cada uno de sus elementos, para resistirlo parcialmente con daños considerables o simplemente dejarlo al borde del colapso, esto lleva a que los diseñadores deban de escoger un nivel de peligro sísmico, lo cual es base de investigaciones a nivel mundial, dado que no todas las zonas del planeta tienen la misma cantidad de actividad sísmica o tienen el mismo sistema estructural, es por ello que la investigación suele basarse en antecedentes de sismos y la sismicidad de la región en estudio.

Según Auyeung (2019), el desempeño sísmico no lineal de una región se basa en las prácticas constructivas, en las normas y en los materiales que adopta la región, por ejemplo, en el país de EEUU se tienen una serie de normas y procedimientos en respuesta a los tipos de sismos, frecuencia y magnitudes esperadas, es por ello que zonas con poca sismicidad son menos propensas a un control sísmico por parte de sus profesionales y normas, lo cual se visto en la poca cantidad de colapsos e incluso en la poca cantidad de pérdidas de vidas humanas, mientras que en países con alto problema sísmico este es un motivo de control diario e incluso simulaciones de peligro sísmico para el estudio de los problemas latentes.

El continente Sudamericano tiene un problema con el cinturón de fuego del Pacífico, este alberga gran parte del territorio, dejando varias zonas sísmicas en todo el continente, la cual ha dejado problemas con el desempeño sísmico no lineal de las estructuras en toda su área, dentro de las cuales tenemos:

Chile, donde se han tenido sismos registrados como los más grandes de la historia, así como los que han cobrado varias vidas, es por ello que los avances más grandes en cuanto a ingeniería sísmica están en Chile, teniendo avances aun superiores a los del primer mundo. Otro país que tiene estos problemas es México, sin embargo, no es por la alta sismicidad, sino por la cantidad de

suelos malos que tiene el país, esto lleva a que cualquier sismo con poca energía produzca movimientos fuertes, es por ello que el espectro de diseño de la norma mexicana es distinto no solo en magnitud sino también en fuerza sísmica, lo cual es diferente a otros países de América Latina.

Otro lugar donde los efectos sísmicos y los daños por mal desempeño sísmico no lineal, han sido bastantes relevantes, es el país de:

Venezuela, donde se tiene un suelo y sismicidad distinto a otros países, la liberación de energía es rápida en dichos lugares que no se logra a desarrollar los modos de vibración, las estructuras no llegan a activar los sistemas de protección sísmica y tampoco se logra a desarrollar desplazamientos adecuados, estos sismos son explosivos, lo cual ha desarrollado una ingeniería estructural distinta en estos lugares respecto a la desarrollada en otros lugares del mundo y Latinoamérica.

En el Perú, para Ashwin (2020), se tiene unos problemas muy típicos respecto al desempeño sísmico no lineal, lo cual se traduce en informalidad de construcción y falta de asesoramiento técnico en construcciones, por ejemplo, se suele realizar construcción sin supervisión técnica, las cuales pueden tener o no tener planos incluso el tener planos no garantiza que estas cumplan la norma peruana, con ello vienen los problemas con la disipación de energía y rotulación de elementos en sismo, dado que estas estructuras no pueden desarrollar ductilidad ni otro tipo de mecanismos, es por ello que finalmente se propone el uso de análisis no lineales puntuales en edificios con problemas estructurales, para identificar el nivel de daño que tiene estas edificaciones.

En Arequipa, para Manchalwar (2019) una zona sísmica, donde los efectos sísmicos han dejado varios destrozos a lo largo de su historia se tiene que realizar modificaciones puntuales en la normatividad sísmica, así como mejoras y nuevas alternativas para el desempeño sísmico no lineal, no solo para Arequipa, sino para varias regiones como Lima, Piura y otros, han sufrido varios problemas sísmicos a lo largo de su historia es por ello que el principal efecto en una edificación es el sismo es el desplazamiento y cortante en la base, el cual es primordial de verificar en zonas sísmicas.

Según la proyección de las Naciones Unidas para su agenda del año 2030, se busca promover un enfoque integral para el desarrollo sostenible, abarcando dimensiones económicas, sociales y ambientales. Se proponen 17 objetivos, dentro de los cuales uno de ellos es el Desarrollo Sostenible, el cuarto objetivo, este cuarto objeto se centra exclusivamente en mejorar la educación y calidad del aprendizaje para todas las personas, para lo cual es imprescindible contar con un ambiente adecuado de estudio, otra de las metas consiste en construir y mejorar las instituciones educativas, dado que es una necesidad fundamental de todo niño el tener la capacidad para estudiar de manera libre, considerando que el entorno de aprendizaje es lo que afecta de manera directa en su aprendizaje, considerando que estos ambientes deben ser idóneos para la edad de estudio. (Naciones Unidas, 2022).

Para poder controlar, verificar y estudiar el desempeño sísmico no lineal es necesario de modificar las prácticas constructivas clásicas, adaptándolas a un nivel de diseño no lineal, dado que actualmente solo muestra análisis lineales como métodos de diseño y verificación, lo cual se muestra en que las estructuras no soportan el nivel no lineal, el diseñador está confiado en la reducción de ductilidad, cuando en la práctica este efecto no se realiza, es por ello que se propone adaptar las técnicas no lineales para que cumplan su función específica, sirviendo de rotulas de disipación de energía en movimiento no lineales.

Para Huarca (2022), encontró que, al examinar las desviaciones del piso mediante un análisis lineal, se logró confirmar si se cumplían dichas desviaciones considerando que cada dirección de análisis puede dar un resultado distinto, incluso se puede tener menor desplazamiento o mayor desplazamiento, lo que indica que es la más resistente y presenta las distorsiones de piso más reducidas., sin embargo, los elementos no presentaban un adecuado desempeño sísmico no lineal, cuando se les sometió a pruebas no lineales, lo cual lo dejó en mal estado, respecto a un diseño completo.

Para Fernández (2018), encontró que el desempeño sísmico no lineal alcanzado de edificaciones destinadas a instituciones educativas; La utilización



de una estructura compuesta por pórticos de concreto armado no está en base a los resultados que pide la norma peruana E0.30 y sus normas complementarias como la norma E0.20, E0.60 y los códigos de diseño como FEMA y ATC-40, tanto en la dirección X como en la dirección Y. Esto se debe a que no se logra alcanzar el objetivo principal de permitir la ocupación inmediata después de un terremoto considerado como raro o de diseño.

Según Ramos (2020), encontró que el uso de técnicas para medir el desempeño de estructuras necesita de modelos nuevos, como son los modelos de plasticidad concentrada o distribuida, estos métodos agregan cargas laterales a los centros de masa, para evaluar el orden en el que se rotulan los elementos, así como la cantidad de rotación que puede llegar a tener columnas e incluso las placas, este proceso de agrietamiento encuentra mecanismos de colapso, los cuales son productos de incrementar constantemente las cargas de sismo, las cuales provienen de unas fuerzas de cargas sísmicas, que en este caso se obtienen de la norma E0.30 para estructuras resistentes a sismos, lo cual nos proporciona la cortante basal.

Se sugiere a las entidades gubernamentales responsables de establecer las regulaciones de construcción en Perú, particularmente en relación a la norma E030, que consideren la inclusión de normativas adicionales relacionadas con el desempeño sísmico no lineal, como el diseño y evaluación de del diseño y el análisis el cual se realiza en base a las metodologías que propone la norma peruana, estos se encuentran en base a análisis laterales , análisis dinámicos y el cálculo de las rigideces de las estructuras, considerando que estos pueden detectar problemas como irregularidades y zonas de daño localizada.

La empresa GCAQ Ingenieros civiles con RUC 20106832111, el proyecto de la Torre del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, ha realizado una modificación al proyecto del terminal de pasajeros del Aeropuerto de Lima, el cual se vino proyectando en el año 1961, lo cual posteriormente fue revisado y remodelado para el año 2007, el cual fue un trabajo realizado por la empresa actual mencionado, esta torre de aeropuerto cuenta con 10 pisos de estructura, la cual fue diseñada en los 50 años de vida, pero estos llegaron a su límite y

por ello era necesario rediseñar y verificar la estructura con la norma actual, el problema es mejorar la reducción de posibles problemas de riesgo sísmico, para ello primero se ha realizado un análisis no lineal de la estructura, considerando problemas vigentes, para análisis sísmicos, considerando el efecto de registros históricos, los cuales son análisis dinámicos usando registros en cada una de las direcciones y los valores de amplitud buscados, con todo esto se ha realizado un análisis sísmico para cada una de las configuraciones.

La empresa AGER Ingeniería Estructural S.A.C., identificada con RUC N° 20600959043. El proyecto se basó en la evaluación y análisis de la estructura existente mediante un procedimiento de desempeño sísmico no lineal, el cual fue útil para buscar un resultado de la deformación en cada uno de los elementos de la estructura, ya sea en columnas y en vigas, las cuales deben de deformarse de manera típica, mediante una rotulación en zonas concentradas a los bordes de las columnas y vigas, como son los efectos en la vivienda Bresciani – Barranco en Lima, la cual tiene varios años de antigüedad , así mismo cuenta con una estructuración no muy buena desde el punto de vista del desempeño sísmico no lineal, es por ello que se pide revisar el nivel de deformación y esfuerzo en sus elementos, por lo que se propone reforzamiento estructural que se logra mediante el reforzamiento con concreto armado, sistemas de protección, elementos externos de concreto, así como también reforzamientos con disipación de energía, incluso con aislamiento sísmico, todo este proceso se realiza de manera convencional.

El Perú y específicamente la zona de estudio que es Arequipa, que es una zona altamente sísmica, en la cual exige que deba de realizar un análisis por desempeño sísmico, pero de una manera indirecta, dado que se pide que las estructuras permanezcan en un nivel de control de daños para el sismo de diseño, pero no te da el procedimiento para lograr ello y especialmente las infraestructuras de nivel esencial como es una Institución Educativa, es por ello que la falta de revisión de desempeño sísmico trae problemas como el colapso o alta vulnerabilidad en las estructuras, siendo el problema principal de muertes en un sismo.

Según Izquierdo y Mendoza (2022), la Norma Peruana Sismo resistente E-030 (2020) es un código que guía y regula, en este documento también se ha establecido todos los problemas que puede tener una estructura, al realizar un desempeño sísmico no lineal o buscar la forma en que el daño se aplica a cada elemento, se busca que la institución que controla la edificación en análisis, también pueda entender y ver los problemas a los que está sujeto su estructura, con el fin de poder evaluar el resultado final, así como poder buscar reforzar la misma en caso que sea necesario una opinión o un reforzamiento por profesionales y estructuristas del área.

Según Yang (2021), los efectos de no revisar la ductilidad y el desempeño sísmico no lineal en edificaciones llegan a ser desastrosos, muchas veces no se consigue que la estructura se desplace lo suficiente para indicar que esta resiste el sismo, la norma peruana solo nos exige llegar a un nivel de desplazamientos, pero para el desarrollo de ductilidad nos pide utilizar un diseño de concreto armado correcto o más acorde a la disipación de energía, lo cual es mandar un desplazamiento  $R$  veces superior al desplazamiento buscado.

Según Velez (2018), la falta de verificación en el desempeño sísmico no lineal lleva a que se produzcan fuerzas mayores a las que se utilizaron para el diseño, esto porque se diseña la estructura con fuerzas elásticas reducidas por un factor  $R$ , si no se desarrolla este desplazamiento  $R$ , entonces la estructura no se desplaza un nivel adecuado de ductilidad, lo cual deja en problemas al desplazamiento total, siendo este mucho mayor que el valor que se usó para el diseño.

Los efectos sísmicos y el desempeño sísmico no lineal en las construcciones, es esencial comprender las características de la acción sísmica. La base de un edificio experimenta el mismo movimiento que el suelo circundante, mientras que, debido a la inercia, la masa de la estructura experimenta un desplazamiento dinámico independiente. Esta diferencia de movimiento entre la base y la estructura puede poner en riesgo la seguridad de la edificación, ya

que las fuerzas inerciales desempeñan un papel fundamental en este escenario.

El análisis de desempeño sísmico no lineal de una edificación de concreto armado, se explica cómo se comporta un edificio frente a movimientos sísmicos de intensidades variables. Es factible establecer varios niveles de rendimiento esperado para cada nivel específico de movimiento, utilizando como base normativas y reglamentaciones tanto a nivel nacional como internacional, como ACT-40 y VISION2000. Al analizar el rendimiento de una construcción de concreto armado, es crucial tener en cuenta elementos clave para su estudio, como los niveles de rendimiento y el punto de rendimiento sísmico.

Bonnett (2003), definió los niveles de desempeño sísmico como una descripción de posibles mecanismos de falla, ubicación de rotulación de elementos, ya sea para rotular elementos en las columnas, vigas e incluso en las placas, las cuales no cuentan con grandes rotulaciones según los resultados vistos en laboratorio, para lograr estos desempeños lo que se hace es limitar los desplazamientos de control de daño, incluso relacionar estos valores con la seguridad, para poder plantear diseños y proceso de restauración en caso de ser necesario, también se tienen categorías de nivel intermedio, los cuales funcionan en el rendimiento estructural calculado. (p.53)

Con todo lo explicado podemos entender que el problema general es:

¿Cuál es el desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023?, los problemas específicos son ¿Cuál es el estimado de fuerzas sísmicas sobre la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023?, ¿Cómo modelar el comportamiento no lineal de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023?, ¿Cuál es el punto de desempeño de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, para un sismo de diseño?

El mal desempeño sísmico no lineal es propio de edificaciones con problemas de antigüedad, casos de combinaciones de carga espaciales, así como esbeltez y otros problemas asociados a la configuración de los elementos, dejando una estructura con un análisis más exacto, es en base a ello que se proponen varias investigaciones sobre cómo mejorar estas aproximaciones.

Se realiza porque los métodos convencionales de diseño no consideran efectos de deterioro del concreto armado, aun cuando este se use en la vida real, nadie diseña una edificación para que no se dañe, esta debe resistir daño, pero no colapsar inmediatamente, sino tener un mecanismo de degradación lento y ordenado. El desempeño sísmico existe para que el ingeniero pueda estimar el nivel de desplazamiento máximo y fuerzas que existen en la realidad y no a nivel de diseño, conocer estos efectos más a profundidad nos permite entender que la estructura puede sufrir daño que la vuelva inestable y este daño debe ser correctamente ubicado utilizando el diseño en concreto armado. Verificando el desempeño sísmico se va a lograr que las estructuras sean más seguras, así como detectar las estructuras que no resisten un nivel de cortante sísmico, o que necesitan ser reforzadas, dado que un análisis elástico convencional no permite detectar estos problemas. Verificar el desempeño sísmico beneficiará a todas las familias de viviendas, servicios educativos, postas y hospitales que necesiten la infraestructura correctamente habilitada posteriormente a un sismo, dado que las mayores demandas sísmicas se dan posterior a un sismo, es por ello que todo ciudadano necesita tener una certeza de que su estructura está correctamente diseñada.

La estructura debe de incursionar dentro del rango inelástico, dado que el nivel de sismo de la norma es lo suficientemente grande para desarrollar grandes ductilidades, sin embargo, estos niveles de desplazamiento deben controlarse en edificaciones esenciales, es por ello que es fundamental tener control sobre todos estos elementos.

En las estructuras reales se tienen muchas imperfecciones, lo cual genera un problema de desempeño sísmico no lineal malo, llevando a que la estructura a desarrolle puntos con fallas puntuales, donde se concentra el cortante, malos detallados de estribos y malas plastificaciones en ciertos lugares, dejando que la estructura tenga un comportamiento distinto a los modelos comunes utilizados en los libros teóricos, es por ello que se propone modificar estos elementos haciendo una estructura real, pero con una buena estructuración que refleje en lo mejor posible las condiciones sísmicas que se presentan en

la realidad, es por ello que el estudio es relevante para la investigación de análisis no lineal.

En base a ello los objetivos son: Evaluar el Desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, Considerando los objetivos específicos estos son: Realizar el estimado de fuerzas sísmicas sobre la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, Modelar el comportamiento no lineal de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, Encontrar el punto de desempeño de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, para un sismo de diseño.

La hipótesis del Proyecto es: El desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, se encuentra en el Nivel de Seguridad de Vida.

## **1.1 MARCO TEÓRICO**

La investigación y sus antecedentes se pueden representar en base a todas las investigaciones que mencionan técnicas similares o tienen objetivos que desarrollar, como los siguientes:

Cahuana y Ccaso (2021), en el paper de investigación, “Seismic performance applying nonlinear static analysis (Pushover) of module III of the Ciudad Nueva police station, Tacna 2021”, evaluaron el desempeño sísmico del módulo C de la estructura del edificio 28 de Agosto del distrito de Ciudad Nueva, el cual está ubicado en el departamento de Tacna, el análisis no lineal se realizó en base a la norma E-0.30, posteriormente se realizó en base a la rotulación de los elementos, como las vigas, columnas e incluso las placas, las cuales pueden desarrollar rotulas plásticas, sin embargo las rotulas plásticas para los elementos como muros se realizan en base al corte, para ello utilizaron las guías del comité VISION 2000, algunos ejemplos de cómo calcular el desempeño y el punto de desempeño también pueden verse en la norma ATC-40, considerando también las regulaciones del ASCE41-17, la formulación está

basada en rotulación concentrada o en el uso de fibras de daño no lineal en toda la sección transversal.

En los resultados se han encontrado cortantes de 489000 kgf, para el análisis en la dirección X, lo cual ha generado un desplazamiento de 15cm, para la dirección en Y se tiene un cortante de 488000 kgf, el cual ha desarrollado un desplazamiento de 8.2cm, estos niveles de desempeño según la normativa del ASCE 41-17, en base a esta normativa se pudo indicar que la estructura no cuenta con problemas graves, pero que si es necesario proponer un sistema para poder revisarlos, ósea que es necesario aplicar un análisis más detallado de algunos de sus elementos para tal vez realizar un reforzamiento estructural a futuro como medida preventiva frente a un sismo. (p.118)

El aporte de esta investigación consiste en proporcionar información sobre el estado estructural y el comportamiento sísmico de la Comisaria de Ciudad Nueva en Tacna, lo que nos permite comprender cómo se comportaría la estructura en caso de un terremoto.

Llocle (2021), en el paper de investigación “Structural performance evaluation using non-linear Static Analysis (Pushover) of the secondary level block of the Emblemático Ladislao Espinar school located in the city of Espinar – Cusco”, evaluó el desempeño sísmico de un bloque de secundaria de una estructura del colegio Coronel Ladislao el cual está ubicado en Espinar – Cusco, para ello realizó un análisis estático lateral no lineal, el cual usa rotulas plásticas para modelar esta no linealidad concentrada, se empleó también el método del espectro de capacidad, juntamente con la norma FEMA 440, se evaluó el comportamiento para cargas laterales sísmicas, las cuales se basan en la intensidad de las fuerzas, sin embargo en este caso para calcular la capacidad solo se consideró la forma de la carga lateral, donde el punto de desempeño sísmico si depende de la cantidad y magnitud sísmica, donde se pueden utilizar para calcular el punto de desempeño estructural, pero el nivel de curva de capacidad no depende propiamente de ello sino solamente de la forma de la carga lateral y de los niveles de deformación que se logran en cada una de las fibras de la sección transversal, los requisitos para realizar un diseño efectivo son incluir estas formas para poder calcular los desplazamientos laterales en cada uno de los pisos de las estructuras. (p.157)

Para la revisión de los aportes de investigación radican en que la curva pushover solo da información de la deformación en cada uno de los elementos, incluso en las fibras de análisis de la sección transversal, para el caso de un elemento esto se calcula en todo el lado, o también en una zona concentrada, lo cual consta del aporte de esta investigación sobre el procedimiento clásico de estudio.

Duarte, Martínez y Santamaría (2019), en el paper de investigación: "Nonlinear Static Analysis (Pushover) of the Central Body of the Building of the Faculty of Medicine of the University of El Salvador", emplearon un análisis sísmico no lineal pushover, utilizaron la no linealidad concentrada para un ejemplo de la facultad de medicina de la Universidad de El Salvador, para ello primero se ha realizado una recopilación de la información arquitectónica, con la cual se ha definido los materiales de concreto armado y de acero estructural cada uno de estos materiales componen el global de la estructura, la cual está compuesta de varias líneas para el elemento de sección, este mismo refleja la rotulación de la estructura mediante un modelo de diagrama de rotación en la sección, tanto para efectos de flexión, como para los efectos de flexión y compresión, donde se aplica la carga sísmica gradual dejando a que se control el desplazamiento en el último nivel, este desplazamiento se realiza considerando que el máximo puede ser de 15 cm por ejemplo, para el trabajo actual se ha logrado un desplazamiento de 15.69 cm, donde la fuerza cortante es de 2523.41 toneladas , logrando un desplazamiento de 15.89 cm, para la estructura para un nivel de MCE se tiene un nivel de 32.75 cm de desplazamiento, para el análisis no lineal pushover, conspirando que se tiene un desplazamiento de 20.59 cm para el nivel de control de los desplazamientos, para el caso del límite de seguridad de vida se tienen 32.75 cm para ambos casos, para calcular el punto de desempeño se han usado elementos como el método del ATC40, junto con el espectro de capacidad, el cual funciona de la mano con SAP 2000, con ello se calcula la fuerza cortante en la estructura encontrando que esta es de 2258, para un movimiento de 10.94 cm, lo cual nos da un nivel de seguridad de vida en el desempeño y el cálculo de sus valores finales de desplazamientos.



Todo ello se puede resumir a que el uso del análisis pushover sobre la facultad de medicina arrojó resultados satisfactorios, conspirando que los desplazamientos para niveles de sismo de MCE fue de seguridad de vida, lo cual es bastante exigente para una edificación, aparte que no ha mostrado indicios de tener problemas que no se puedan modificar, así como fuerzas cortantes dentro de los límites establecidos por las normativas, para el análisis de estos elementos. (p.190)

El aporte a radicado en la forma de colocar la plasticidad, si bien se usan siempre, también se busca tener un aporte del tipo de reparación estructural, para lo cual se ha utilizado el acero estructural en cada uno de sus elementos modificando la cantidad de acero que se necesita ya sea con la reposición parcial o el cambio total de todo el elemento.

Correa (2020), en su tesis de grado, “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismo resistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo”, se realizó el análisis no lineal pushover, donde el sistema de disipación de energía se basa en concreto armado, para el estudio del bloque N2 de las aulas del Colegio Militar Elías Aguirre el cual está ubicado en Chiclayo, para ello se realizó un análisis no lineal pushover, donde se ubican cada uno de los elementos estructurales, las rotulas plásticas se ubican en cada elemento estructural, este colegio militar es capaz de soportar cargas grandes de fuerzas laterales debido a que estas fuerzas muestran el desempeño estructural, también se debe de revisar el nivel de deformación, las rotulaciones se deben de modificar, se debe de verificar un sismo severo y un sismo a nivel de diseño, para los cuales se debe tener una rotulación controlada para las vigas del proyecto, en el caso de las columnas debe de ser bastante bajo, el grupo de fuerzas sísmicas se debe de aplicar en base a las cargas sísmicas de la norma E-0.30, las cuales deben de dejar a la estructura en un nivel operacional, para ello también se hace uso de la verificación de la situación estructural, con el desempeño sísmico de la estructura, con el fin de verificar el nivel del tipo severo, para que la norma peruana pueda servir para calcular el nivel de desplazamiento lateral , así como el punto de desempeño de la estructura. (p.33)

Como aporte de la investigación se tiene la suma de los valores de desplazamientos en cada uno de los niveles estructurales y el desempeño total de la edificación, con ello también es esencial verificar el nivel de desplazamiento que ocurre en una edificación, según la norma peruana es importante verificar estos niveles de desplazamientos, considerando también su relación con el nivel de fuerzas que ocurren en estos componentes.

Huarca y Vásquez (2022), en su tesis de grado, “Desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal (pushover) de la I.E. N°40061 “Estado de Suecia”, Cerro Colorado – Arequipa” se ha determinado el comportamiento para el centro educativo Estado de Suecia N 40063, el cual se usa como referencia para la aplicación de la norma FEMA 440, ASCE 41-13, también Visión 2000, el cual se utiliza para poder calcular el nivel de desplazamiento de la curva de desplazamiento con pseudo aceleración, en el cual se tiene varios niveles de desempeño estructural, los cuales se evalúan con el uso de los cuadros de Visión 2000 y HAZUS, para que también se controlen los niveles de fuerzas que estos otorgan sobre cada uno de estos elementos, también para el diseño de la estructura se tienen, el rendimiento sísmico calculó en base al método de pushover, utilizando el programa ETABS, en la dirección x se tiene la evaluación del análisis estructural, donde la zona más crítica tiene un nivel de desplazamiento, donde el nivel de colapso, para los sismos del nivel raro e incluso el nivel MCE, se debe de analizar también la dirección y, donde en estos niveles de problemas se tienen límites de protección sísmica, se evalúa el resultado de la institución 40061, también se tiene que revisar el desplazamiento a un nivel de desplazamiento de nivel MCE y diseño, donde los niveles son menores al nivel máximo aceptable. (p.100)

La investigación propone un aporte de bases teóricas, considerando que también se utiliza otras guías para la evaluación del desempeño estructural, los cuales parten del nivel de deformación en los muros de albañilería y el acero estructural.

Fuentes (2020), en su tesis de grado, “Desempeño sísmico de un edificio de cinco niveles de concreto armado mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER”, llevó a cabo una evaluación del rendimiento sísmico a través de

un análisis estático no lineal "pushover" en un edificio de cinco pisos construido con concreto armado, siguiendo las directrices de la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente E-030. El objetivo central de la investigación consistió en analizar la respuesta del edificio ante eventos sísmicos, utilizando el marco establecido por el código ATC-40 y la FEMA 440. Se aplicó un método de análisis no lineal que se basó en espectros de demanda-capacidad.

Se determinó que el edificio alcanzó un nivel de rendimiento satisfactorio en lo que respecta a la seguridad estructural y la protección de vidas humanas, en concordancia con las recomendaciones del código ATC 40 (1996). No obstante, se identificaron posibles pérdidas económicas significativas. En resumen, la estructura se encontraba dentro de un margen de seguridad aceptable frente a un sismo de diseño, asegurando la preservación de vidas humanas. Además, frente a un sismo máximo esperado, se constató que la estructura se mantenía en un rango de estabilidad estructural.

La contribución esencial de este estudio radica en proporcionar conocimientos sobre el comportamiento estructural de un edificio residencial frente a eventos sísmicos, teniendo en cuenta los efectos del desplazamiento y las fuerzas sísmicas en cada subelemento.

Torre (2020), en el contexto de su investigación para obtener su grado académico, "Análisis no lineal estático de una edificación de albañilería confinada en la ciudad de Huancavelica - 2020", realizó un análisis estático no lineal de una edificación de albañilería confinada ubicada en Huancavelica. Se seleccionó una estructura que se adecuara a este sistema constructivo y cumpliera con los requisitos establecidos en las normativas peruanas E-070 y E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Posteriormente, se evaluó la capacidad de la estructura para examinar su comportamiento real en el rango no lineal.

En lo que respecta a la respuesta sísmica, se determinó que la estructura se halla en el nivel de ocupación inmediata conforme a lo establecido por la normativa ATC-40 y la norma E030. Además, en términos de niveles de daño, la estructura mostró un desempeño satisfactorio, abarcando desde un nivel de daño leve hasta un máximo de daño moderado, cumpliendo de este modo con los estándares de diseño establecidos por las normativas (p.120).

Este estudio contribuye con información valiosa y conocimientos acerca del comportamiento estructural frente a un evento sísmico de un sistema de albañilería confinada, ampliamente empleado en Perú y representativo como el sistema estructural predominante que debe tenerse en cuenta, dado que está presente en una notable proporción de todas las estructuras en el país.

Según Rahmzadeh (2019), la evaluación del desempeño sísmico no lineal se describe como una medida que indica la posible extensión de los daños que una estructura podría sufrir durante un terremoto de una magnitud específica. Este concepto se establece con el propósito de examinar la capacidad de una estructura para resistir un evento sísmico y garantizar la seguridad de las personas presentes en ella.

Se definen distintos niveles de desempeño estructural sísmico en relación con la magnitud del terremoto y los daños anticipados para la estructura. Estos niveles se detallan en códigos de construcción y normativas sísmicas, y suelen variar según la ubicación geográfica y las características específicas de la estructura.



Figura 1. Evaluación del Desempeño Sísmico

En general, los niveles de desempeño se dividen en tres categorías: nivel de seguridad, nivel de funcionamiento y nivel de colapso.

El nivel de seguridad, se refiere a estructuras que no sufren daños importantes durante un terremoto moderado y permiten una evacuación segura.

El nivel de funcionamiento, se refiere a estructuras que pueden sufrir daños moderados durante un terremoto moderado, pero siguen siendo funcionales y permiten la evacuación segura.

El nivel de colapso, se refiere a estructuras que sufren daños graves durante un terremoto moderado y pueden colapsar, poniendo en peligro la vida de las personas que se encuentran en su interior.

Para Velez Sanchez (2018), el desempeño sísmico no lineal se puede medir utilizando una variedad de métodos y técnicas, dependiendo del tipo de estructura y los parámetros específicos que se deseen evaluar. Se presentan algunos de los métodos comunes utilizados para medir el desempeño estructural:

**Inspección visual:** La inspección visual es un método básico pero importante para evaluar el desempeño estructural. Consiste en una evaluación visual de la estructura para identificar cualquier daño, deformación, grietas o signos de deterioro.

**Monitoreo estructural:** El monitoreo estructural implica el uso de sensores y dispositivos para medir y registrar datos relacionados con el comportamiento de la estructura. Estos sensores pueden incluir acelerómetros, extensómetros, inclinómetros, medidores de deformación, entre otros. El monitoreo continuo proporciona información valiosa sobre la respuesta estructural bajo diferentes condiciones de carga y puede ayudar a detectar cambios o deterioro a lo largo del tiempo.

**Pruebas de carga:** Las pruebas de carga implican aplicar cargas conocidas a la estructura y medir su respuesta. Estas pruebas se utilizan para evaluar la capacidad de carga, la rigidez, la capacidad de deformación y la resistencia de la estructura. Las pruebas de carga pueden realizarse en diferentes escalas, desde componentes individuales hasta estructuras completas.

**Análisis estructural:** El análisis estructural utiliza métodos matemáticos y computacionales para estudiar cómo se comporta una estructura. La utilización de software de ingeniería estructural permite realizar análisis estáticos o

dinámicos, anticipando así la respuesta de la estructura ante distintas cargas y condiciones.

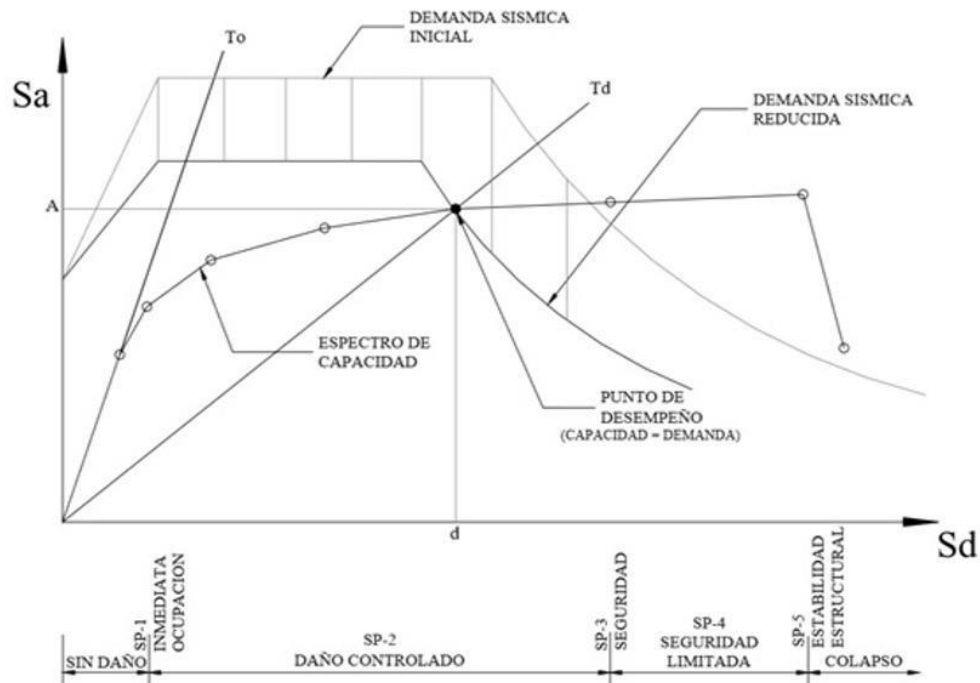


Figura 2. Metodología del espectro de demanda

Evaluación de la integridad estructural: Este enfoque se utiliza para evaluar la salud estructural a través de técnicas no destructivas, como el ultrasonido, las pruebas de impacto, las pruebas de penetración y la radiografía. Estas técnicas permiten detectar defectos internos, grietas ocultas o áreas debilitadas dentro de la estructura sin causar daño adicional.

Es crucial enfatizar que la selección del método para evaluar el desempeño estructural depende de las características propias de la estructura, los objetivos específicos de la evaluación y los recursos disponibles. En muchas instancias, se recurre a la utilización de una variedad de métodos con el propósito de obtener una evaluación completa y precisa del rendimiento estructural.

Para Velez Sanchez (2018), existen varios tipos de evaluaciones de desempeño sísmico no lineal, que se utilizan para evaluar diferentes aspectos de una estructura. Algunos de los tipos comunes de evaluaciones de desempeño estructural son los siguientes:

**Evaluación de capacidad de carga:** Esta evaluación se centra en determinar la capacidad de la estructura para soportar cargas estáticas o dinámicas. Se realizan pruebas de carga para aplicar cargas conocidas y medir la respuesta de la estructura. Esto ayuda a determinar si la estructura cumple con los requisitos de carga y si se está acercando o excediendo su capacidad de carga.

**Evaluación de rigidez:** Esta evaluación se utiliza para medir la rigidez de la estructura, es decir, su capacidad para resistir deformaciones bajo carga. Se analizan los desplazamientos y deformaciones de la estructura para determinar su rigidez y su comportamiento frente a diferentes tipos de cargas.

**Análisis de Vibraciones:** Se utiliza para examinar la dinámica de la estructura, especialmente en relación con las vibraciones. Se llevan a cabo análisis de frecuencia y respuesta modal con el fin de identificar las frecuencias naturales de vibración, reconocer modos de vibración y evaluar posibles inconvenientes asociados con resonancias o vibraciones no deseadas.

**Análisis de Resistencia Sísmica:** Esta evaluación se centra en la capacidad de la estructura para resistir las cargas sísmicas. Se realizan análisis dinámicos que consideran las fuerzas sísmicas y las características del suelo con el objetivo de evaluar la capacidad de la estructura para resistir los efectos de un terremoto.

**Evaluación de la integridad estructural:** Se utiliza para evaluar la integridad y el estado general de la estructura. Involucra inspecciones visuales, pruebas no destructivas y monitoreo estructural para detectar y evaluar cualquier daño, deformación, corrosión o deterioro en la estructura.

Para Pelaez (2020), el desempeño sísmico no lineal es de suma importancia por varias razones:

**Seguridad:** Un buen desempeño estructural garantiza la seguridad de las personas que ocupan o interactúan con la estructura. Una estructura deficiente o debilitada puede representar un riesgo significativo para la vida y la integridad física de las personas. Evaluar y mantener el desempeño estructural adecuado es fundamental para prevenir colapsos, fallas o accidentes que puedan poner en peligro la seguridad.

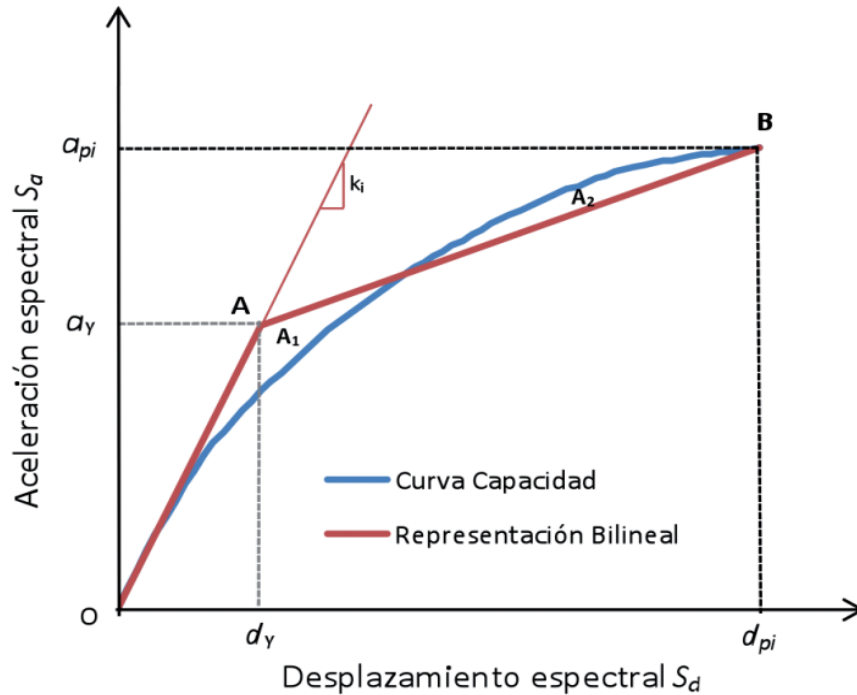


Figura 3. Modelo Bilineal

**Durabilidad:** El desempeño estructural adecuado contribuye a la durabilidad de la estructura a lo largo del tiempo. Una estructura bien diseñada y construida, con un buen mantenimiento y evaluación periódica de su desempeño, tiene una vida útil más larga y requiere menos reparaciones o renovaciones costosas. El monitoreo y la evaluación del desempeño estructural ayuda a detectar problemas o deterioros tempranos, lo que permite tomar medidas preventivas antes de que se conviertan en problemas mayores.

**Eficiencia estructural:** Una estructura con un buen desempeño estructural es eficiente en términos de uso de materiales, carga de diseño y capacidad de carga. Una evaluación adecuada del desempeño estructural puede ayudar a optimizar el diseño y la construcción de una estructura, asegurando que cumpla con los estándares y requisitos aplicables. Esto puede conducir a una mejor utilización de los recursos, reducción de costos y mejora de la eficiencia energética.

**Cumplimiento normativo:** Las estructuras deben cumplir con los códigos y estándares de construcción aplicables. La evaluación del desempeño estructural es fundamental para asegurar que una estructura cumpla con los requisitos legales y normativos establecidos para garantizar la seguridad y la calidad de construcción.



Confianza pública: Un buen desempeño estructural brinda confianza y tranquilidad a los usuarios, ocupantes o propietarios de una estructura. La evaluación periódica y el mantenimiento del desempeño estructural ayudan a mantener la confianza del público en la integridad y seguridad de la estructura.

Para Villegas Effio (2019), los principales indicadores del desempeño sísmico no lineal de una estructura son los siguientes:

**Desplazamiento:** El desplazamiento es una medida del movimiento relativo experimentado por una estructura durante un evento sísmico. Se evalúa el desplazamiento máximo, el desplazamiento relativo entre diferentes partes de la estructura y el desplazamiento acumulado a lo largo del tiempo. El desplazamiento excesivo puede indicar deformaciones inaceptables o daños en la estructura.

**Aceleración:** La aceleración es una medida de la velocidad de cambio de velocidad de una estructura durante un terremoto. Se evalúa la aceleración máxima experimentada por la estructura y la aceleración relativa entre diferentes partes de la estructura. La aceleración excesiva puede generar fuerzas sísmicas que superen la capacidad de resistencia de la estructura.

**Fuerzas internas:** Las fuerzas internas, como los momentos y las fuerzas cortantes, son indicadores clave del comportamiento estructural durante un terremoto. Se evalúa la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas sísmicas y si se mantienen dentro de los límites de diseño establecidos.

**Respuesta modal:** La respuesta modal se refiere a la forma en que una estructura responde a diferentes modos de vibración durante un evento sísmico. Se evalúa la amplitud y frecuencia de los diferentes modos de vibración y se busca evitar la resonancia y vibraciones indeseables.

**Daño estructural:** La evaluación del daño estructural es fundamental para medir el desempeño sísmico. Se evalúa la presencia, ubicación, extensión y gravedad de cualquier daño en la estructura, como fisuras, grietas, deformaciones o colapsos parciales. Se utilizan diferentes escalas y criterios de daño para clasificar y cuantificar el nivel de daño.

Según Fathali (2020), se define comportamiento estructural a la respuesta de un edificio o estructura ante un evento sísmico, es decir, cómo la estructura se

comporta y resiste las fuerzas y vibraciones generadas por un terremoto. La respuesta sísmica depende de la resistencia y rigidez de la estructura, así como de las características del terreno sobre el que está construida.

Un comportamiento estructural adecuado implica que la estructura tenga la capacidad de resistir las fuerzas sísmicas y evitar el colapso o daño grave, permitiendo la evacuación segura de las personas que se encuentran en su interior. Para lograr esto, las estructuras deben ser diseñadas y construidas teniendo en cuenta los códigos de construcción y las normas sísmicas, y deben ser sometidas a pruebas de resistencia sísmica para garantizar su capacidad para soportar eventos sísmicos.

Se pueden definir los puntos de Desempeño como:

Según Rahmzadeh (2018), se define Nivel Operacional al nivel de daño que se espera que una estructura experimente durante un terremoto de una determinada magnitud, pero sin que pierda su capacidad operativa. Este nivel se encuentra dentro de la categoría de nivel de funcionamiento y se define como el nivel en el cual la estructura puede seguir funcionando después de un terremoto, incluso si ha sufrido daños.

El nivel de desempeño operacional se enfoca en garantizar que la estructura pueda seguir siendo utilizada después de un terremoto y que no se interrumpa la operación normal de la estructura. Esto es especialmente importante para estructuras críticas como hospitales, centros de emergencia, centrales nucleares, entre otras, donde la continuidad de la operación es vital para la seguridad pública.

Para lograr este nivel de desempeño, se requiere que la estructura sea diseñada y construida de acuerdo con los estándares sísmicos establecidos y que sea capaz de soportar las fuerzas sísmicas que se esperan en la zona donde se ubica. Además, la estructura debe ser capaz de resistir las vibraciones sísmicas y los movimientos del suelo sin sufrir daños importantes que puedan afectar su capacidad operativa.

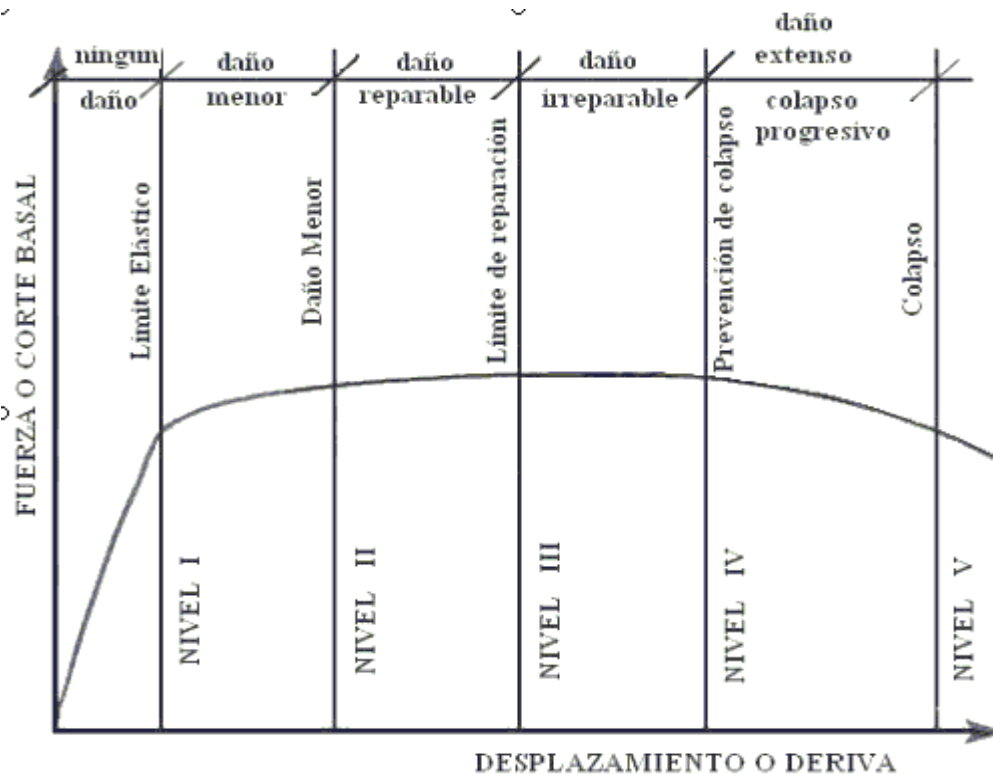


Figura 4. Niveles de daño en curva de desempeño

Se puede definir según Ashwin (2020), Nivel Control de Daños, se refiere al nivel de daño que se espera que una estructura experimente durante un terremoto de una determinada magnitud, pero sin que su integridad estructural se vea comprometida y sin poner en peligro la seguridad de las personas. Este nivel se encuentra dentro de la categoría de nivel de funcionamiento.

El nivel de desempeño de control de daños se enfoca en garantizar que la estructura sufra daños menores y que no se ponga en peligro la seguridad de las personas que se encuentran en ella. En caso de sufrir daños, estos deben ser reparables y no afectar la integridad estructural de la edificación.

Para lograr este nivel de desempeño, la estructura debe ser diseñada y construida para resistir las fuerzas sísmicas esperadas en la zona donde se encuentra y tener una buena capacidad de disipación de energía sísmica. Además, debe contar con un sistema de protección sísmica que reduzca el impacto de las vibraciones sísmicas en la estructura. También se deben considerar los detalles constructivos y materiales que minimicen el riesgo de daño, como el uso de materiales más resistentes, el empleo de técnicas constructivas adecuadas y la implementación de sistemas de aislamiento sísmico.

Se puede definir según el autor Chavez (2021), a la fuerza sísmica, fuerza generada por un terremoto o sismo que actúa sobre una estructura o edificación. Esta fuerza se produce debido al movimiento del suelo y las vibraciones generadas por el terremoto y es capaz de causar daños a las estructuras y edificaciones.

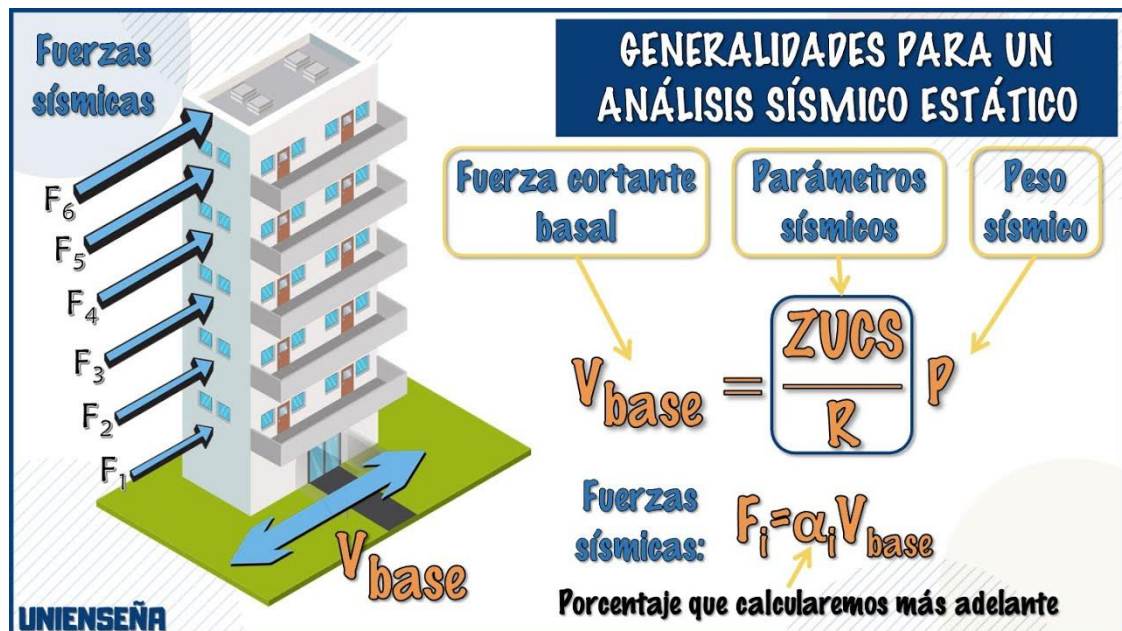


Figura 5. Fuerza Sísmica Lateral

La magnitud de la fuerza sísmica depende de varios factores, como la magnitud del terremoto, la distancia del epicentro del terremoto, el tipo de suelo en el que se encuentra la estructura, la altura y la masa de la estructura, entre otros factores.

En la ingeniería sísmica, se utiliza la fuerza sísmica para diseñar y calcular la resistencia de las estructuras y edificaciones a los terremotos. Para ello, se utilizan modelos matemáticos que permiten estimar las fuerzas sísmicas que actúan sobre la estructura, de manera que se puedan dimensionar los elementos estructurales, como los pilares, vigas y los cimientos, para que puedan soportar estas fuerzas.

Es importante tener en cuenta que la fuerza sísmica es una fuerza dinámica que actúa en diferentes direcciones y que puede generar movimientos laterales y verticales en las estructuras, por lo que es necesario diseñar las estructuras de manera que sean capaces de soportar estas fuerzas en todas las direcciones.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo y Diseño de Investigación**

#### **Enfoque de la investigación**

El enfoque fue de tipo cuantitativo, ya que los datos se cuantificaron en base a la cantidad de deformación que tienen todos los elementos, así como la cantidad de fuerzas que aceptan en cada elemento, el valor máximo en cada elemento define la deformación y el nivel de daño que tiene, con ello el desempeño sísmico, se ha aplicado el método deductivo con el fin de evaluar las características generales y particulares de este proyecto, Chavez (2021).

#### **Tipo de investigación Por Propósito**

El tipo de investigación califico como tipo aplicativo, este tipo de investigación hace uso de técnicas, las cuales se aplican en cada elemento y cada paso del proyecto, no se evaluaron ni manipularon métodos, es por ello que se utilizó en este caso técnicas de la norma E0.30, E0.60 ASCE7, además de la norma FEMA y ATC40, para el cálculo del nivel de desempeño sísmico en las estructuras y sus elementos, Chavez (2021).

#### **Tipo de Investigación por Diseño**

El tipo de investigación calificó como no experimental - descriptiva, dado que no se evaluaron las variables ni se modificaron las mismas, solo se obtuvo las mediciones directas en campo de la medición de propiedades geométricas del proyecto, con ello se estudió la no linealidad de la estructura, modelando la misma con los datos recaudados, Ashwin (2020).

#### **Tipo de Investigación por Nivel**

El tipo de investigación fue del tipo descriptivo, consistió en describir la geometría del proyecto y la no linealidad del proyecto, la cual se calificó como las fuerzas y la deformación en cada elemento, este análisis ayudo a comprender como las estructuras llegan a un nivel de desempeño y podemos verificarlo con la norma E-0.30 y E-0.60, Ashwin (2020).

## Diseño de investigación

El proyecto fue del tipo no experimental, dado que no se modificó y solo se tomó los resultados de mediciones directas de la estructura, para luego proponer soluciones en el nivel de desempeño que ocurre en las estructuras, así como los resultados que implicaron el estudio de este tipo de estructuras. Además, se utilizó un enfoque de diseño transversal, lo que implica que se recopilaron las variables de interés en un solo periodo de tiempo. Asimismo, se adoptó un diseño descriptivo, donde se observó y describió los fenómenos tal y como se presentan en su estado natural Ashwin (2020).

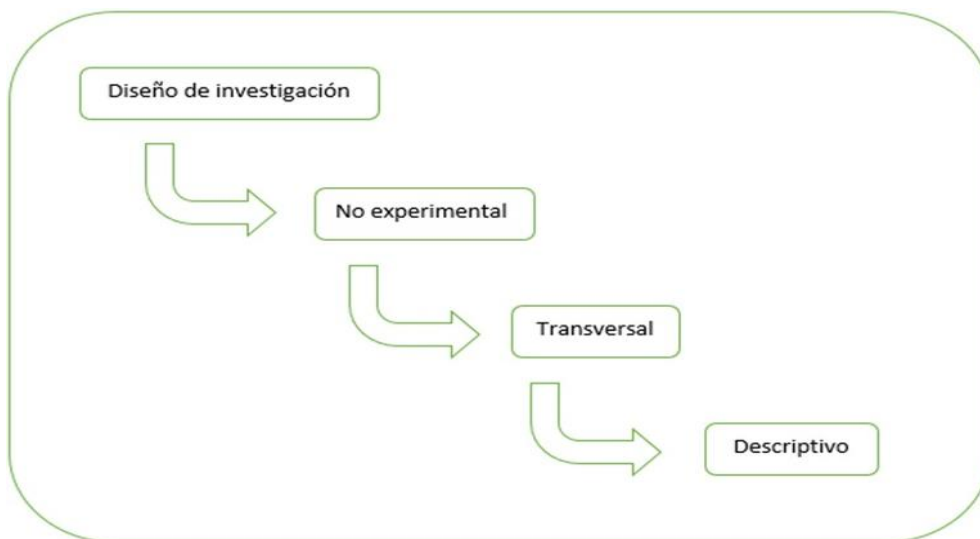


Figura 6. Diagrama de Diseño de Investigación

El diseño de investigación adoptado fue de naturaleza no experimental, ya que no se realizaron cambios ni manipulaciones en las variables. En su lugar, se enfocó únicamente en la observación y análisis de los resultados obtenidos.

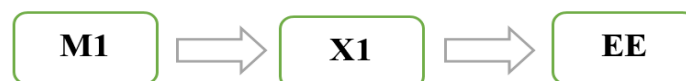


Figura 7. Esquema de Diseño de Investigación no experimental

Siendo:

**M1:** Muestra observable (Edificación de uso esencial)

**X1:** Observación de la muestra (Desempeño)

**EE:** Evaluación estructural (niveles de desempeño estructural)

## 2.2 Variables y Operacionalización

La presente investigación constó de una sola variable.

La variable es: Desempeño Sísmico No Lineal.

**Desempeño sísmico:** El desempeño sísmico se refiere a la capacidad de un edificio o estructura para resistir y soportar los efectos de un terremoto. Se evalúa cómo un edificio se comportará durante un evento sísmico y qué daños puede sufrir. El objetivo del desempeño sísmico es minimizar los riesgos para la vida humana y reducir los daños estructurales y económicos, Ashwin (2020).

**Tabla 1.** *Matriz de clasificación de Variables*

Clasificación de la Variable					
Variable	Relación	Naturaleza	Escala de Medición	Dimensión	Forma de Medición
Desempeño sísmico no lineal	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

**Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
Desempeño Sísmico no lineal	El desempeño sísmico se refiere a la capacidad de un edificio o estructura para resistir y soportar los efectos de un terremoto. El objetivo del desempeño sísmico es minimizar los riesgos para la vida humana y reducir los daños estructurales y económicos. (Aguilar, 2015)	Se determina mediante una técnica de análisis no lineal, la cual puede ser estática o dinámica, usando plasticidad concentrada o distribuida.	Fuerza Sísmica	Factores sísmicos	¿Cómo calcular los factores sísmicos?	E0.30	Razón
				Ubicación del proyecto	¿Dónde está ubicado el proyecto?		
				Tipo de suelo	¿Qué tipo de suelo tiene el proyecto?		
			Comportamiento No lineal	Deformación del Concreto	¿Qué deformación del concreto se obtendrá en el análisis no lineal?	E0.30	Razón
				Deformación del Acero	¿Qué deformación del acero se obtendrá en el análisis no lineal?		
				Plasticidad de Elementos	¿Qué plasticidad desarrollan las rotulas del proyecto?		
			Punto de desempeño	Ductilidad	¿Qué modelo de ductilidad se utilizara para las rotulas plásticas?	ASCE7-16	Razón
				Sobre resistencia	¿Cuánta sobre resistencia llegara a la estructura con el modelado?		
				Factor de reducción Real	¿Qué factor de reducción se debe utilizar para el modelado?		



## **2.3 Población, muestra y muestreo**

### **Población.**

La población de este proyecto fueron todos los módulos de La Institución Educativa Las Flores, Arequipa 2023.

La población del proyecto fue finita, ya que se conocen el total de pabellones de la Institución Educativa que son 7 pabellones, según información del Gobierno Regional de Arequipa- Planos de Arquitectura de la Institución Educativa Las Flores.

### **Muestra**

La muestra de este proyecto fue el pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores Arequipa, la cual ha mostrado problemas estructurales, como daño en elementos, mala simetría en planta y altura, así como mucho desplazamiento lateral en eventos sísmicos, reportado por los usuarios.

### **Muestreo**

Según Borja (2012), se aplicó una técnica no probabilística, determinística, dado que la estructura en análisis no puede escogerse al azar, se ha evaluado los problemas previos y su historia, por ello se escogió analizar el pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores, siendo el pabellón con mayor cantidad de antecedentes.

La norma indica que las estructuras de concreto armado no deben de superar el desplazamiento relativo de  $7/1000$  en ambas direcciones, lo cual no se cumple en la dirección Y en el pabellón 2A, volviéndolo el objetivo del estudio.

### **Unidad de Análisis**

Según Hernandez, Fernandez, & Baptista (2014), para este estudio se consideró el pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores Arequipa, dada su importancia, problemas estructurales y posibles reforzamientos que pudo necesitar, además de los requisitos normativos de desempeño estructural que pudieron requerir sus elementos estructurales.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el presente proyecto de investigación se utilizó la observación directa y revisión documental como técnicas, dado que los datos fueron obtenidos de planos, un modelado estructural de dichos planos y una propuesta de análisis no lineal en la estructura, en esta última parte se usó la técnica de observación, dado que se analizaron los resultados obtenidos de un modelado estructural, mientras que en la etapa de búsqueda de planos se hizo uso de la técnica de revisión documental.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Basándonos en cada una de las técnicas de recolección se hizo uso de distintos instrumentos de recolección; para el proceso de búsqueda de información se hizo un resumen y un listado de todo lo encontrado, para seleccionar los planos o documentos que son relevantes para modelar la estructura desde el punto de vista estructural, para la técnica de observación directa sobre el modelo estructural se hizo uso de guías para validar los datos observados, estas guías son normativas, como la norma E0.30, E0.60 y E0.20, las cuales regulan las fuerzas sísmicas, el diseño en concreto armado y las cargas reglamentarias aplicadas a cada parte de la estructura.

Si bien para la etapa de evaluación del desempeño sísmico, la norma peruana solo nos da una solicitud, la cual es dejar en condición de ocupación inmediata a estructuras importantes bajo un nivel de sismo de diseño y un nivel de prevención de colapso para estructuras convencionales.

Los instrumentos utilizados fueron: La Ficha Resumen 1 y La Guía de Observación 1 y Guía de Observación 2, las cuales se encuentran en la parte de Anexos.

**Tabla 3. Instrumentos y validaciones**

<b>Etapas de la investigación</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
Estructuración y revisión de configuración	Ficha Resumen 1	Norma E-030 Diseño Sismorresistente
		Norma E-0.20 Cargas Estructurales
Análisis No Lineal	Guía de observación 1	Norma E-0.30 Juicio de expertos
Propuesta de reforzamiento estructural	Guía de observación 2	Norma E-0.60 Juicio de expertos

### **Validación del instrumento de recolección de datos**

En el presente proyecto se emplearon fichas de resumen y guías de observación como medios para recopilar los datos necesarios. Estas herramientas fueron evaluadas y validadas por profesionales especializados en el área de estudio, quienes además cuentan con experiencia en la realización de investigaciones relacionadas con el proyecto.

- Guías de observación: En este caso el instrumento de observación, Guía de Observación 1 y 2 fueron validados a través de juicios de expertos en el tema de Análisis no lineal, por los siguientes ingenieros: Ing. Julio Manuel Berlanga Barriga, cuyo CIP es 137425, Ing. Emiliano Alex Ventura Cabana, cuyo CIP es 278520 y el Ing. Josualdo Villar Quiroz, cuyo CIP es 106997.
- Ficha de resumen: Este instrumento de recolección de datos, contiene los resultados de información del proyecto, fue validado por los ingenieros: Ing. Julio Manuel Berlanga Barriga, cuyo CIP es

137425, Ing. Emiliano Alex Ventura Cabana, cuyo CIP es 278520, quienes revisaron en base a su experiencia.

También se hizo uso de las normas peruanas E0.20, E0.30 y E0.60, las cuales controlan el uso de cargas de gravedad, cargas sísmicas y la forma de diseñar y modelar estructuras de concreto armado y albañilería.

### **Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos para revisar la confiabilidad están evaluados en base a las siguientes evaluaciones:

- Guías de observación: La guía de observación 1 y 2 correspondientes al Análisis no lineal y el reforzamiento estructural, fueron revisadas y garantizadas por el especialista en el área.

## 2.5 Procedimientos

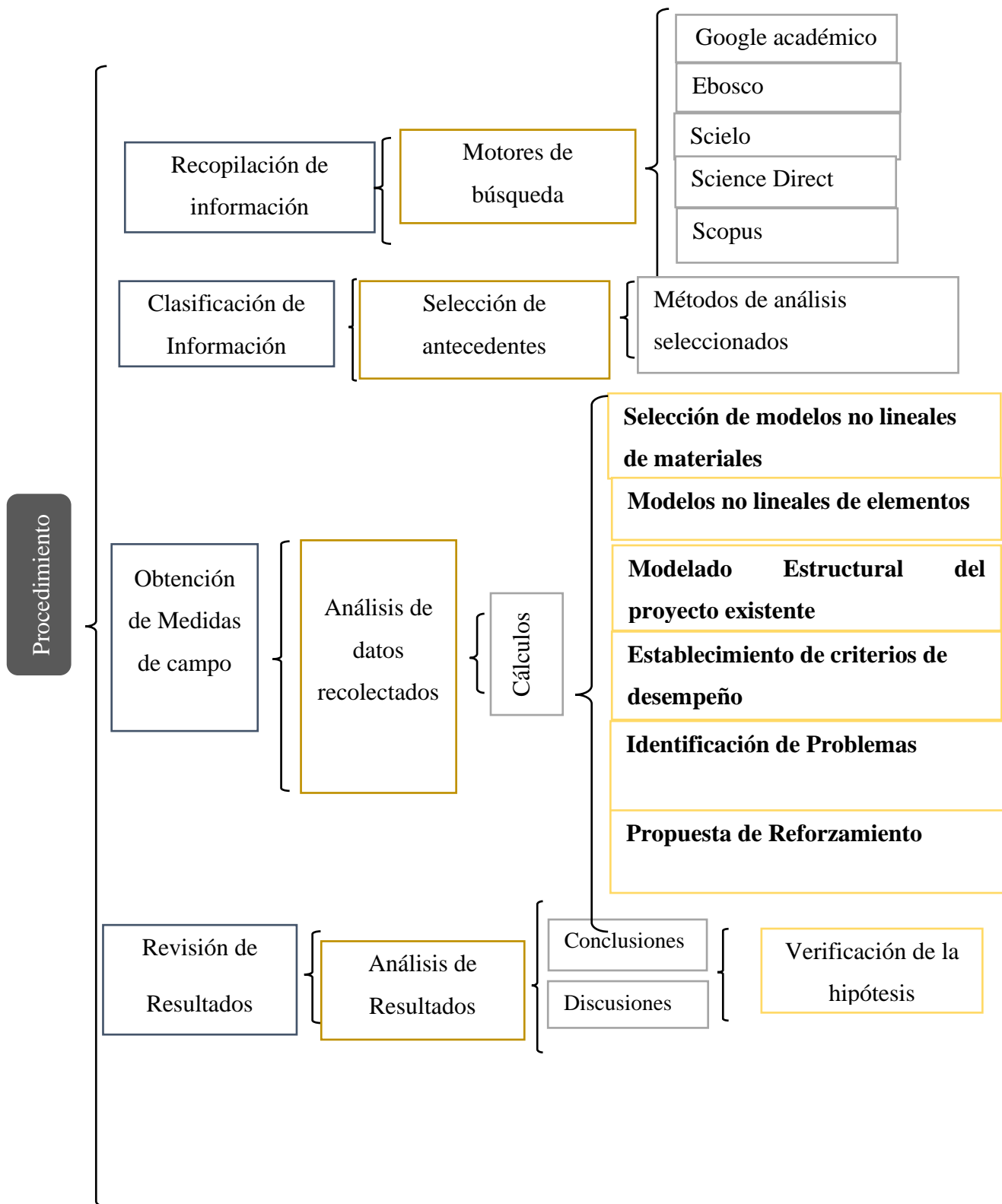


Figura 8. Procedimiento de Análisis

### **Recopilación de Información**

Para la recopilación de la información se ha utilizado varios buscadores de tesis, papers de investigación, así como la selección de todos estos documentos para escoger el método aplicado en el proyecto, el cual en este caso fue un análisis no lineal por desempeño sísmico pushover, luego se recolectó información sobre los modelos no lineales de materiales del Perú, para el acero estructural, concreto armado, para luego armar los modelos de análisis no lineal en vigas, columnas, con ello se armaron los modelos de no linealidad de cada elemento, tanto diagramas momento rotación de columnas, así como interacción momento rotación con carga axial de columnas, para luego incluir toda la información en el modelo estructural.

### **Clasificación de Información**

La información contiene varios métodos y varias técnicas que pueden ser aplicadas en el proyecto, sin embargo no todas las técnicas pudieron agregarse de manera directa, es por ello que se clasificó las técnicas que son aplicables de las técnicas que no lo son, en base a ello se clasificaron y descartaron investigaciones, por otro lado las normativas también buscan aplicar métodos, pero no siempre hay forma de regularlos, dado que la normativa no siempre habla de estos o no siempre se pueden obtener.

### **Obtención de medidas de campo**

Se recopilaron medidas de campo, por ejemplo, diseños de elementos existentes, dimensiones arquitectónicas, problemas existentes como cambios de secciones, degrade de elementos, cambios de plano y elementos existentes todos estos datos solo pueden ser recopilados directamente de campo, mediante inspecciones visuales o por medidas de campo, con todos estos elementos recién se procedió a revisar el modelado, así como la forma de cómo estos desarrollan su plasticidad.

### **Cálculos**

El proyecto se centró en la observación, análisis y evaluación del comportamiento sísmico utilizando el Análisis Estático no Lineal, también conocido como pushover. Se consideraron las características no lineales de los componentes estructurales, las cargas externas monótonas y el uso de

articulaciones plásticas y refuerzo de acero. El objetivo fue obtener la curva de capacidad de la estructura de acuerdo con las normas NTP E.030 y E.070. El pabellón que fue analizado experimento cargas laterales crecientes en cada dirección (X e Y), permitiendo así observar los procesos de fisuración y deformación mediante el uso del software ETABS.

Tras finalizar el modelado de la estructura existente y obtener los resultados correspondientes, se procedió a procesar los datos en una hoja de cálculo (Excel) para su análisis. Se generó la curva de capacidad y se llevó a cabo la evaluación del rendimiento sísmico utilizando tanto el espectro de demanda sísmica como el espectro de capacidad. La determinación del punto de rendimiento se logró mediante la intersección de estos espectros, lo que facilitó el establecimiento de los criterios de rendimiento y la identificación del nivel de rendimiento según los distintos niveles de sismicidad.

En caso de que la edificación no hubiese cumplido con los requisitos de desempeño sísmico, se recomendaría la implementación de técnicas de refuerzo estructural, como el encamisado de concreto y el uso de láminas de fibra de vidrio y carbono.

### **Revisión de Resultados**

Los resultados fueron evaluados en base a una matriz de comportamiento sísmico, donde se tiene los valores de desempeño estructural que se espera que alcancen las estructuras, no se propuso ningún tipo de reforzamiento ya que la estructura posee buena sísmica, finalmente se propuso como modelar la estructuras considerando dos tipos de efectos no lineales, como son los efectos  $p$  delta de geometría y el de materiales no lineales.

### **Consideraciones del Modelado**

El modelo tratado en este proyecto es el pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores, la cual se debe de verificar en base a la norma E.030, norma E.060 y la norma de cargas sísmicas E.020, para ello se hará uso de las medidas en planta de la estructura, la cual es:

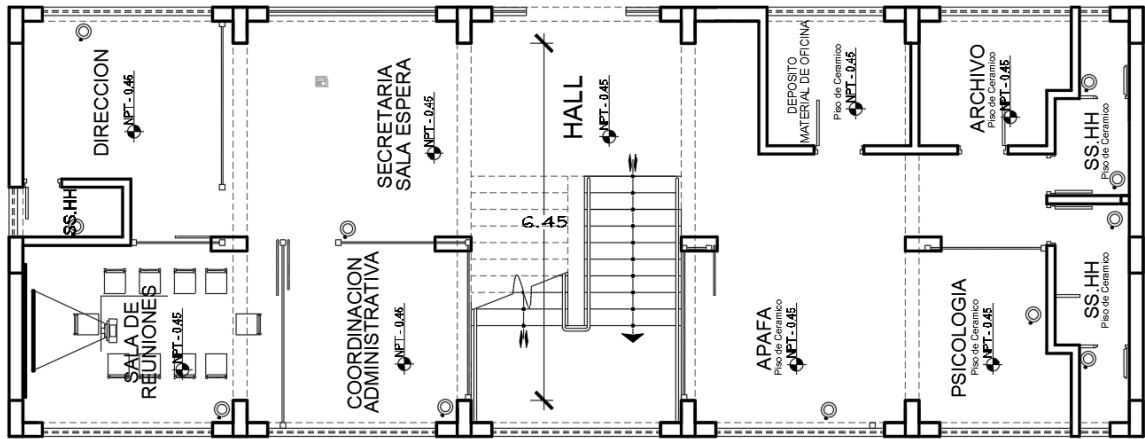


Figura 9: Primer Piso

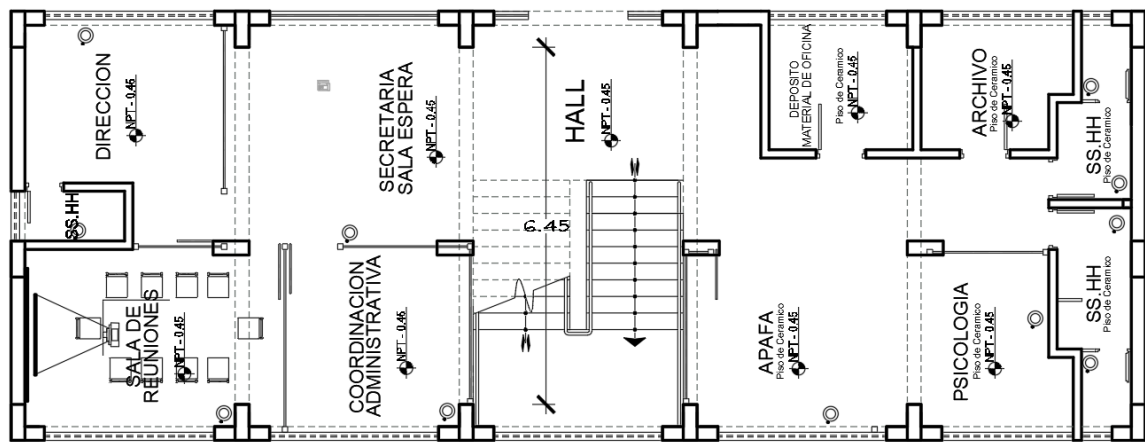


Figura 10. Segundo Piso

Esta estructura de concreto armado, cuenta con varias secciones y varios cortes, donde se ha diseñado todos los elementos estructurales, viendo desde columnas, vigas, losas y cimiento, las secciones asignadas son las siguientes:



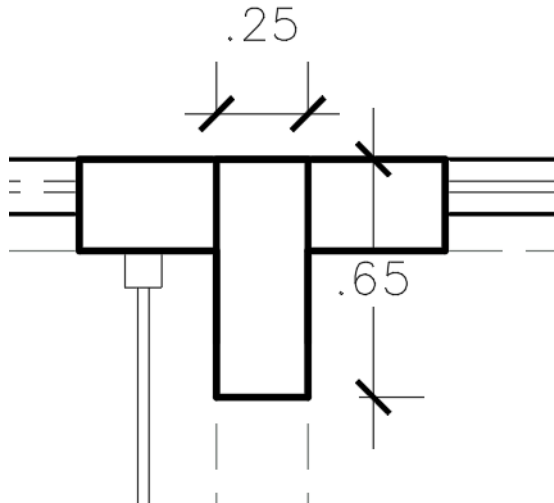


Figura 11. Columnas del Proyecto

Sección de las vigas es de 25X65, la cual está colocada en toda la longitud transversal del proyecto, como se puede ver en la vista en planta:

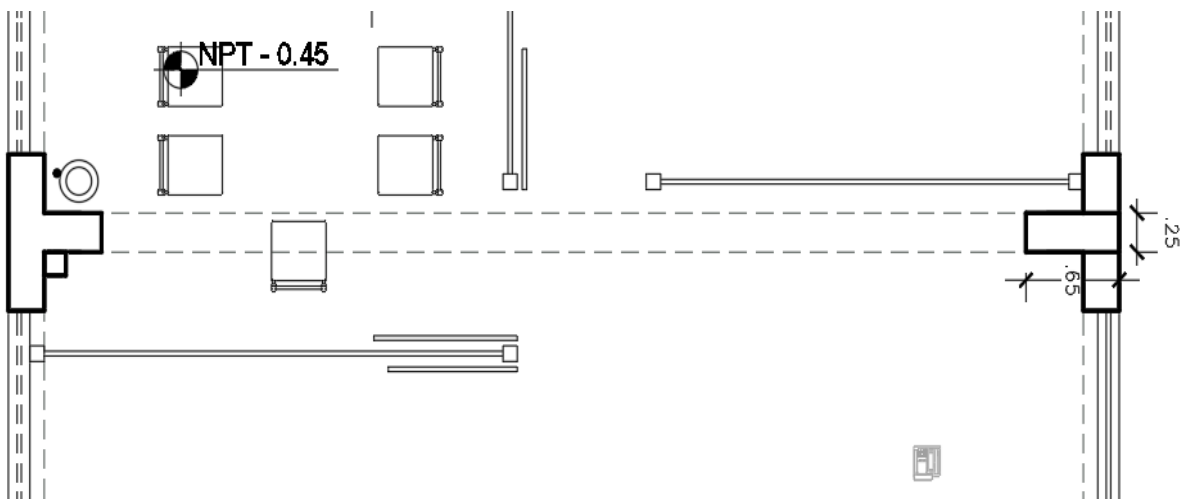


Figura 12. Ubicación de Viga

En la distribución de aceros se ha podido ver que las columnas tienen 14 aceros de 5/8, las vigas cuentan con 6 aceros de 5/8, para el caso de las losas se tienen secciones convencionales de 20cm de ancho.

### Metrado de Cargas

Para las cargas sísmicas se han usado las consideraciones de la norma E-0.20 Cargas, donde se indica que el uso de aulas tiene una sobre carga específica,

para los pesos específicos del concreto y otros elementos, se tienen también consideraciones, obteniendo los siguientes valores de cargas:

**Pesos Específicos:**

Concreto: 2.4 tonf/m<sup>3</sup>

Albañilería: 1.9 tonf/m<sup>3</sup>

**Carga Muerta:**

Acabados: 0.1 tonf/m<sup>2</sup>

Peso de Losa: (Según sección y Peso Específico)

**Carga Viva:**

Aulas: 0.3 tonf/m<sup>3</sup>

Techo: 0.1 tonf/m<sup>2</sup>

Para repartir las cargas en cada elemento, se hará uso de un diafragma, el cual reparte cada grupo de cargas en ambos costados de la estructura, esto es lo más óptimo para el funcionamiento y modelado de la estructura, dado que los elementos Shell que son la otra alternativa, distribuyen por cada elemento finito que se tienen en toda el área.

**Definición de modelos no lineales**

Para el análisis sísmico se debe de considerar los modelos lineales y no lineales del concreto y del acero, dado que a partir de estos resultados se va a realizar la configuración de la no linealidad en cada rotula plástica de la estructura general, para ello tenemos:

**Propiedades del Concreto Armado**

El concreto armado cuenta con 2 propiedades fundamentales, la primera es el peso propio, la cual es de 2.4 tonf/m<sup>2</sup>, este valor está considerando el peso del concreto armado y es un valor promedio del peso de este material, para luego definir la elasticidad, este módulo de elasticidad es de 15000\*raíz(210), donde según la norma peruana el coeficiente es de 15000, pero para el caso de la norma ACI, se considera este valor como 15100, en este análisis se usara 15000, finalmente las propiedades colocadas son las siguientes:

General Data	
Material Name	fc210
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	<span style="background-color: #808080; color: black;">[Color Swatch]</span> <input type="button" value="Change..."/>
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2.4 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.244732 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2173706.51 tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000055 1/F
Shear Modulus, G	905711.05 tonf/m <sup>2</sup>

Figura 13. Propiedades de Concreto Armado

Donde estas propiedades son las propiedades lineales, se debe de considerar también las propiedades no lineales, las cuales se detallan en la siguiente figura:

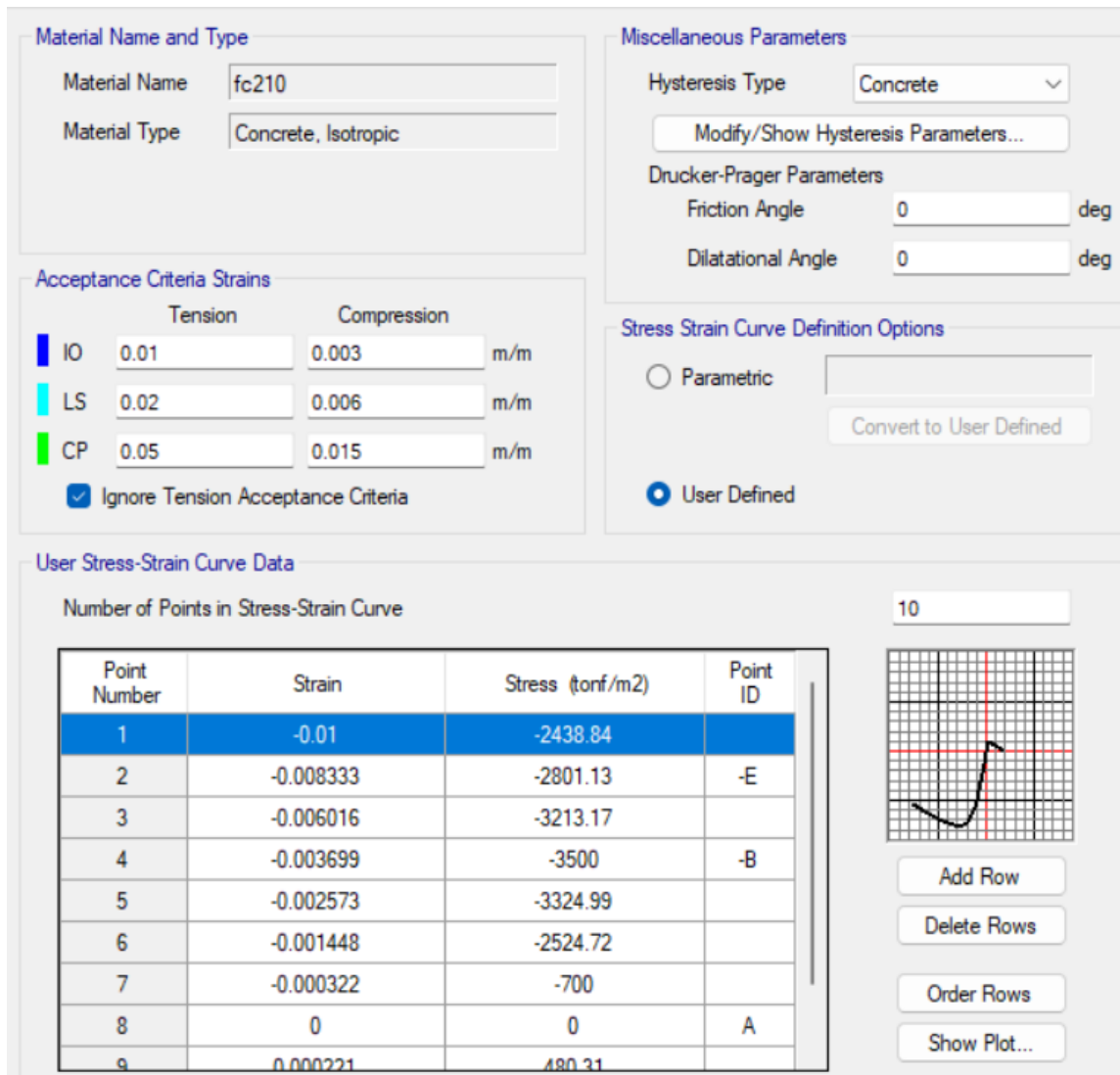


Figura 14. Curva de Esfuerzo Deformación

Donde la curva esfuerzo deformación tiene límites como la tensión y compresión, también definiendo los límites IO, ocupación inmediata, LS seguridad de vida, CP prevención de colapso, para el límite en compresión se define el valor de 0.003, para el límite en tensión se define un valor de 0.01, cada uno de estos límites de deformaciones se revisaron en las secciones siguientes, donde se evalúan los niveles de deformaciones en cada rótula.

### Propiedades del Acero Estructural

Para la definición de los coeficientes del acero se especifican por el peso del acero y el módulo de elasticidad del acero, el peso del acero es de 7.85 tonf/m<sup>3</sup>, considerando que el módulo de elasticidad es de 20389019.16 tonf/m<sup>2</sup>, luego

también es necesario verificar las propiedades lineales, las cuales quedan como la siguiente figura:

The image shows a software interface for defining material properties. It is organized into four sections: General Data, Material Weight and Mass, Mechanical Property Data, and Design Property Data. Each section contains various input fields and buttons for configuration.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	A615Gr60	
	Material Type	Rebar	
	Directional Symmetry Type	Uniaxial	
	Material Display Color	[Blue Box]	
	Material Notes		
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	7.849	tonf/m <sup>3</sup>
	Mass per Unit Volume	0.80038	tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	20389019.16	tonf/m <sup>2</sup>
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000065	1/F
Design Property Data			

Figura 15. Propiedades del Acero

Estas propiedades son solo para el análisis lineal como cargas de gravedad o cargas sísmicas laterales.

**Material Name and Type**

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar, Uniaxial

**Miscellaneous Parameters**

Hysteresis Type: Kinematic

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	
IO	0.01	0.005	m/m
LS	0.02	0.01	m/m
CP	0.05	0.02	m/m

**Stress Strain Curve Definition Options**

Parametric

User Defined

[Convert to User Defined](#)

**User Stress-Strain Curve Data**

Number of Points in Stress-Strain Curve: 11

Point Number	Strain	Stress (tonf/m2)	Point ID
1	-0.108	-26299.77	
2	-0.09	-63000	-E
3	-0.045556	-56000	-D
4	-0.018889	-49000	-C
5	-0.00206	-42000	-B
6	0	0	A
7	0.00206	42000	B
8	0.018889	49000	C
9	0.045556	56000	D

[Add Row](#)

[Delete Rows](#)

[Order Rows](#)

[Show Plot...](#)

Figura 16. Propiedades no lineales del Acero

Donde se tiene varios niveles de deformación, cada uno de estos indica un nivel de peligro o deformación en el material, para los niveles IO, LS y CP, considerando que estos niveles son el nivel IO de ocupación inmediata, LS seguridad de vida LS, considerando que estos niveles de deformación evalúan el nivel de rotación y deformación en las zonas plásticas.

### Análisis de Cargas de Gravedad

Para las cargas de gravedad se realiza la asignación de las cargas de la sección metrado de cargas, pero para ello es necesario primero revisar la configuración de la losa y como ésta reparte las cargas de gravedad en la dirección del análisis, para ello se define:

#### Diafragma de Losa

El peso de la losa debe ser distribuido de manera uniforme en todos los elementos en base a la dirección del análisis, como se ve en la imagen la distribución de las cargas se realiza de manera vertical, por ello el pórtico o los pórticos con mayor carga son los horizontales, dejando que estos tengan otro tipo de momentos flectores, tal como se puede ver en las siguientes secciones.

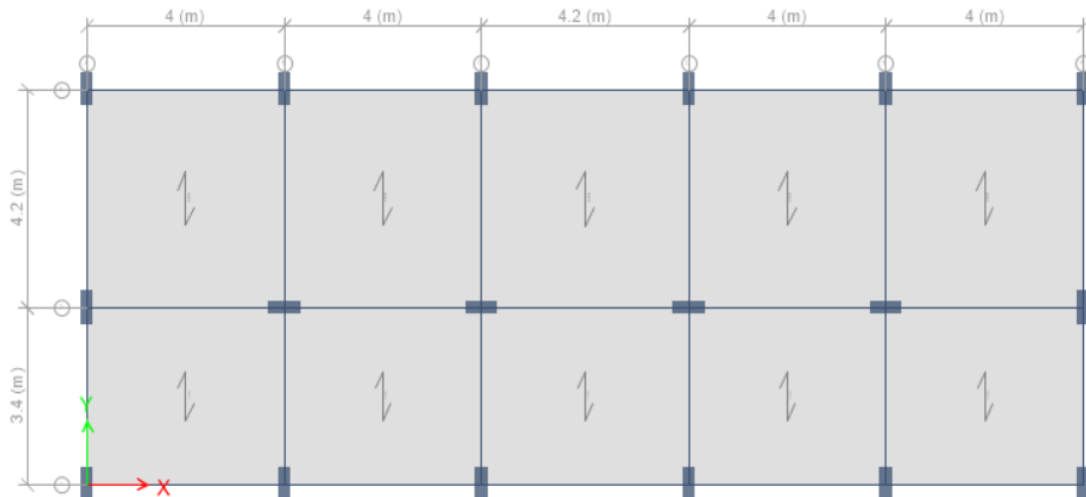


Figura 17. Armado de la losa

El programa a partir de esta configuración puede repartir las cargas en las vigas, para que estos sean considerados en el análisis de cargas de gravedad.

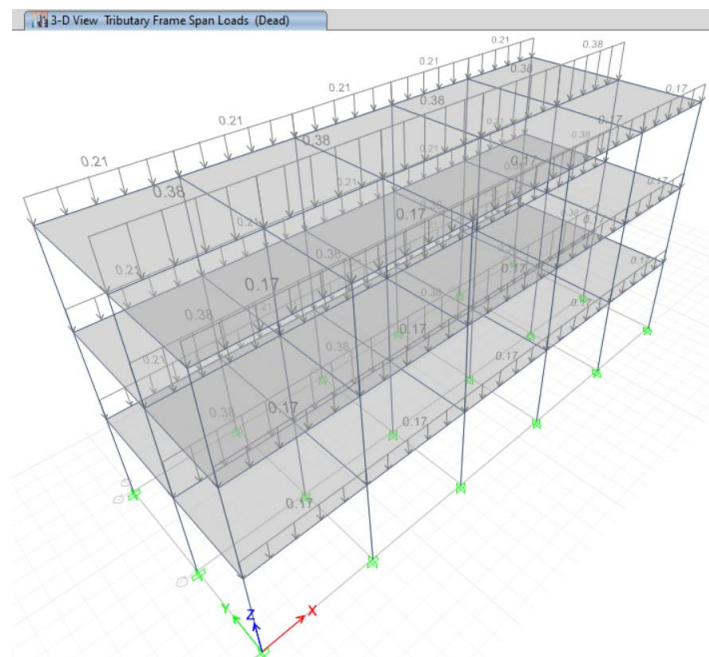


Figura 18. Reparto de Cargas

El reparto de cargas del modelo es como la figura anterior y se reparte la carga de gravedad por área, en base al ancho de la luz.

### Deformación por Gravedad

La deformación de gravedad se da en base a la gravedad, la cual se puede obtener al revisar las deformaciones estáticas del modelo, se tienen varios tipos de deformaciones, en este caso la deformación vertical es la que se busca, si bien la

norma no limita deformaciones verticales, porque estas no son las deformaciones más críticas en la estructura, sin embargo dan indicios de cómo está estructurada, como se ha propuesto sus secciones, así como en combinación con los efectos sísmicos pueden ser destructivos, siendo verificados en la sección de irregularidades.

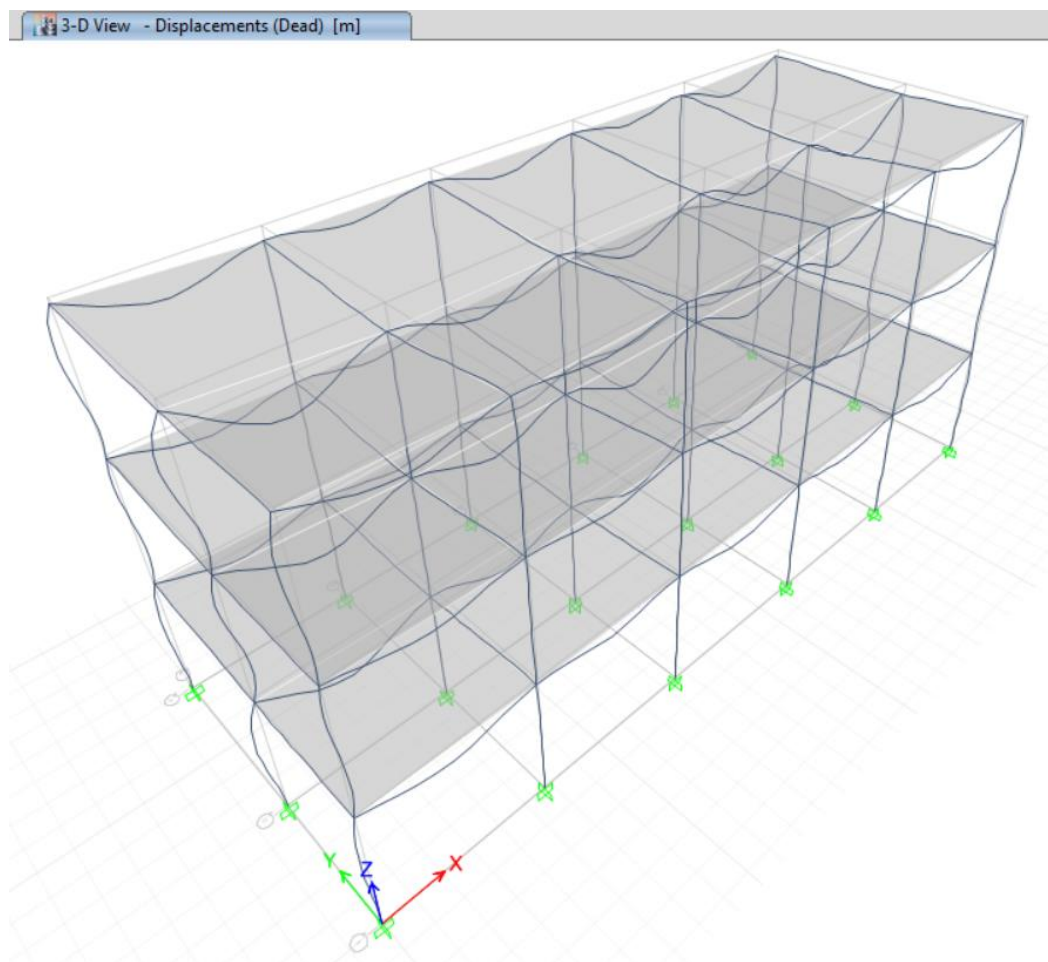


Figura 19. Deformación cargas de gravedad

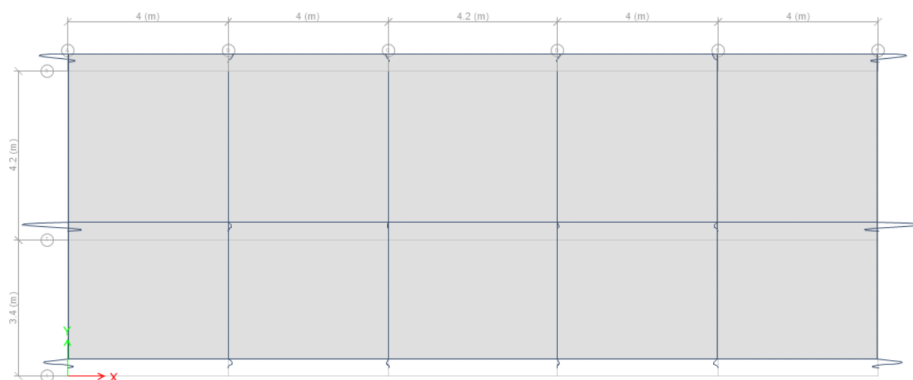


Figura 20. Deformación cargas de gravedad en planta



Se ha aumentado la deformación por cargas de gravedad en la última sección, lo cual ha dejado el modelo con una debilidad en la dirección Y, eso quiere decir que parcialmente hay irregularidad en esa dirección y que se debe de verificar más adelante, en la dirección X no se tiene este efecto.

### Fuerzas de Gravedad

En el caso de las cargas de gravedad se tienen los mismos efectos que ya se han mencionado, es necesario verificar las formas de los diagramas de fuerzas para ver la dirección de cargas de gravedad y la dirección donde prima los efectos sísmicos.

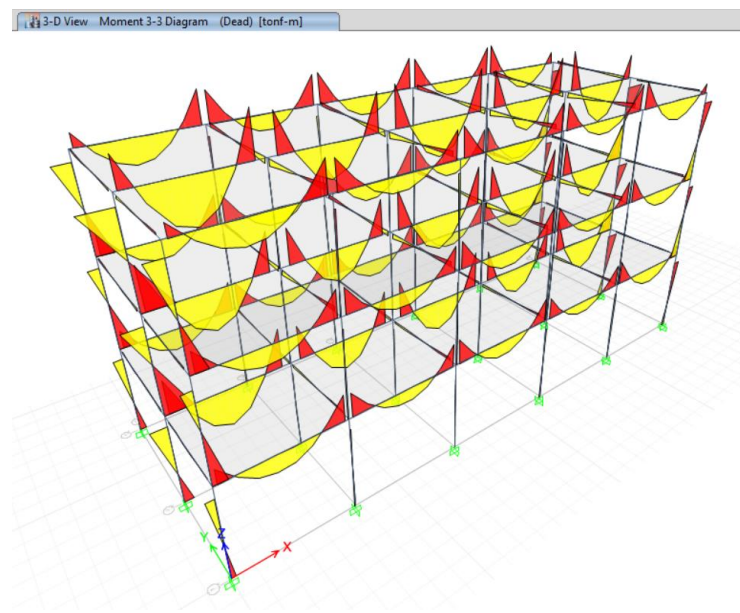


Figura 21. Cargas de Gravedad

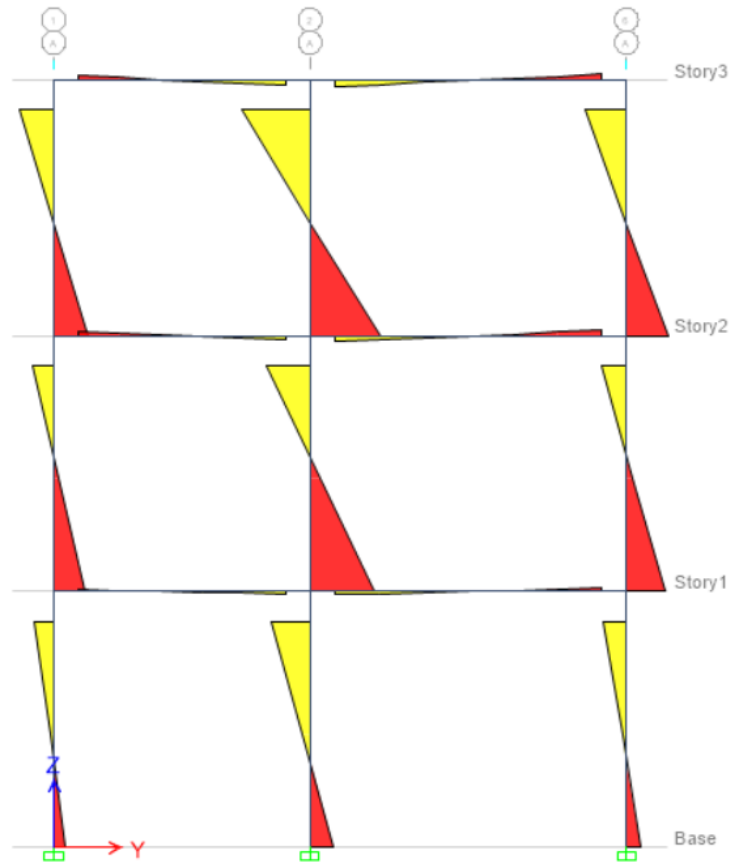


Figura 22. Cargas de Gravedad en Y

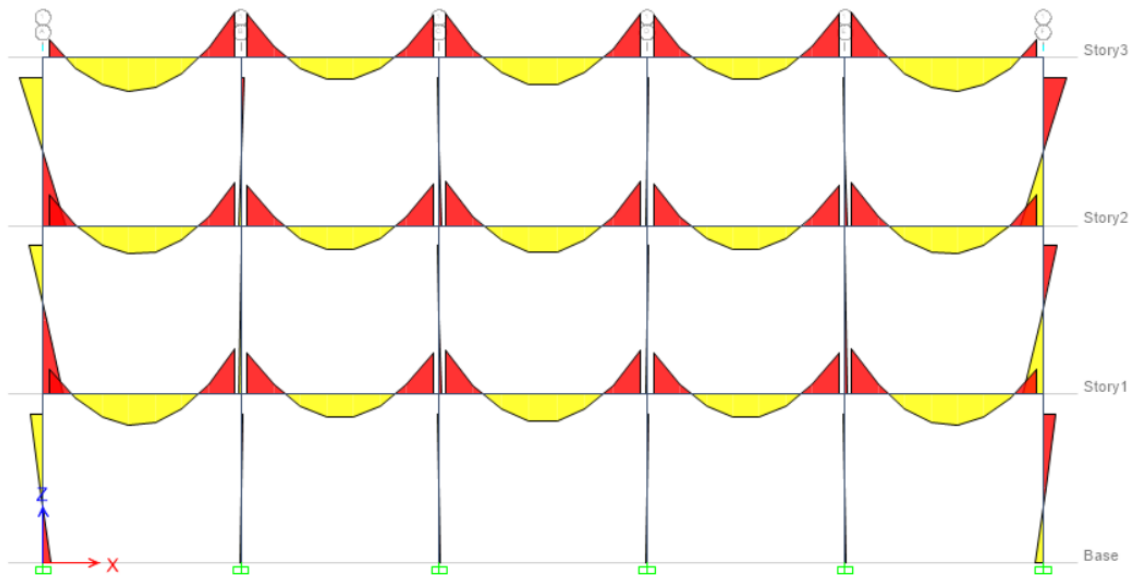


Figura 23. Cargas de Gravedad en X

En la dirección Y se tiene un diagrama de fuerzas de forma diagonal, la cual es debido a que no hay cargas de gravedad fuertes, sino solamente las reacciones

de las fuerzas de gravedad, para los pórticos en la dirección X se tiene una distribución parabólica, esto por la cantidad grande de cargas de gravedad que caen en esa dirección, las cuales también se muestran en los resultados de las fuerzas.

### Análisis Sísmico

Para realizar el análisis sísmico se ha considerado primeramente las características de la estructura, tales como la masa sísmica, centro de masa y centro de rigidez, propiedades como la distribución de fuerza, parámetros de zonificación sísmica, obteniendo:

**Tabla 4.** Centro de masa y centro de rigidez

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	XCR	YCR
Story3	D1	267.16271	267.16271	38.1629	27.532	38.1907	27.1709
Story2	D1	267.16271	267.16271	38.1629	27.532	38.1931	27.1945
Story1	D1	267.16271	267.16271	38.1629	27.532	38.2205	27.2352

**Tabla 5.** Cortante sísmico en X

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	Sismo X	Bottom	0	- 25.5035	0	96.9133	0	- 202.3279

**Tabla 6.** Cortante sísmico en Y

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Story1	Sismo Y	Bottom	0	0	- 25.5035	- 257.5855	202.3278	0

Las fuerzas sísmicas distribuidas en la altura se presentan en las siguientes secciones, donde el cortante en la base es el cortante más importante, dado que nos da la magnitud de cuanto cortante se debe distribuir.

### Asignación de propiedades no lineales

Otro aspecto importante es revisar las propiedades no lineales del concreto, por ejemplo, se deben definir los límites de deformaciones, tanto para la fuerza como para los niveles de fuerzas admitidos, existen varios reglamentos de cómo controlar la deformación y las fuerzas en las estructuras, en el programa ETABS se usan las recomendaciones del ASCE 41-13, donde se define la curva momento curvatura del concreto como se muestra en las siguientes imágenes.

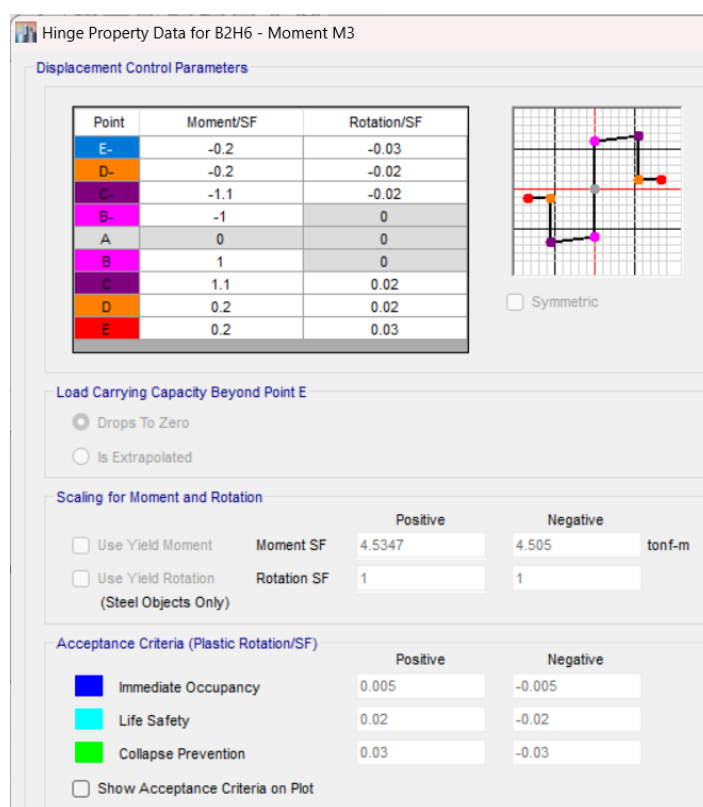


Figura 24. Diagrama Momento Curvatura

Por ejemplo en este grafico se indica que el punto E posee un nivel de momento del 20% respecto del momento de la sección, con una deformación del 3% respecto del valor B, el cual es el valor de fluencia, este valor de fluencia cuenta se usa como parámetro de referencia dado que es el factor más fácil de calcular y el más usado en los ensayos, aparte de estos límites del grafico para el diagrama momento curvatura, se tiene también los criterios de aceptación, estos mismos

sirven de referencia para poder colorear las rotulas plásticas según el nivel de deformación que han alcanzado, por ejemplo el nivel de deformación de 0.005 ósea 0.5% es el nivel menos de ocupación inmediata, eso quiere decir que la vivienda puede ser completamente habitada, luego de haber recibido el daño en la estructura, dado que este es bastante bajo, para el nivel de 0.02 o 2% se tiene un nivel de daño mayor, sin embargo para estructuras con problemas más grandes las deformaciones ligeras son considerables, es por ello que se sube este nivel de daño al nivel Seguridad de vida, en el cual se prioriza la previa cantidad de colapso.

The image shows a software configuration window for a hinge. It is divided into several sections:

- Hinge Specification Type:** Includes radio buttons for "Moment - Rotation" (selected), "Moment - Curvature", and "Relative Length" (checked). There are input fields for "Hinge Length" and "Relative Length".
- Scale Factor for Rotation (SF):** Includes radio buttons for "SF is Yield Rotation per FEMA 356 Eqn. 5-2 (Steel Objects Only)" and "User SF" (selected). The "User SF" value is set to 1, with units in "rad".
- Load Carrying Capacity Beyond Point E:** Includes radio buttons for "Drops To Zero" (selected) and "Is Extrapolated".
- Symmetry Condition:** Includes radio buttons for "Moment Rotation Dependence is Circular", "Moment Rotation Dependence is Doubly Symmetric about M2 and M3", and "Moment Rotation Dependence has No Symmetry" (selected). Below this is a diagram of a circle with a cross, representing moment rotation dependence. The vertical axis is labeled M3 and the horizontal axis is labeled M2. The angles 0°, 90°, 180°, and 270° are marked at the intersections of the axes.
- Requirements for Specified Symmetry Condition:** A list of two requirements:
  - Specify curves at angles of 0°, 90°, 180° and 270°.
  - If desired, specify additional intermediate curves where:  $0^\circ < \text{curve angle} < 360^\circ$
- Axial Forces for Moment Rotation Curves:** Includes an input field for "Number of Axial Forces" set to 2, and a button "Modify/Show Axial Force Values...".
- Curve Angles for Moment Rotation Curves:** Includes an input field for "Number of Angles" set to 16, and a button "Modify/Show Angles...".

Figura 25. Diagrama de Interacción

Para el diagrama de momentos en las columnas es necesario considerar la direccionalidad, la cual está dada por el siguiente gráfico, para cada dirección de análisis se tienen un resultado, tanto para momento M2 y luego para momento M3, en cada dirección podemos imprimir los momentos flectores o los diagramas de momento curvatura respectivos.

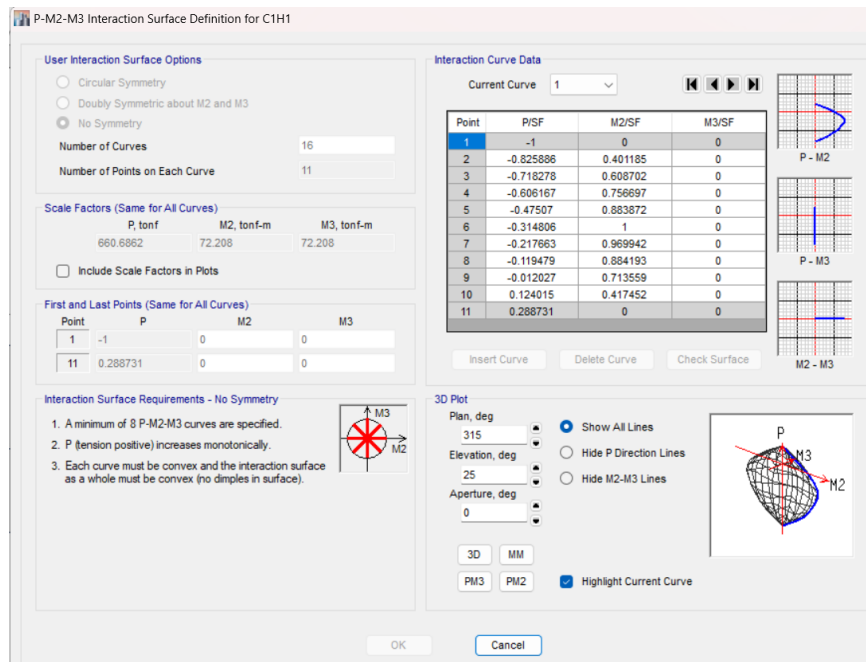


Figura 26. Diagrama de momento curvatura

En el caso del diagrama momento curvatura de la columna, se debe de definir un momento curvatura cada cierto ángulo, en este caso se usa 45 grados, lo cual forma un total de 4 diagramas, también es posible trabajar con mayor cantidad de diagramas, sin embargo, esto depende de la precisión que se buscan para ello se debe verificar los resultados.

### Análisis Modal

En el análisis modal se puede ver los grados de frecuencia y periodos obtenidos, los cuales están del orden de 0.3 para el primer modo de vibración, para los otros modos de vibración se tienen valores de 0.265, 0.223, siendo estos los modos de vibración del segundo modo y del tercer modo.

Tabla 7. Análisis Modal

Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
	sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
1	0.301	3.327	20.9029	436.9308
2	0.265	3.769	23.6809	560.7828
3	0.223	4.494	28.2388	797.4284

4	0.092	10.883	68.381	4675.9581
5	0.073	13.781	86.5882	7497.5223
6	0.062	16.155	101.5035	10302.9519
7	0.052	19.407	121.9398	14869.3159
8	0.036	27.907	175.3465	30746.3867
9	0.031	32.208	202.3659	40951.9664
10	0.017	59.788	375.659	141119.704
11	0.016	61.665	387.4525	150119.446
12	0.015	67.196	422.205	178257.082
13	0.009	109.611	688.7083	474319.16
14	0.009	110.085	691.6817	478423.512
15	0.009	111.236	698.9152	488482.491
16	0.009	112.069	704.1489	495825.704
17	0.009	112.772	708.5704	502072.049
18	0.009	114.755	721.0263	519878.858

Se están considerando 3 grados de libertad por cada piso, donde la sumatoria de las masas participativas debe llegar a un mínimo del 100%, la masa participativa se va sumando en cada modo que es calculado en el paso del tiempo.

**Tabla 8.** *Análisis Modal y Participación Modal*

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.301	0.8513	0	0.8513	0
Modal	2	0.265	0	0.8136	0.8513	0.8136
Modal	3	0.223	0.0012	0	0.8525	0.8136
Modal	4	0.092	0.1154	0	0.9679	0.8136
Modal	5	0.073	0	0.143	0.9679	0.9566
Modal	6	0.062	0.0001	0	0.968	0.9566
Modal	7	0.052	0.0318	0	0.9998	0.9566
Modal	8	0.036	0	0.0429	0.9998	0.9995

Modal	9	0.031	1.99E-05	0	0.9998	0.9995
Modal	10	0.017	0	2.8E-06	0.9998	0.9995
Modal	11	0.016	0	0.0001	0.9998	0.9995
Modal	12	0.015	0	0.0003	0.9998	0.9998
Modal	13	0.009	0	0	0.9998	0.9998
Modal	14	0.009	0	0	0.9998	0.9998
Modal	15	0.009	0	0	0.9998	0.9998
Modal	16	0.009	0	0	0.9998	0.9998
Modal	17	0.009	0	0	0.9998	0.9998
Modal	18	0.009	0	0	0.9998	0.9998

Los modos de vibración tienen distintos valores por ejemplo el modo 1:

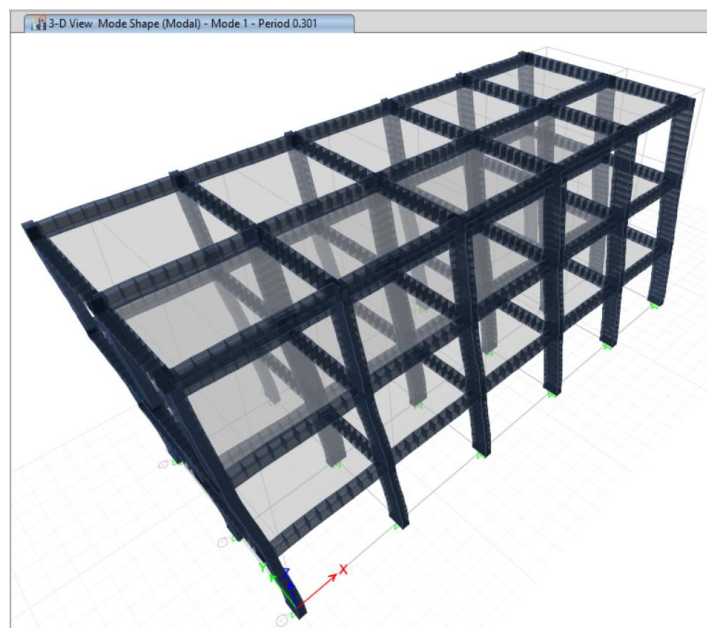


Figura 27. Modo de vibración 1

Para el segundo modo de vibración se tiene un valor de 0.265s, obteniendo:



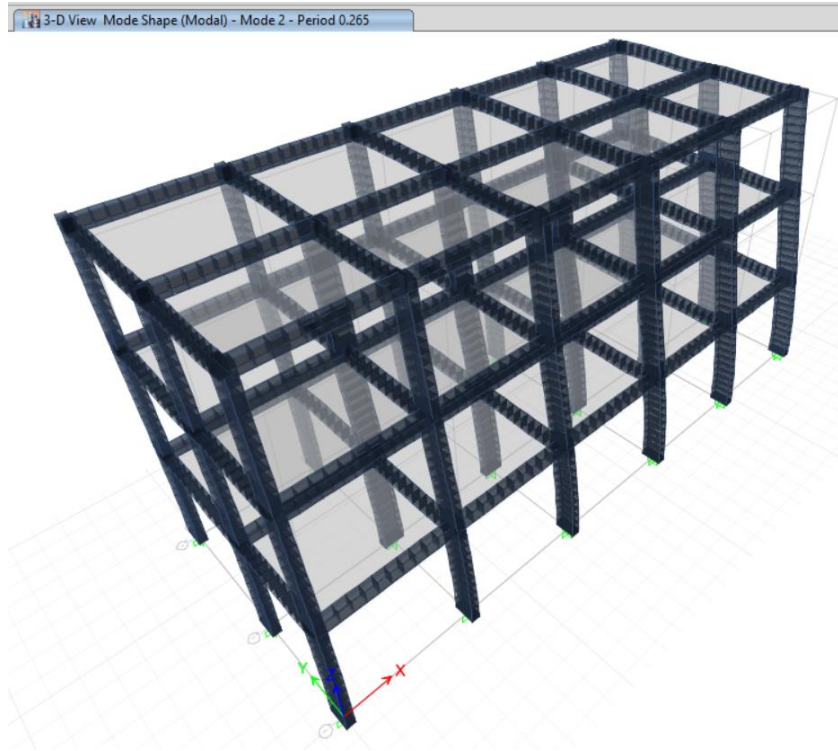


Figura 28. Modo de Vibración 2

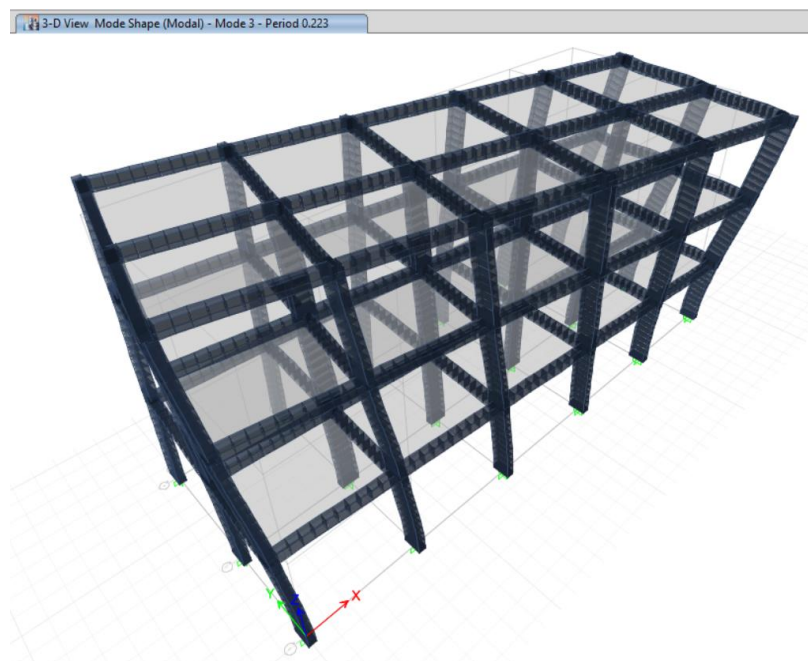


Figura 29. Modo de Vibración 3

El tercer modo de vibración se puede ver que es totalmente torsional, lo que implica que la estructura cuenta con una propensa cantidad a rotación de bajo porcentaje, esto se puede ver en la respuesta de edificios con la rotación que este

acepta, por otro lado, la torsión trae efectos de fuerzas que son malas para el diseño de la estructura, es por ello que se debe de aplicar otros criterios para el desarrollo.

### Verificaciones Sísmicas

El sismo por su naturaleza de ladeo lateral, ocasiona que las estructuras se desplacen lateralmente, es por ello que debe de verificarse el valor máximo del ladeo lateral, para ello se presenta los siguientes cuadros, donde se compara el valor del desplazamiento relativo, el cual es de la diferencia de desplazamientos en un piso, dividido entre la altura de un piso, para obtener el valor relativo, luego se le multiplica por  $0.75 \times R \times 1000$ , lo cual no debe de exceder el valor de 7, esta verificación se realiza en ambas direcciones, obteniendo los siguientes resultados.

**Tabla 9.** Derivas laterales en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift*0.75*R*1000	¿Pasa?
Story3	EstaticoX	X	0.000599	2.6955	SI PASA
Story2	EstaticoX	X	0.00089	4.005	SI PASA
Story1	EstaticoX	X	0.000676	3.042	SI PASA

**Tabla 10.** Derivas Laterales en Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift*0.75*R*1000	¿Pasa?
Story3	EstaticoY	Y	0.000578	2.601	SI PASA
Story2	EstaticoY	Y	0.000711	3.1995	SI PASA

Story1	EstaticoY	Y	0.000444	1.998	SI PASA
--------	-----------	---	----------	-------	------------

Se puede ver que las derivas laterales son suficientes y que no han sobrepasado el valor máximo de 7/1000, también se puede realizar la verificación de los modos de vibración y las irregularidades de la estructura, los cuales pueden empeorar con los efectos p Delta, todo esto se menciona en la siguiente sección.

### **Irregularidades de la estructura**

Las irregularidades se miden en base a varios parámetros distintos, los cuales hacen uso de desplazamiento, para ello se tienen las siguientes verificaciones:

#### **Irregularidad de Piso Blando en X**

Esta irregularidad se mide al verificar los desplazamientos y su relación respecto al piso superior, considerando que esta no debe exceder 1.25 el promedio de los 3 pisos superiores o 1.4 veces el piso superior, lo cual es bastante y siempre suele ocurrir en casos donde los desplazamientos son bastante grandes, sobre todo cuando se tienen torsión elevada y debe aplicarse algún tipo de reforzamiento, dado que el concreto armado no puede resistir bien las rotaciones.

**Tabla 11.** Irregularidad de Piso blando en X

<b>IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ PISO BLANDO - X</b>						
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Ítem</b>	<b>Drift</b>	<b>1.4 Piso Superior</b>	<b>1.25 3 pisos superiores</b>	<b>¿Cumple?</b>
Story3	SX Max	Max Drift X	0.000599			<b>Si Pasa</b>
Story2	SX Max	Max Drift X	0.00089	0.0008386	0.000599	<b>Si Pasa</b>
Story1	SX Max	Max Drift X	0.000676	0.001246	0.0007445	<b>Si Pasa</b>

**Tabla 12. Irregularidad de Piso blando en Y**

<b>IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ PISO BLANDO - Y</b>						
<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Ítem</b>	<b>Drift</b>	<b>1.4 Piso Superior</b>	<b>1.25 3 pisos superiores</b>	<b>¿Cumple?</b>
Story3	SY Max	Max Drift Y	0.000578			<b>Si Pasa</b>
Story2	SY Max	Max Drift Y	0.000711	0.0008092	0.000578	<b>Si Pasa</b>
Story1	SY Max	Max Drift Y	0.000444	0.0009954	0.0006445	<b>Si Pasa</b>

**Irregularidad de Resistencia de piso débil**

La irregularidad de piso débil se presenta cuando la estructura tiene una resistencia menor a en cada piso, ello se verifica en el siguiente cuadro:

**Tabla 13. Irregularidad de Piso Débil X**

<b>IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA PISO DEBIL - X</b>				
<b>Story</b>	<b>Strength</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Piso Superior</b>	<b>¿Cumple?</b>
Story3	Strength	19791.92		<b>Si Pasa</b>
Story2	Strength	21711.306	15833.536	<b>Si Pasa</b>
Story1	Strength	32471.434	17369.045	<b>Si Pasa</b>

**Tabla 14. Irregularidad de Piso Débil Y**

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA PISO DEBIL - Y				
Story	Strength	Resistencia	Piso Superior	¿Cumple?
Story3	Strength	32456.478		Si Pasa
Story2	Strength	41019.854	25965.1824	Si Pasa
Story1	Strength	80323.585	32815.8832	Si Pasa

La irregularidad de piso débil se basa en la resistencia, en ambas direcciones la resistencia es similar, es por ello que las verificaciones son parecidas, también se puede ver que las verificaciones han cumplido.

#### **Irregularidad de masa**

La irregularidad de masa se da por la distribución de la misma en cada piso de la estructura, para ello primero se realiza la estimación de la masa sísmica, la cual está dada por 100% de la carga muerta más 25% de la carga viva, obteniendo:

**Tabla 15. Irregularidad de Masa X**

IRREGULARIDAD DE MASA - X				
Story	Mass	Mass	Piso Superior	¿Cumple?
Story3	Mass	63.152856		No Pasa
Story2	Mass	63.152856	94.729284	Si Pasa
Story1	Mass	63.152856	94.729284	Si Pasa

**Tabla 16. Irregularidad de Masa Y**

IRREGULARIDAD DE MASA - Y				
Story	Mass	Mass	Piso Superior	¿Cumple?
Story3	Mass	63.152856		No Pasa
Story2	Mass	63.152856	94.729284	Si Pasa
Story1	Mass	63.152856	94.729284	Si Pasa

Donde se puede ver que la masa no ha cambiado en la altura, esto debido a que se tiene un piso típico, además de considerar poca área en el proyecto o variación del área en planta poco, es por ello que esta irregularidad no varía mucho.

### Irregularidad Torsional

En la irregularidad torsional se tiene varios posibles problemas, donde se debe tomar las aristas de los 4 costados, para que se promedie estos valores, así obtener un estimativo del centro de masa, para compararlo con el valor calculado, con ello se realiza la verificación, dado que estos valores no deben de ser tan distintos.

**Tabla 17. Irregularidad Torsional X**

IRREGULARIDAD TORSIONAL - X							
Story	Ítem	Drift CM	Arista 1	Arista 2	Arista 3	Arista 4	¿Cumple?
Story3	SX Max	0.00001	0.000008	0.000011	0.000007	0.000011	Si Pasa
Story2	SX Max	0.000007	0.000008	0.000011	0.000007	0.000011	Si Pasa
Story1	SX Max	0.000003	0.000008	0.000011	0.000007	0.000011	Si Pasa

**Tabla 18. Irregularidad Torsional Y**

IRREGULARIDAD TORSIONAL - Y							
Story	Ítem	Drift CM	Arista 1	Arista 2	Arista 3	Arista 4	¿Cumple?
Story3	SY Max	0.00001	0.000008	0.000011	0.000007	0.000011	Si Pasa
Story2	SY Max	0.000007	0.000008	0.000011	0.000007	0.000011	Si Pasa
Story1	SY Max	0.000003	0.000008	0.000011	0.000007	0.000011	Si Pasa

Con todas estas verificaciones se concluye que las irregularidades no afectan a esta estructura, esto debido a que no tiene problemas resaltantes y que se pueden no empeorar, dado que los elementos estructurales son continuos, lo cual en este caso no aplica.

### Efectos P Delta

Para los efectos P delta se han considerado las verificaciones de estabilidad, estas se configuran en el análisis estructural de la siguiente manera:

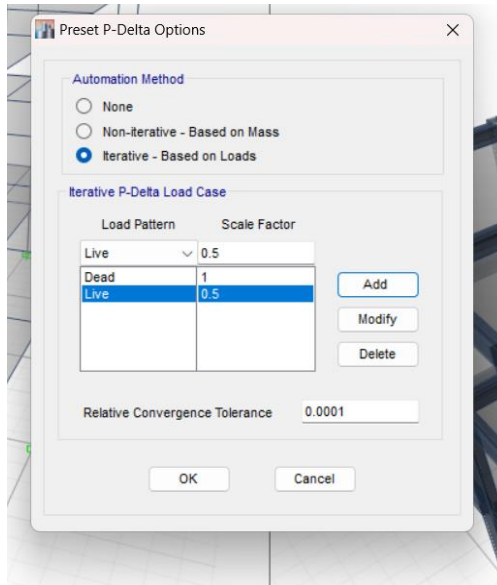


Figura 30. Configuración P Delta

La configuración del efecto P Delta nos muestra que la carga para la interacción, se realiza en base a un peso o una carga axial, también se puede considerar la interacción entre las cargas axiales y las demás fuerzas que pasan en estos elementos.

### Desplazamientos Relativos

Los desplazamientos relativos se dan por un efecto de cambio y resta entre los desplazamientos en la altura a un nivel del edificio, por ello se toma el desplazamiento del piso superior, para luego restar el desplazamiento del piso inferior, para luego dividirlo entre la altura, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 19. Resultados de desplazamientos en X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift*0.75*R*1000	¿Pasa?
Story3	EstaticoX	X	0.000599	2.6955	SI PASA
Story2	EstaticoX	X	0.00089	4.005	SI PASA
Story1	EstaticoX	X	0.000676	3.042	SI PASA

**Tabla 20. Resultados de desplazamientos en Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Drift*0.75*R*1000	¿Pasa?
Story3	EstaticoY	Y	0.000578	2.601	SI PASA
Story2	EstaticoY	Y	0.000711	3.1995	SI PASA
Story1	EstaticoY	Y	0.000444	1.998	SI PASA

En ambos casos se ha cumplido las verificaciones de desplazamientos.

### Fuerzas Sísmicas

Para las fuerzas sísmicas, están son producto del cálculo de los coeficientes sísmicos, por el porcentaje de peso sísmico, así se obtiene un cortante total en la base, para luego ser distribuido en cada uno de los niveles de la edificación, obteniendo la siguiente distribución de cortantes en ambas direcciones de análisis X e Y.

**Tabla 21. Cortante en la altura X**

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY
Story3	SismoX	Bottom	0	-12.7518	0
Story2	SismoX	Bottom	0	-21.2529	0
Story1	SismoX	Bottom	0	-25.5035	0

**Tabla 22. Cortante en la altura en Y**

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY
Story3	SismoX	Bottom	0	0	-12.7518
Story2	SismoX	Bottom	0	0	-21.2529
Story1	SismoX	Bottom	0	0	-25.5035

Graficando estos resultados podemos tener:



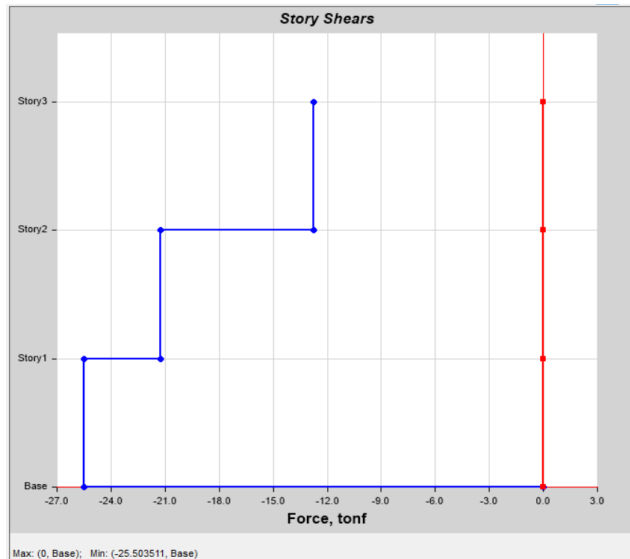


Figura 31. Cortantes en X

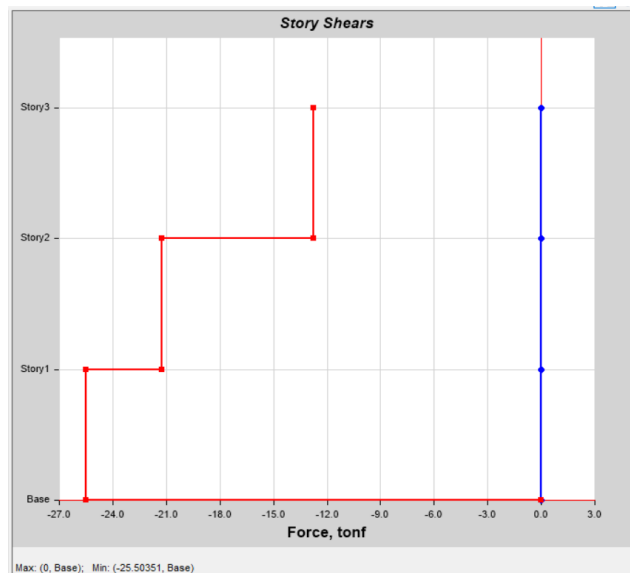


Figura 32. Cortantes en Y

Donde se puede revisar los resultados que se aplican a la estructura.

### Revisión de Diseño de Vigas

Para el diseño de vigas se ha utilizado el procedimiento de diseño del ETABS, así como las verificaciones manuales respectivas, el proceso consiste en dimensionar las secciones de acero utilizando como inicio la propuesta de ETABS, obteniendo:

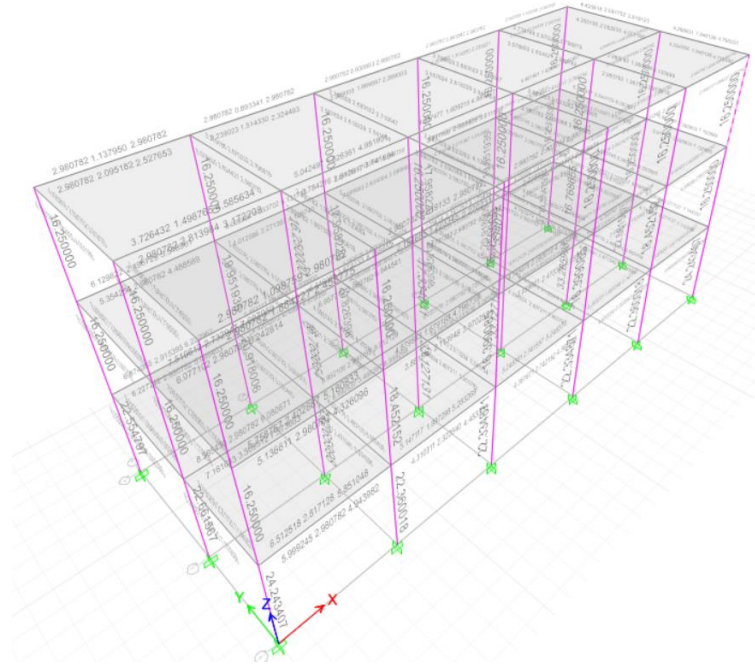


Figura 33. Diseño en Acero

En esta figura se puede ver el acero que sugiere el programa para cada uno de los elementos, así mismo se puede usar como pre dimensionado para iniciar las verificaciones, las cuales se realizan con cálculos manuales, para ello se exportan todos los momentos de las vigas, para las columnas la carga axial y los momentos, para el diseño del cimiento las reacciones en cada elemento, finalmente poder realizar el diseño.

La configuración del diseño en concreto armado consiste en:

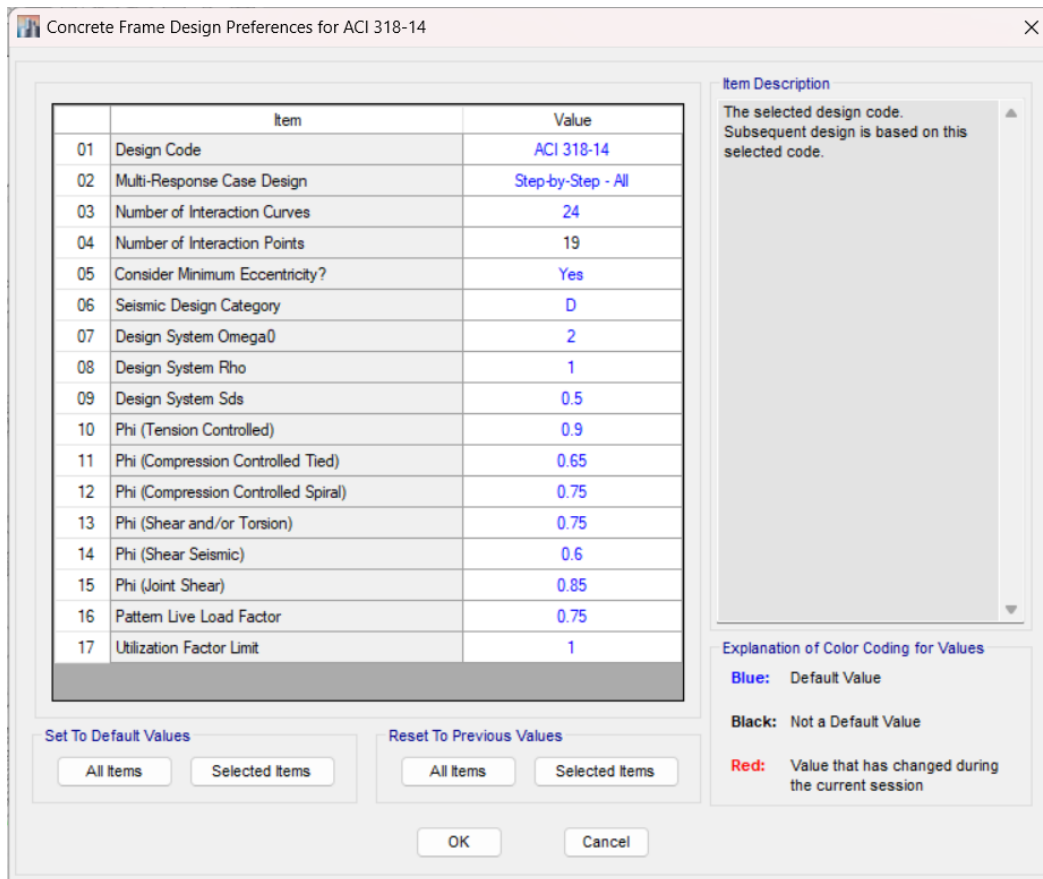


Figura 34. Preferencias del Diseño en Concreto Armado

En estas preferencias se está indicando que se van a usar el ACI 318-14, sin embargo, esta norma es distinta a la norma peruana que usamos, por ello solo es de referencia y dimensionado inicial, luego también se calcula los factores phi, los cuales son los factores para amplificar las fuerzas externas o castigar la resistencia del material.

Para el primer piso tenemos:

Tabla 23. Diseño en Concreto Armado – Piso 1

Piso 1											
M Superior	M Inferior	Cuantia Inicial	Efecto Tension	a economico	Mn Tension	Mn Compresion	Acero Compresion	Efecto Compresion	¿Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior

tonf-m	tonf-m		varillas	cm	tonf-m	tonf-m	cm2	varillas		3/4"	3/4"
0.00090	1.48820	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00090	1.48300	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00080	1.48300	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00050	0.91860	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00020	0.35430	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00020	0.23340	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00050	0.83090	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00080	1.42850	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00090	1.42850	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.00090	1.43400	0.00191	1	1.301	2.369	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3

0.000 90	1.3 47 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	1.3 43 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	1.3 43 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	0.8 75 40	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.4 06 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.0 69 70	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.4 99 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.9 31 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.3 64 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 70	1.3 64 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 70	1.3 67 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 70	1.2 39 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 70	1.2 36 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.2 36 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.8 55 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.4 75 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.1 43 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.4 46 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 70	0.9 19 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	0.9 19 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	0.9 56 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	0.8 98 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 80	0.8 48 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	0.8 48 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	0.5 39 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 30	0.2 31 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.1 66 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 04	0.3 76 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.6 23 70	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.8 70 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	1.1 17 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.1 17 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.1 19 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 20	1.2 36 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.2 33 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.2 33 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.8 58 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 03	0.4 83 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 04	0.1 55 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.4 25 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 93 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 93 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.9 29 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 76 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3



0.000 20	0.8 26 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 26 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.5 21 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.2 17 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 02	0.1 76 40	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 03	0.3 83 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.6 26 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.8 70 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.1 13 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.1 13 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.1 16 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 20	1.2 36 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.2 33 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.2 33 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.8 58 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 04	0.4 83 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.1 55 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.4 25 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 93 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 93 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.9 29 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 30	0.8 76 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 20	0.8 26 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.8 26 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.5 21 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.2 17 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 03	0.1 76 40	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 04	0.3 83 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.6 26 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.8 70 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.1 13 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.1 13 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	1.1 16 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 70	1.2 39 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 70	1.2 36 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.2 36 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.8 55 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.4 75 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.1 43 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.4 46 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 70	0.9 19 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	0.9 19 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	0.9 56 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 80	0.8 98 10	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 80	0.8 48 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	0.8 48 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	0.5 39 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 30	0.2 31 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 10	0.1 66 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 03	0.3 76 80	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.6 23 70	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 40	0.8 70 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	1.1 17 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.1 17 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 60	1.1 19 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 90	1.4 88 20	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	1.4 83 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 80	1.4 83 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	0.9 18 60	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.3 54 30	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 20	0.2 33 40	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 50	0.8 30 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 80	1.4 28 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	1.4 28 50	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	1.4 34 00	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3
0.000 90	1.3 47 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínim o	2	si fluye	2	3

0.000 90	1.3 43 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3
0.000 80	1.3 43 90	0.00 191	1	1.3 01	2.36 9	-2.37	mínimo	2	si fluye	2	3

Para los resultados del segundo piso tenemos:

**Tabla 24. Diseño en concreto armado – Piso 2**

Piso 2											
M Superior	M Inferior	Cuantía Inicial	Efecto Tension	a económico	Mn Tension	Mn Compresion	Acero Compresion	Efecto Compresion	Fluye?	Colocado Superior	Colocado Inferior
tonf-m	tonf-m			cm			cm2			3/4"	3/4"
0.00 1	2.2 27	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluye	2	4
0.00 1	2.2 19	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluye	2	4
0.00 0	2.2 19	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluye	2	4
0.00 0	1.3 48	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluye	2	4
0.00 0	0.4 77	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluye	2	4

0.00 0	0.4 10	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 11	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 12	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 12	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 20	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.0 08	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.0 02	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.0 02	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 22	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.6 41	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.0 41	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4



0.00 0	0.6 87	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 34	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.9 81	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.9 81	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.9 86	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 88	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 82	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 82	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 27	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.5 72	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.1 39	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 82	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 24	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 24	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 81	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 83	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 07	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 07	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.9 43	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 79	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.0 52	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 34	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 43	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 52	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 61	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 61	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 65	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 84	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 78	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 78	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 27	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.5 77	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.1 29	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 66	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 03	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 03	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 61	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 65	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 90	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 90	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.9 29	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 68	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.0 59	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 38	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 44	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 50	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 56	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 56	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 60	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 84	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 78	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 78	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 27	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.5 77	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.1 29	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 66	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 03	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 03	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 61	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 65	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 90	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 90	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.9 29	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 68	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.0 59	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 38	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 44	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 50	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 56	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 56	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 60	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 88	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 82	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.8 82	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 27	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.5 72	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.1 39	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	0.8 82	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 24	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 24	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 81	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 1	1.4 83	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 07	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.4 07	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.9 43	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 79	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.0 52	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 34	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4



0.00 0	0.8 43	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.2 52	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 61	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 61	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.6 65	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 1	2.2 27	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 1	2.2 19	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 19	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	1.3 48	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 77	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	0.4 10	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

0.00 0	1.3 11	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 12	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 12	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.2 20	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 1	2.0 08	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 1	2.0 02	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4
0.00 0	2.0 02	0.00 381	2	2.601	4.63 0	-4.63	mínimo	2	si fluy e	2	4

Dado que las cargas en el tercer piso son menores, se utiliza los resultados del piso 2 para poder estimar las áreas de acero a colocar, se concluye en colocar aceros de 2 en la parte superior y 3 en la parte inferior, los 5 aceros de  $\frac{3}{4}$ , con este diseño se procede a verificar cada una de las columnas del proyecto.

### Revisión de Diseño de Columnas

Para el diseño de las columnas se ha tomado las cargas de momento en ambas direcciones, para luego calcular el volumen de interacción en ambos sentidos, aplicar las cargas que caen sobre este elemento y verificar que se cumple con el diseño en concreto armado, como se puede ver en la siguiente figura.

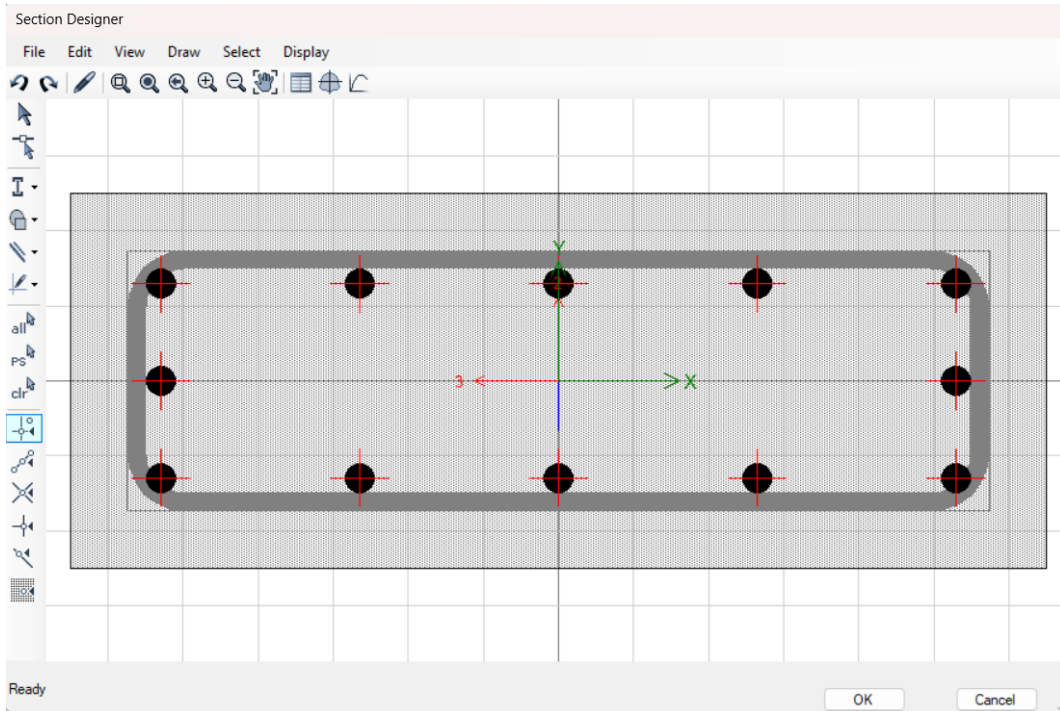


Figura 35. Diseño de columnas

Primero se dibuja la sección de las columnas, donde se coloca aceros de  $\frac{3}{4}$  como valores preliminares, tal como recomienda la selección de aceros en el concreto armado, donde se puede verificar los diagramas de interacción en volúmenes de interacción obteniendo uno para cada dirección, en X e Y se tiene los siguientes volúmenes de interacción.

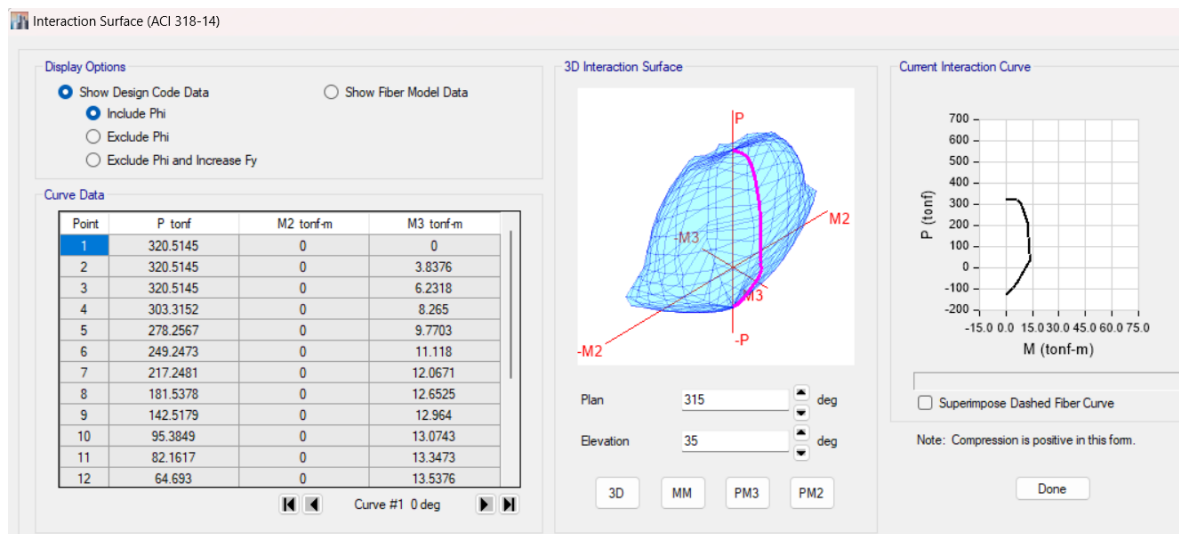


Figura 36. Diagrama de Interacción M1

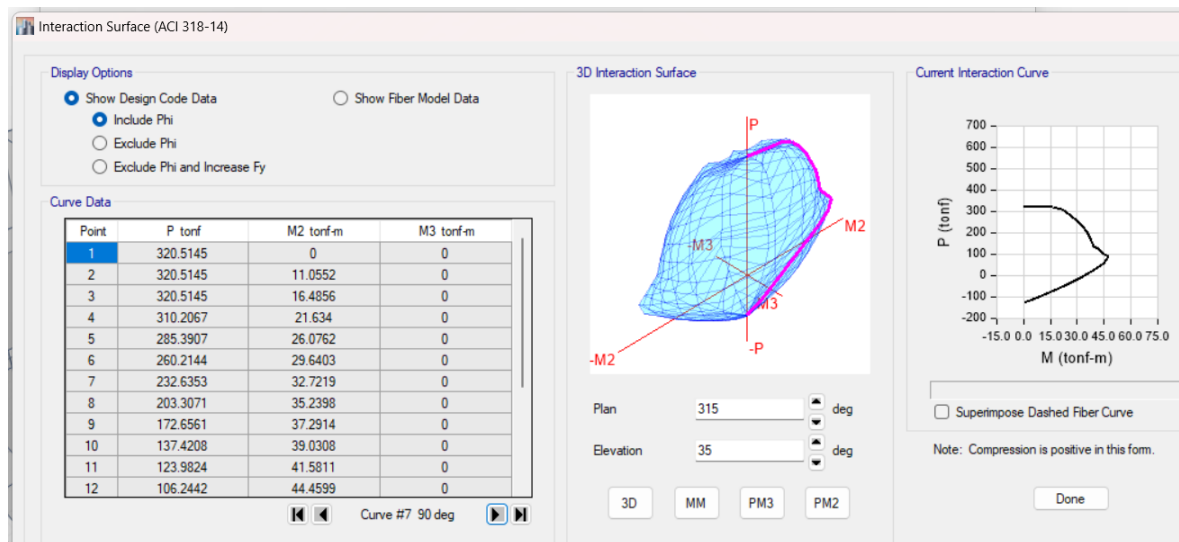


Figura 37. Diagrama de Interacción M2

Los cuales si se les agrega los puntos del diagrama de interacción se encuentran los siguientes gráficos, que reflejan la cantidad de puntos que se encuentran y la capacidad de la sección versus las cargas que caen dentro de cada elemento.

Tabla 25. Combinaciones de cargas

Columnas	Load Case/Combo	P	M2	M3
		tonf	tonf-m	tonf-m
C1	1.4CM+1.7CV	6.3152	0.0172	0.2239
C1	1.25(CM+CV)+CSX	2.5552	0.2046	1.3663
C1	1.25(CM+CV)-CSX	7.1605	0.1783	1.7108
C1	1.25(CM+CV)+CSY	0.6525	5.0118	0.1709
C1	1.25(CM+CV)-CSY	9.0632	4.9854	0.1736
C1	0.9*CM+CSX	1.4282	0.1938	1.5075
C1	0.9*CM-CSX	3.177	0.1891	1.5695
C1	0.9*CM+CSY	3.3309	5.001	0.0297
C1	0.9*CM-CSY	5.0798	4.9963	0.0323
C2	1.4CM+1.7CV	14.1809	0.002	0.0242
C2	1.25(CM+CV)+CSX	11.1956	0.1125	1.7752
C2	1.25(CM+CV)-CSX	10.6211	0.1156	1.7379
C2	1.25(CM+CV)+CSY	7.9446	4.9165	0.0199

C2	$1.25(CM+CV)-CSY$	13.8721	4.9196	0.0174
C2	$0.9*CM+CSX$	2.2507	0.1138	1.7599
C2	$0.9*CM-CSX$	1.6763	0.1143	1.7532
C2	$0.9*CM+CSY$	1.0003	4.9178	0.0046
C2	$0.9*CM-CSY$	4.9273	4.9183	0.0021
C3	$1.4CM+1.7CV$	14.0221	0.0022	0.0212
C3	$1.25(CM+CV)+CSX$	10.8751	0.0368	1.7084
C3	$1.25(CM+CV)-CSX$	10.6973	0.0401	1.741
C3	$1.25(CM+CV)+CSY$	7.8733	4.9239	0.0154
C3	$1.25(CM+CV)-CSY$	13.6991	4.9272	0.0172
C3	$0.9*CM+CSX$	2.0304	0.0382	1.7217
C3	$0.9*CM-CSX$	1.8526	0.0388	1.7276
C3	$0.9*CM+CSY$	0.9714	4.9253	0.002
C3	$0.9*CM-CSY$	4.8544	4.9259	0.0039
C4	$1.4CM+1.7CV$	14.0221	0.0022	0.0212
C4	$1.25(CM+CV)+CSX$	10.6973	0.0401	1.741
C4	$1.25(CM+CV)-CSX$	10.8751	0.0368	1.7084
C4	$1.25(CM+CV)+CSY$	7.8733	4.9239	0.0154
C4	$1.25(CM+CV)-CSY$	13.6991	4.9272	0.0172
C4	$0.9*CM+CSX$	1.8526	0.0388	1.7276
C4	$0.9*CM-CSX$	2.0304	0.0382	1.7217
C4	$0.9*CM+CSY$	0.9714	4.9253	0.002
C4	$0.9*CM-CSY$	4.8544	4.9259	0.0039
C5	$1.4CM+1.7CV$	14.1809	0.002	0.0242
C5	$1.25(CM+CV)+CSX$	10.6211	0.1156	1.7379
C5	$1.25(CM+CV)-CSX$	11.1956	0.1125	1.7752
C5	$1.25(CM+CV)+CSY$	7.9446	4.9165	0.0199
C5	$1.25(CM+CV)-CSY$	13.8721	4.9196	0.0174
C5	$0.9*CM+CSX$	1.6763	0.1143	1.7532
C5	$0.9*CM-CSX$	2.2507	0.1138	1.7599
C5	$0.9*CM+CSY$	1.0003	4.9178	0.0046
C5	$0.9*CM-CSY$	4.9273	4.9183	0.0021

C6	1.4CM+1.7CV	6.3152	0.0172	0.2239
C6	1.25(CM+CV)+CSX	7.1605	0.1783	1.7108
C6	1.25(CM+CV)-CSX	2.5552	0.2046	1.3663
C6	1.25(CM+CV)+CSY	0.6525	5.0118	0.1709
C6	1.25(CM+CV)-CSY	9.0632	4.9854	0.1736
C6	0.9*CM+CSX	3.177	0.1891	1.5695
C6	0.9*CM-CSX	1.4282	0.1938	1.5075
C6	0.9*CM+CSY	3.3309	5.001	0.0297
C6	0.9*CM-CSY	5.0798	4.9963	0.0323
C7	1.4CM+1.7CV	7.7818	0.0424	0.2697
C7	1.25(CM+CV)+CSX	3.8772	0.2215	1.3588
C7	1.25(CM+CV)-CSX	8.0948	0.1562	1.7737
C7	1.25(CM+CV)+CSY	8.9125	4.9478	0.2092
C7	1.25(CM+CV)-CSY	3.0595	4.8825	0.2057
C7	0.9*CM+CSX	1.0313	0.1947	1.5289
C7	0.9*CM-CSX	3.1863	0.1829	1.6036
C7	0.9*CM+CSY	4.004	4.921	0.0391
C7	0.9*CM-CSY	1.849	4.9092	0.0356
C8	1.4CM+1.7CV	17.272	0.0538	0.0295
C8	1.25(CM+CV)+CSX	13.6927	0.1522	1.8147
C8	1.25(CM+CV)-CSX	12.8796	0.0695	1.7693
C8	1.25(CM+CV)+CSY	15.3528	4.8888	0.0211
C8	1.25(CM+CV)-CSY	11.2196	4.8061	0.0243
C8	0.9*CM+CSX	2.798	0.1183	1.7961
C8	0.9*CM-CSX	1.985	0.1034	1.7879
C8	0.9*CM+CSY	4.4581	4.8549	0.0025
C8	0.9*CM-CSY	0.3249	4.84	0.0057
C9	1.4CM+1.7CV	17.0984	0.0535	0.026
C9	1.25(CM+CV)+CSX	13.2713	0.0797	1.7388
C9	1.25(CM+CV)-CSX	13.034	0.0027	1.7788
C9	1.25(CM+CV)+CSY	15.1836	4.8965	0.0209
C9	1.25(CM+CV)-CSY	11.1216	4.8142	0.019

C9	0.9*CM+CSX	2.4861	0.0459	1.7552
C9	0.9*CM-CSX	2.2488	0.0311	1.7624
C9	0.9*CM+CSY	4.3985	4.8628	0.0045
C9	0.9*CM-CSY	0.3364	4.8479	0.0027
C10	1.4CM+1.7CV	17.0984	0.0535	0.026
C10	1.25(CM+CV)+CSX	13.034	0.0027	1.7788
C10	1.25(CM+CV)-CSX	13.2713	0.0797	1.7388
C10	1.25(CM+CV)+CSY	15.1836	4.8965	0.0209
C10	1.25(CM+CV)-CSY	11.1216	4.8142	0.019
C10	0.9*CM+CSX	2.2488	0.0311	1.7624
C10	0.9*CM-CSX	2.4861	0.0459	1.7552
C10	0.9*CM+CSY	4.3985	4.8628	0.0045
C10	0.9*CM-CSY	0.3364	4.8479	0.0027
C11	1.4CM+1.7CV	17.272	0.0538	0.0295
C11	1.25(CM+CV)+CSX	12.8796	0.0695	1.7693
C11	1.25(CM+CV)-CSX	13.6927	0.1522	1.8147
C11	1.25(CM+CV)+CSY	15.3528	4.8888	0.0211
C11	1.25(CM+CV)-CSY	11.2196	4.8061	0.0243
C11	0.9*CM+CSX	1.985	0.1034	1.7879
C11	0.9*CM-CSX	2.798	0.1183	1.7961
C11	0.9*CM+CSY	4.4581	4.8549	0.0025
C11	0.9*CM-CSY	0.3249	4.84	0.0057
C12	1.4CM+1.7CV	7.7818	0.0424	0.2697
C12	1.25(CM+CV)+CSX	8.0948	0.1562	1.7737
C12	1.25(CM+CV)-CSX	3.8772	0.2215	1.3588
C12	1.25(CM+CV)+CSY	8.9125	4.9478	0.2092
C12	1.25(CM+CV)-CSY	3.0595	4.8825	0.2057
C12	0.9*CM+CSX	3.1863	0.1829	1.6036
C12	0.9*CM-CSX	1.0313	0.1947	1.5289
C12	0.9*CM+CSY	4.004	4.921	0.0391
C12	0.9*CM-CSY	1.849	4.9092	0.0356
C13	1.4CM+1.7CV	13.4757	0.0308	0.4515

C13	$1.25(CM+CV)+CSX$	7.4451	0.2308	1.2732
C13	$1.25(CM+CV)-CSX$	13.2867	0.1835	1.9679
C13	$1.25(CM+CV)+CSY$	11.6434	5.4676	0.3467
C13	$1.25(CM+CV)-CSY$	9.0884	5.4203	0.3479
C13	$0.9*CM+CSX$	1.0549	0.2114	1.558
C13	$0.9*CM-CSX$	4.7867	0.2029	1.6831
C13	$0.9*CM+CSY$	3.1433	5.4482	0.0619
C13	$0.9*CM-CSY$	0.5884	5.4397	0.0631
C14	$1.4CM+1.7CV$	13.4757	0.0308	0.4515
C14	$1.25(CM+CV)+CSX$	13.2867	0.1835	1.9679
C14	$1.25(CM+CV)-CSX$	7.4451	0.2308	1.2732
C14	$1.25(CM+CV)+CSY$	11.6434	5.4676	0.3467
C14	$1.25(CM+CV)-CSY$	9.0884	5.4203	0.3479
C14	$0.9*CM+CSX$	4.7867	0.2029	1.6831
C14	$0.9*CM-CSX$	1.0549	0.2114	1.558
C14	$0.9*CM+CSY$	3.1433	5.4482	0.0619
C14	$0.9*CM-CSY$	0.5884	5.4397	0.0631
C15	$1.4CM+1.7CV$	29.9013	0.0819	0.001
C15	$1.25(CM+CV)+CSX$	22.4128	8.5879	0.0285
C15	$1.25(CM+CV)-CSX$	23.5891	8.4619	0.0269
C15	$1.25(CM+CV)+CSY$	23.8983	0.0645	1.2345
C15	$1.25(CM+CV)-CSY$	22.1037	0.0615	1.233
C15	$0.9*CM+CSX$	3.552	8.5362	0.0278
C15	$0.9*CM-CSX$	4.7283	8.5136	0.0275
C15	$0.9*CM+CSY$	5.0375	0.0128	1.2339
C15	$0.9*CM-CSY$	3.2429	0.0099	1.2336
C16	$1.4CM+1.7CV$	29.6347	0.0681	0.0009
C16	$1.25(CM+CV)+CSX$	23.11	8.5134	0.0102
C16	$1.25(CM+CV)-CSX$	22.4818	8.6182	0.0087
C16	$1.25(CM+CV)+CSY$	23.679	0.052	1.2464
C16	$1.25(CM+CV)-CSY$	21.9128	0.0528	1.2449
C16	$0.9*CM+CSX$	4.4174	8.5564	0.0096



C16	0.9*CM-CSX	3.7891	8.5752	0.0093
C16	0.9*CM+CSY	4.9864	0.009	1.2458
C16	0.9*CM-CSY	3.2201	0.0098	1.2455
C17	1.4CM+1.7CV	29.6347	0.0681	0.0009
C17	1.25(CM+CV)+CSX	22.4818	8.6182	0.0087
C17	1.25(CM+CV)-CSX	23.11	8.5134	0.0102
C17	1.25(CM+CV)+CSY	23.679	0.052	1.2464
C17	1.25(CM+CV)-CSY	21.9128	0.0528	1.2449
C17	0.9*CM+CSX	3.7891	8.5752	0.0093
C17	0.9*CM-CSX	4.4174	8.5564	0.0096
C17	0.9*CM+CSY	4.9864	0.009	1.2458
C17	0.9*CM-CSY	3.2201	0.0098	1.2455
C18	1.4CM+1.7CV	29.9013	0.0819	0.001
C18	1.25(CM+CV)+CSX	23.5891	8.4619	0.0269
C18	1.25(CM+CV)-CSX	22.4128	8.5879	0.0285
C18	1.25(CM+CV)+CSY	23.8983	0.0645	1.2345
C18	1.25(CM+CV)-CSY	22.1037	0.0615	1.233
C18	0.9*CM+CSX	4.7283	8.5136	0.0275
C18	0.9*CM-CSX	3.552	8.5362	0.0278
C18	0.9*CM+CSY	5.0375	0.0128	1.2339
C18	0.9*CM-CSY	3.2429	0.0099	1.2336

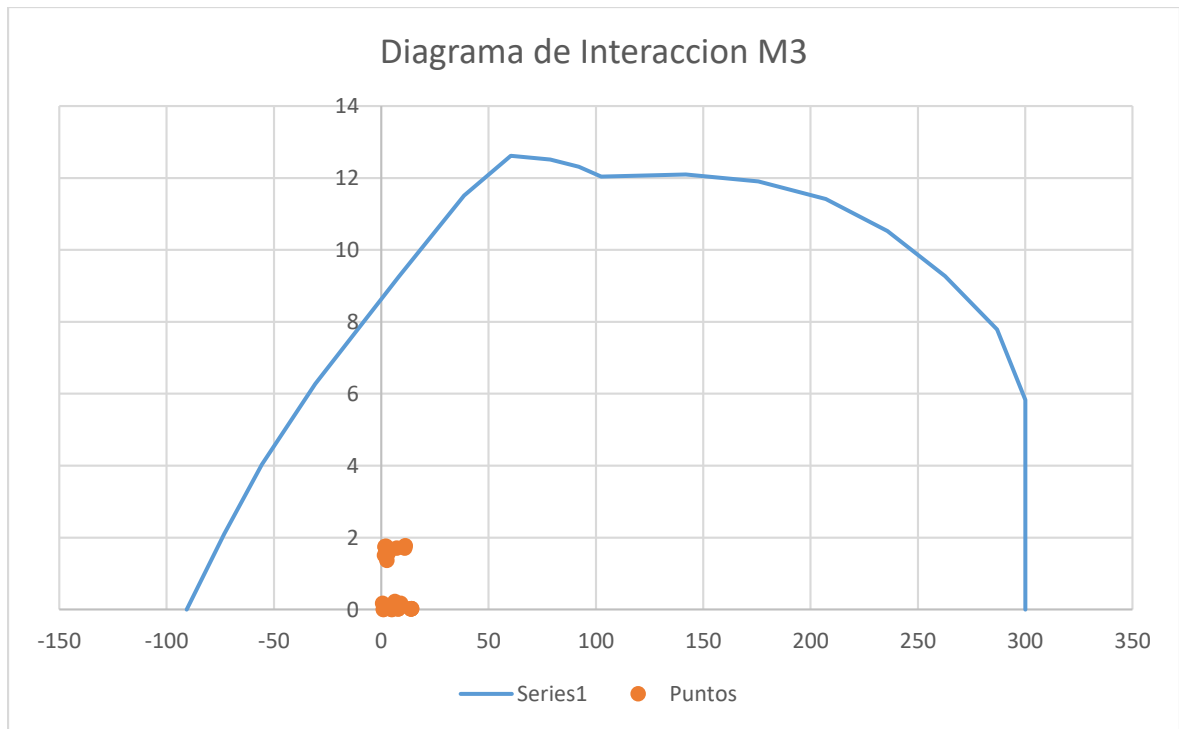


Figura 38. Diagrama de interacción M3

Tabla 26. Diagrama de interacción M3

Diagrama M3		
P tonf	M2 ton-m	M3 ton-m
300.0906	0	0
300.0906	0	3.4939
300.0906	0	5.826
286.8547	0	7.7906
262.7116	0	9.2674
235.7922	0	10.5234
207.177	0	11.411
175.645	0	11.9068
141.8542	0	12.0983
102.487	0	12.0373
92.0703	0	12.31
78.7441	0	12.515
60.3776	0	12.6158
38.6372	0	11.5142

8.2389	0	9.2661
-30.7137	0	6.2737
-55.5865	0	4.037
-73.1532	0	2.1072
-90.7198	0	0

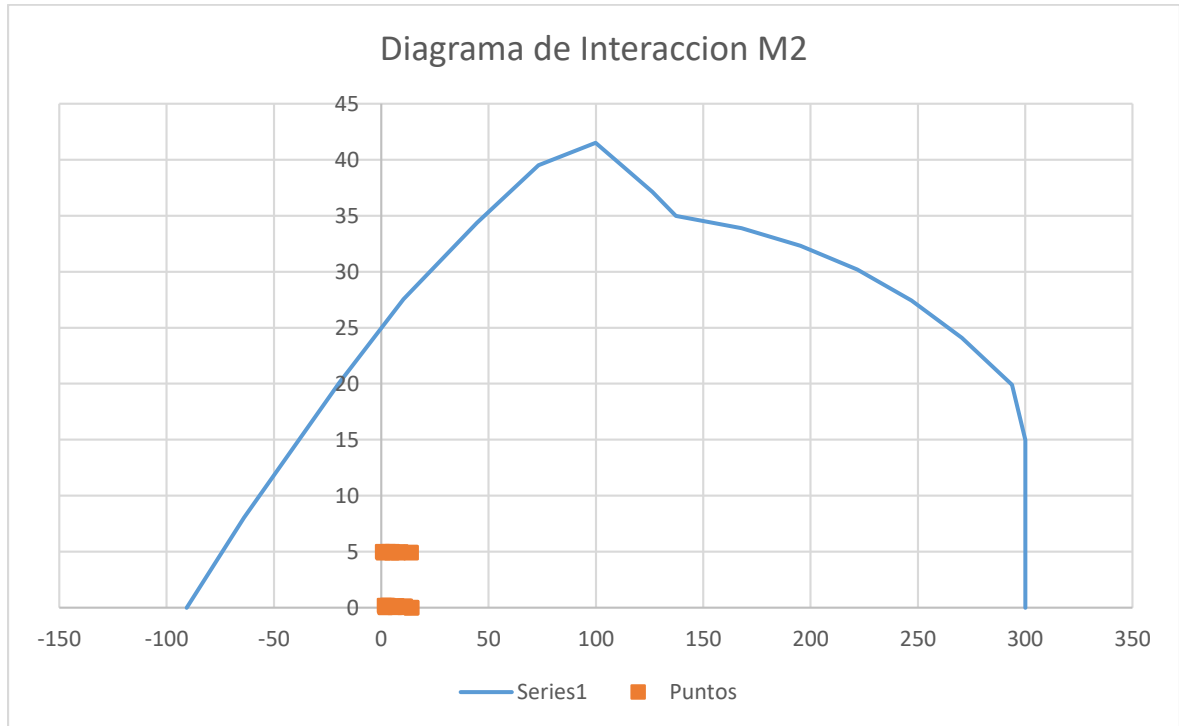


Figura 39. Diagrama de interacción M2

**Tabla 27.** Diagrama de interacción M2

Diagrama M2		
P tonf	M2 ton-m	M3 ton-m
300.0906	0	0
300.0906	9.6005	0
300.0906	14.9653	0
293.848	19.8954	0
270.5623	24.0934	0
247.0049	27.4314	0
221.7598	30.1923	0
195.2904	32.3183	0

167.9022	33.8778	0
137.3067	34.9789	0
126.3483	37.1144	0
112.3716	39.4364	0
99.9053	41.512	0
73.3056	39.5003	0
44.5001	34.3632	0
10.4236	27.5475	0
-19.7479	20.0474	0
-63.9326	8.0334	0
-90.7198	0	0

Donde cada uno de los puntos del diagrama de interacción o volumen de interacción cae dentro del volumen, lo cual es correcto y ayuda a poder realizar los cálculos, dejando a la columna con 12 aceros de 5/8.

### **Revisión de Diseño de Losas**

Para el diseño de las losas es necesario realizar una exportación de todas las cargas de gravedad, para que se pueda proponer el diseño en acero.

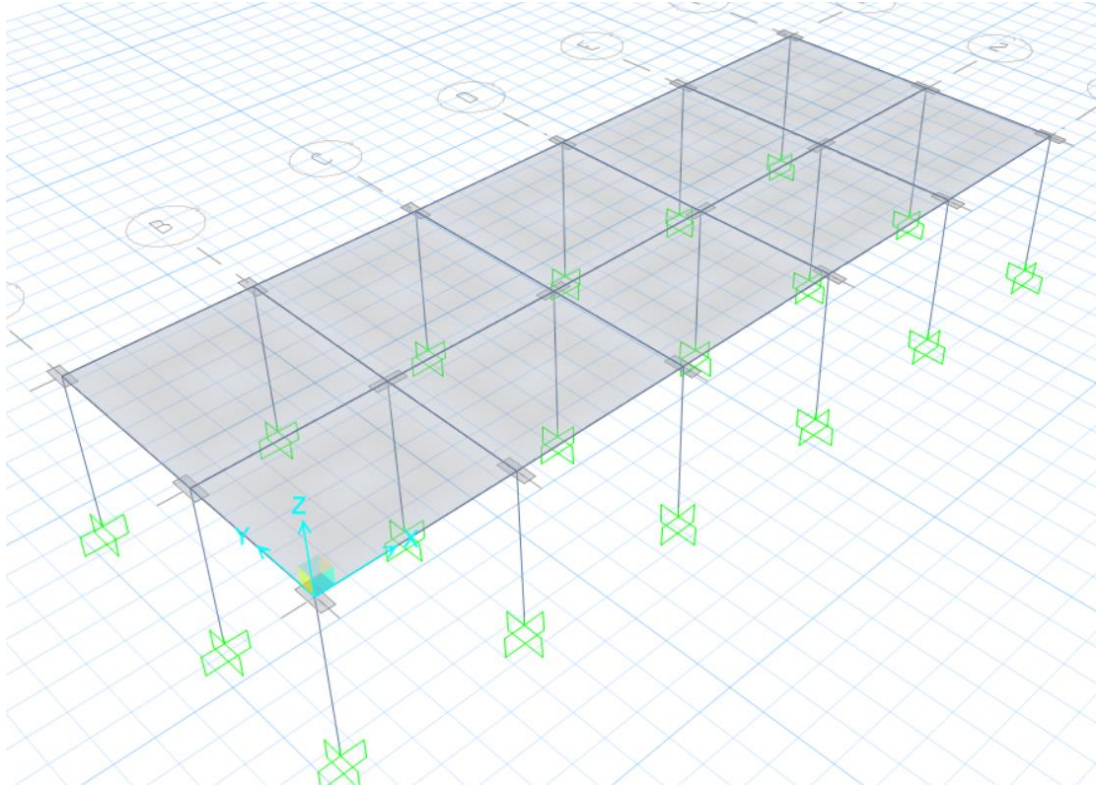


Figura 40. Diseño de Losa

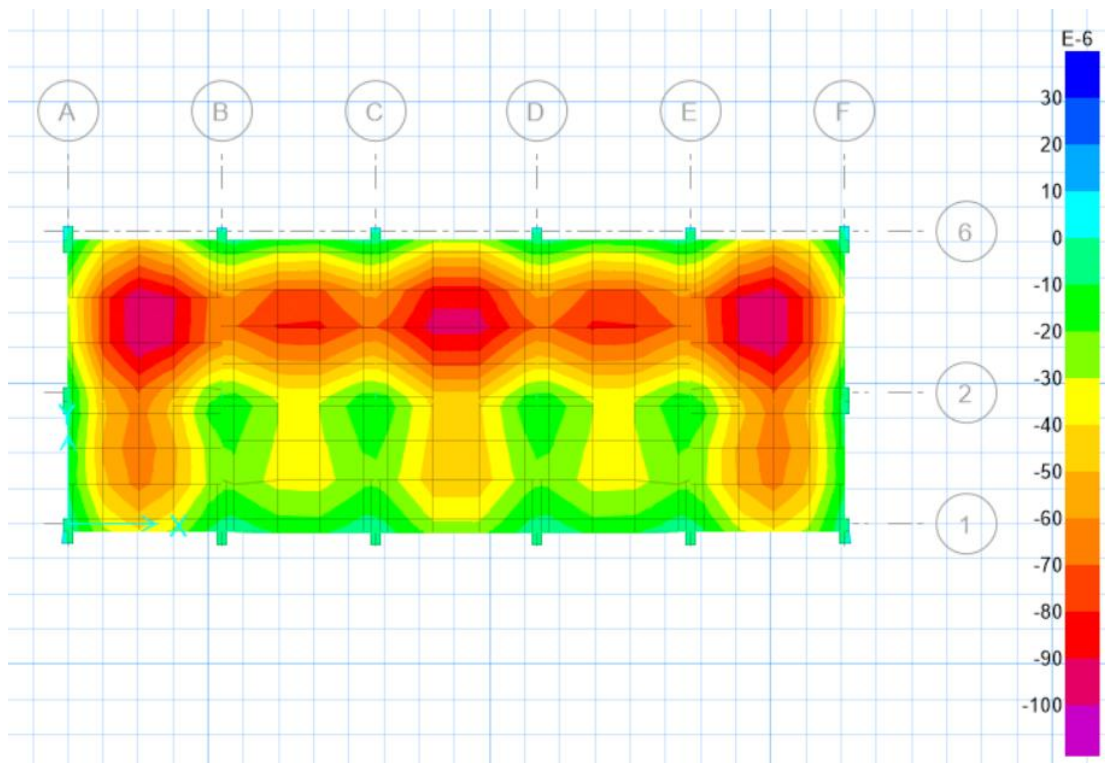


Figura 41. Momentos Flectores M1

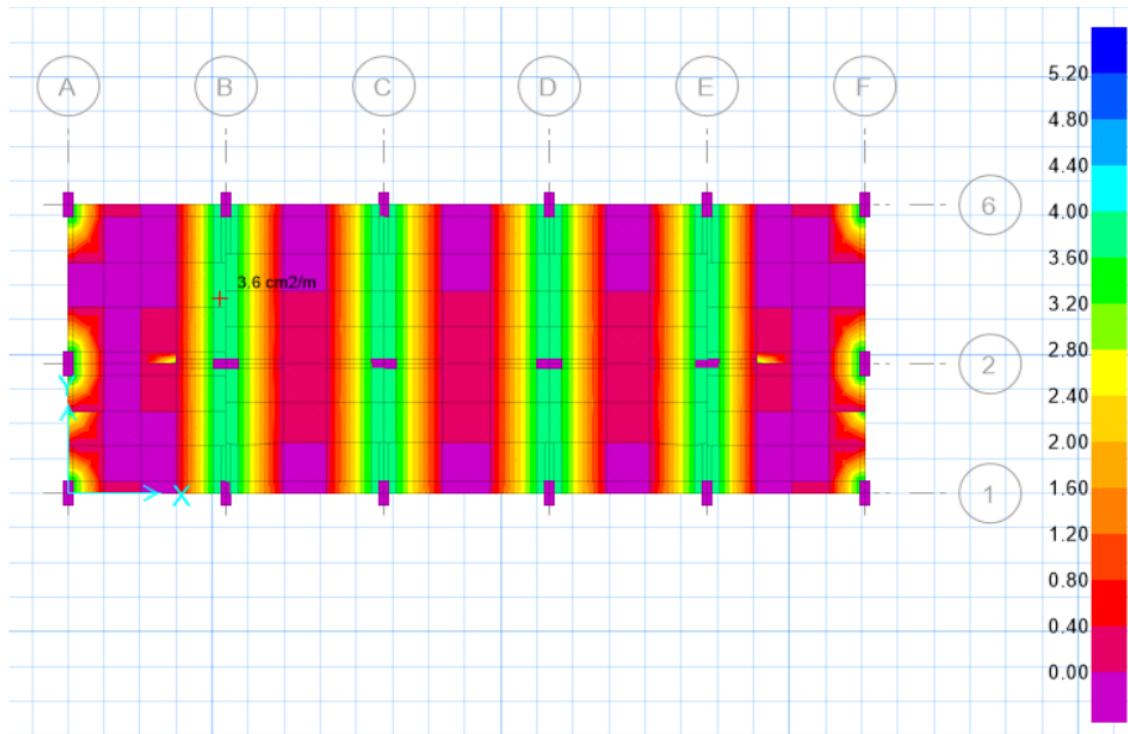


Figura 42. Diseño en Acero de losas 1

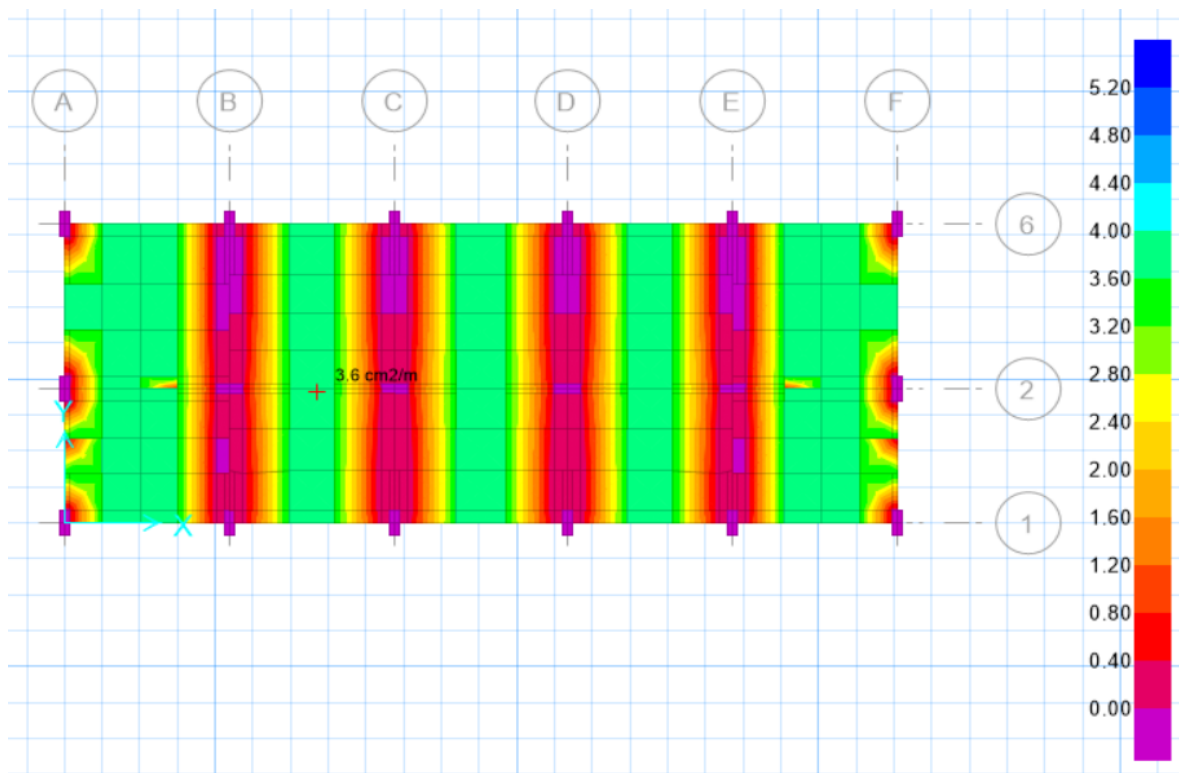


Figura 43. Diseño en Acero de losas 2

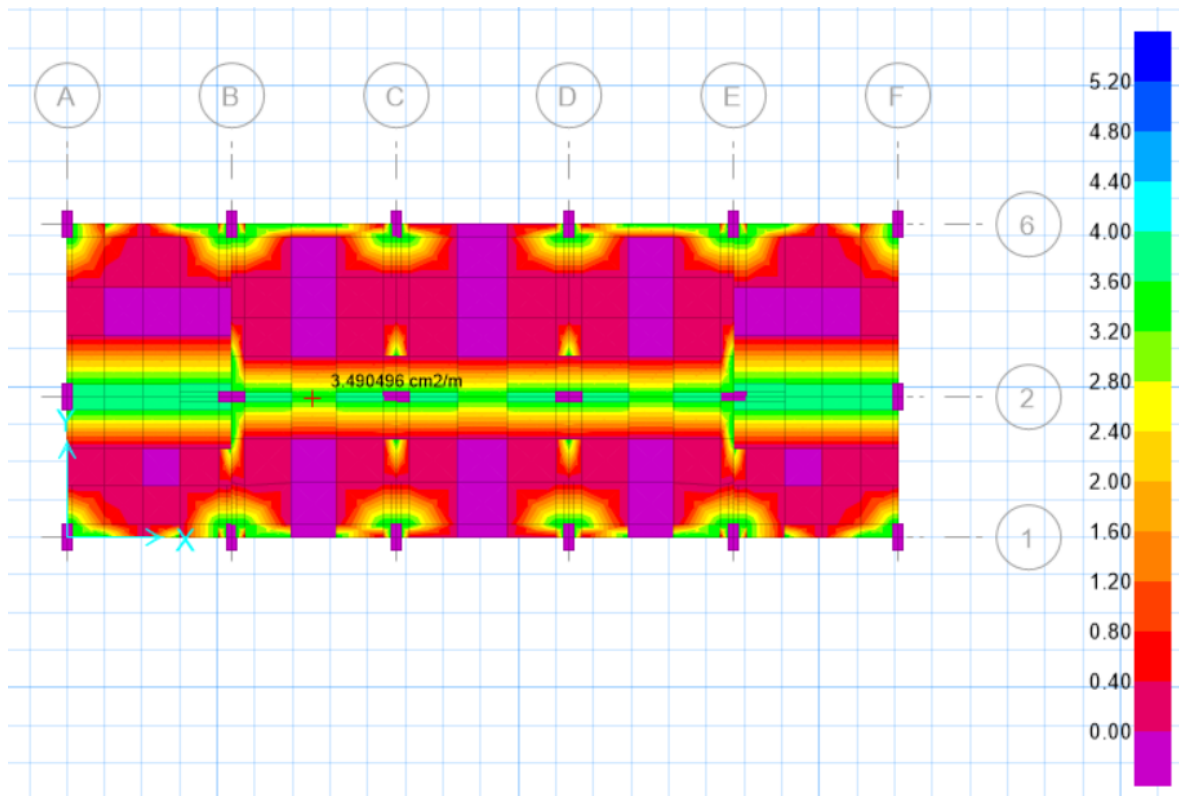


Figura 44. Diseño en Acero de losas 3

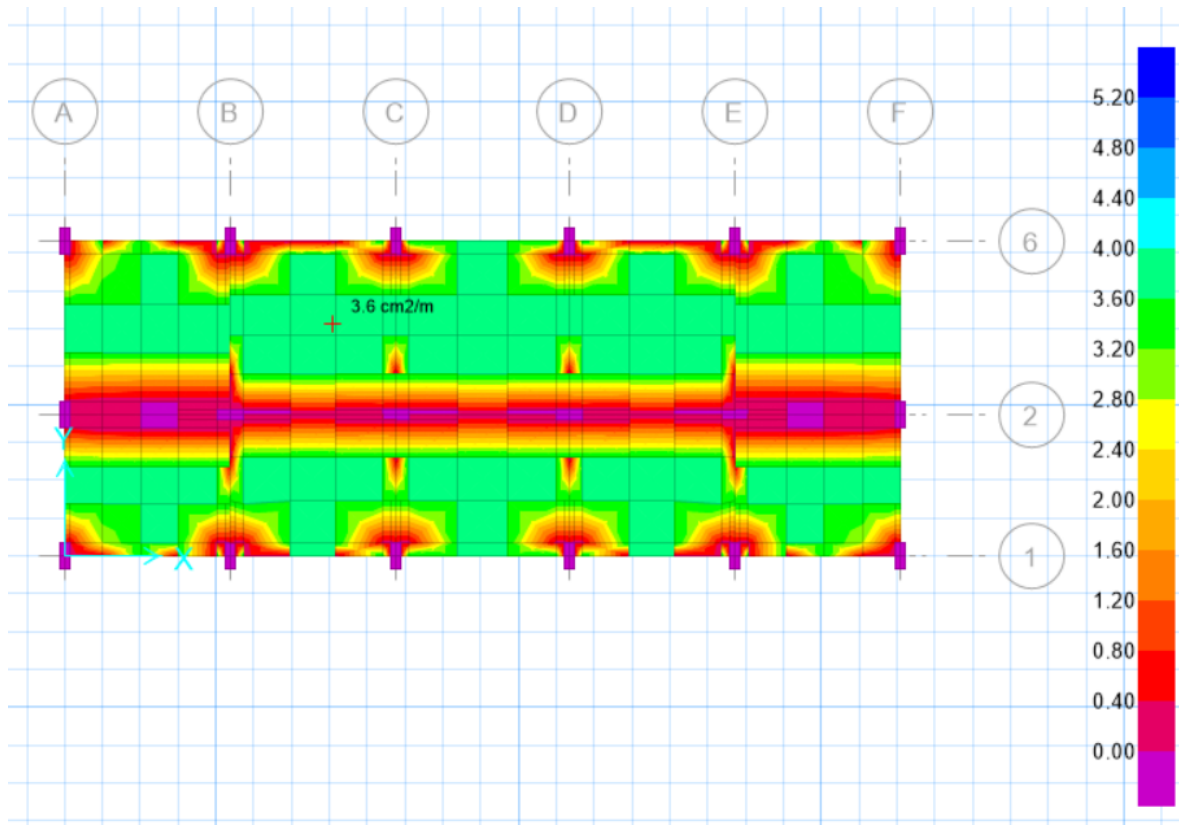


Figura 45. Diseño en Acero de losas 3

Se puede ver los momentos flectores de la losa en ambas direcciones, los cuales también han sido verificados para el cortante y otros efectos.

Para el diseño en acero se ha obtenido un valor de  $3/8$  en cada nervadura del proyecto, con lo cual se tiene el diseño de la losa completo

### Revisión de Diseño de Cimiento

Para el diseño del cimiento se realizar una importación del modelo del cimiento, con el cual se realiza el diseño de toda la estructura, considerando las cargas que caen en cada uno de los nodos de la súper estructura, viendo que estos elementos tienen componentes de cargas verticales y direccionales en X e Y.

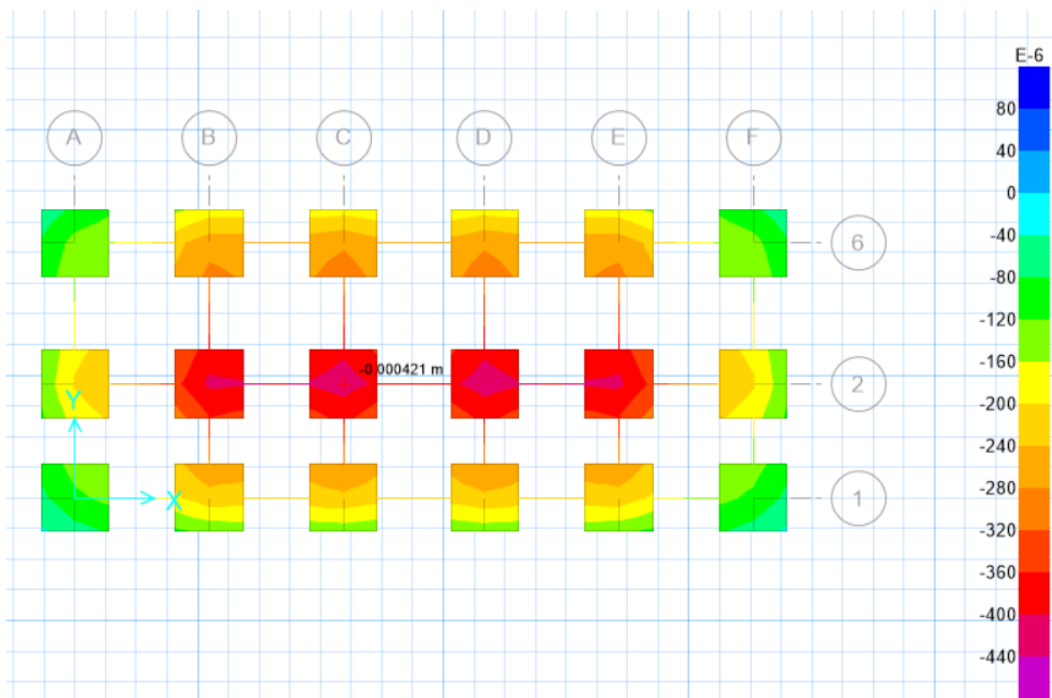


Figura 46. Deformación de cimiento

En cada una de las imágenes se puede ver como los esfuerzos se reparten en la dirección de estudio, considerando que en la zona central la distribución de esfuerzos es más uniforme; en los costados se tiene más problemas de concentración en los bordes opuestos a los bordes de las caras de las zapatas.



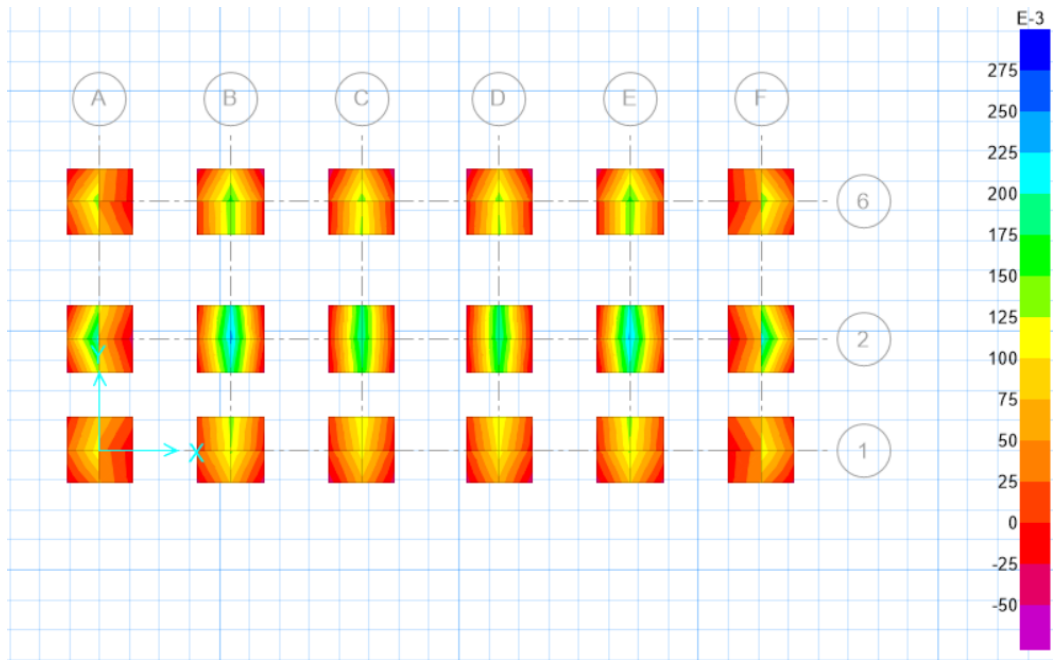


Figura 47. Fuerzas en la base M11 Sup

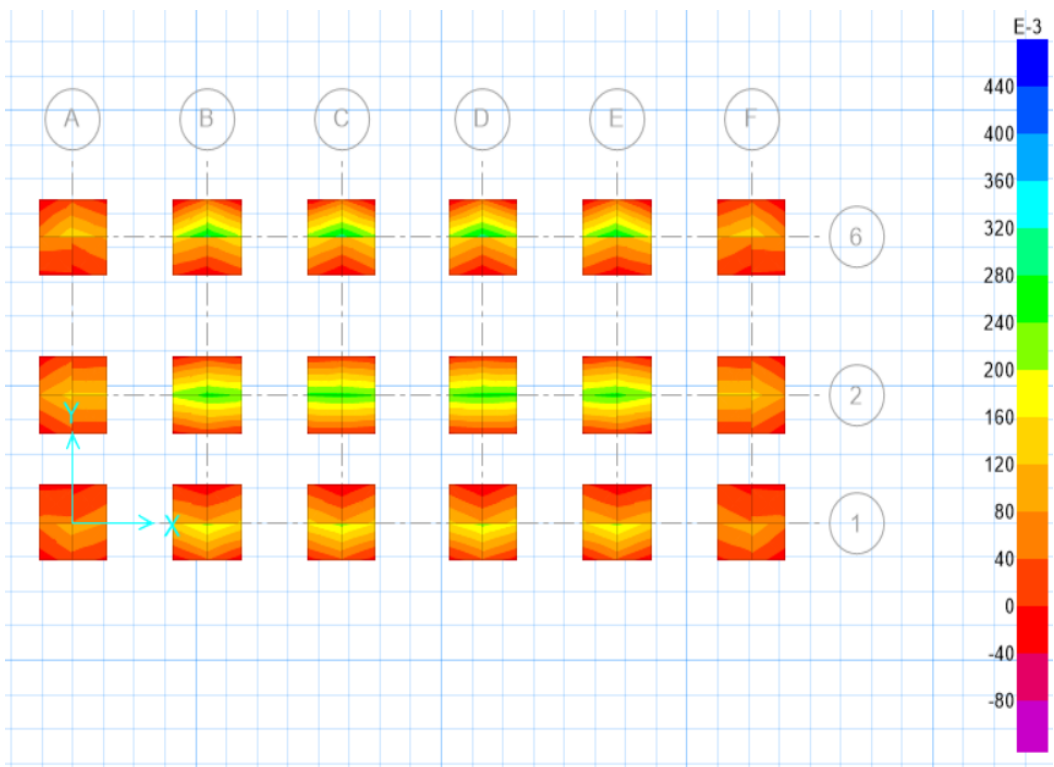


Figura 48. Fuerzas en la base M11 Inf

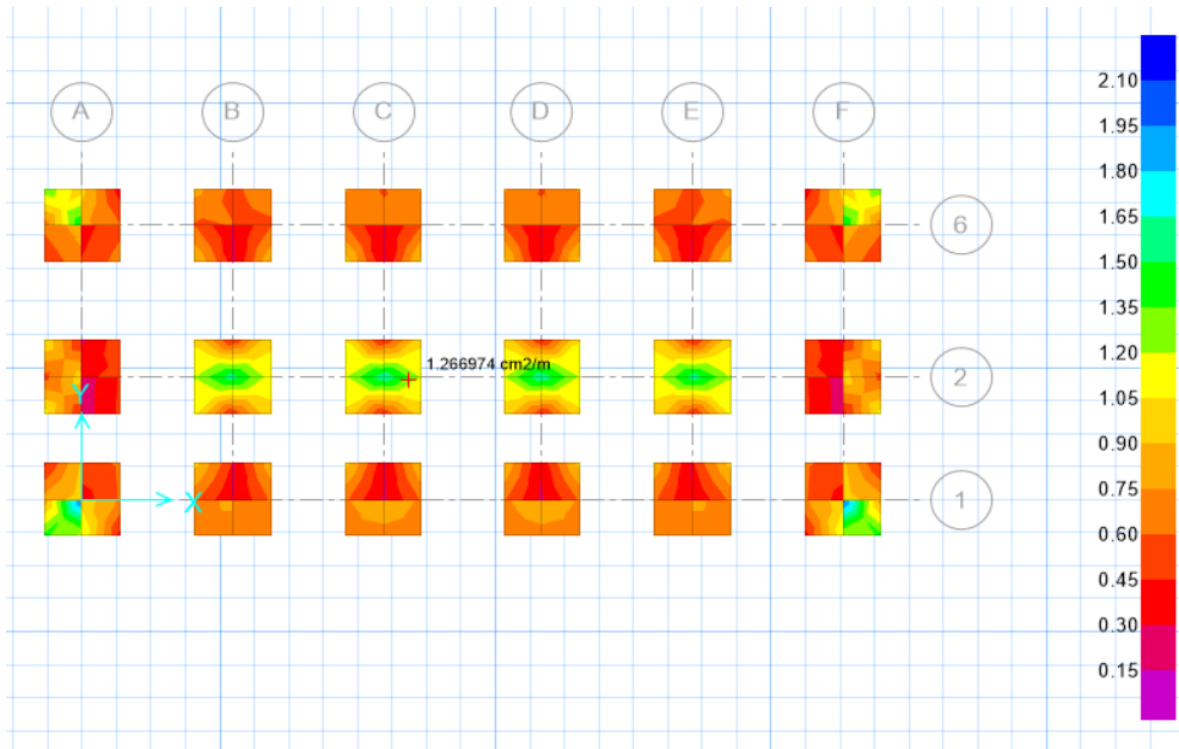


Figura 49. Cantidad de acero en concreto

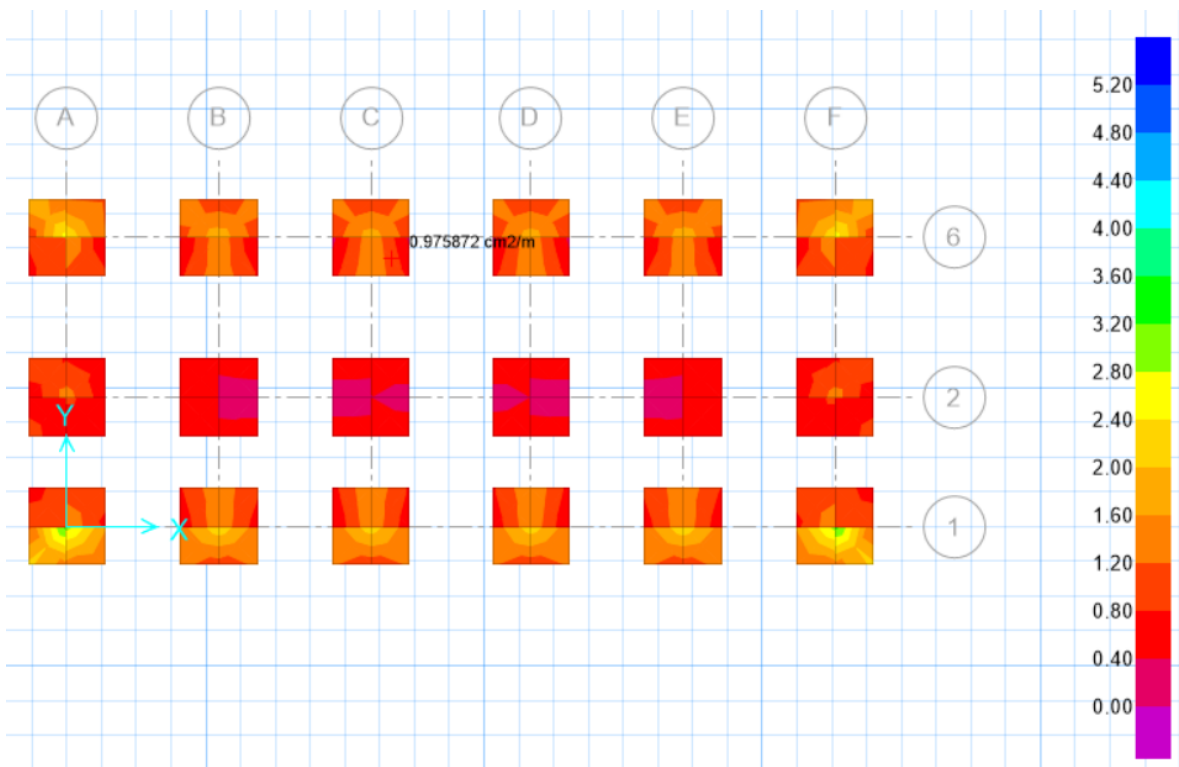


Figura 50. Cantidad de acero en las zapatas

En base a la capacidad portante se propone zapatas de 2.5 x 2.5, obteniendo los siguientes resultados, que cumplen con la capacidad portante del suelo.

**Tabla 28.** Dimensiones de Cimiento

Columna	Dim X	Dim Y	ex	ey	hz
	m	m	m	mm	m
C1	2.5	2.5	0	0	0.5
C3	2.5	2.5	0	0	0.5
C4	2.5	2.5	0	0	0.5
C5	2.5	2.5	0	0	0.5
C6	2.5	2.5	0	0	0.5
C8	2.5	2.5	0	0	0.5
C10	2.5	2.5	0	0	0.5
C11	2.5	2.5	0	0	0.5
C12	2.5	2.5	0	0	0.5
C13	2.5	2.5	0	0	0.5
C14	2.5	2.5	0	0	0.5
C15	2.5	2.5	0	0	0.5
C18	2.5	2.5	0	0	0.5
C19	2.5	2.5	0	0	0.5
C20	2.5	2.5	0	0	0.5
C21	2.5	2.5	0	0	0.5
C22	2.5	2.5	0	0	0.5
C23	2.5	2.5	0	0	0.5
C25	2.5	2.5	0	0	0.5
C27	2.5	2.5	0	0	0.5
C28	2.5	2.5	0	0	0.5
C29	2.5	2.5	0	0	0.5
C30	2.5	2.5	0	0	0.5
C32	2.5	2.5	0	0	0.5
C2	2.5	2.5	0	0	0.5

C7	2.5	2.5	0	<b>0</b>	0.5
----	-----	-----	---	----------	-----

**Tabla 29.** Cargas muertas, vivas y sísmicas en el cimiento

Carga Muerta			Carga Viva			Sismo X			Sismo Y		
P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3	P	M2	M3
tonf	tonf-m	tonf-m	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf	tonf-m	tonf-m
31.05	0.77	0.68	9.70	0.24	0.21	11.75	0.62	13.66	13.55	11.43	0.61
53.59	0.73	1.40	16.75	0.23	0.44	9.63	0.76	14.49	26.56	13.54	0.28
67.36	0.05	1.43	21.05	0.02	0.45	12.46	0.66	14.95	0.11	12.04	0.06
65.18	0.07	1.47	20.37	0.02	0.46	12.95	0.67	15.41	0.84	12.11	0.14
52.35	0.43	1.49	16.36	0.14	0.47	13.91	0.72	15.81	25.47	13.60	0.35
29.19	0.60	0.87	9.12	0.19	0.27	18.41	0.67	17.31	14.84	11.55	0.69
128.20	0.03	0.45	40.06	0.01	0.14	5.65	0.17	15.14	1.12	12.43	0.29
127.98	0.31	0.06	39.99	0.10	0.02	0.42	0.20	16.01	1.54	12.35	0.31
132.46	0.03	0.03	41.39	0.01	0.01	0.45	0.20	16.51	0.01	12.28	0.07
128.07	0.25	0.01	40.02	0.08	0.00	0.45	0.20	17.01	1.08	12.34	0.15
123.64	0.04	0.05	38.64	0.01	0.02	0.46	0.20	17.48	0.54	12.42	0.38
130.79	0.16	0.27	40.87	0.05	0.08	8.02	0.53	17.48	4.94	12.12	0.35
133.86	0.35	0.26	41.83	0.11	0.08	6.79	0.01	15.11	4.88	12.32	0.68

127.9 2	0.29	0.06	39.9 8	0.09	0.02	0.50	0.27	16.01	1.63	12.56	0.26
132.4 6	0.01	0.02	41.3 9	0.00	0.01	0.45	0.26	16.51	0.01	12.48	0.07
128.0 6	0.29	0.02	40.0 2	0.09	0.01	0.44	0.27	17.01	1.09	12.54	0.15
123.6 9	0.01	0.05	38.6 5	0.00	0.02	0.38	0.27	17.48	0.48	12.61	0.33
125.4 7	0.17	0.44	39.2 1	0.05	0.14	6.66	0.32	17.51	0.05	12.68	0.75
30.56	0.72	0.88	9.55	0.22	0.28	16.2 0	0.67	14.18	12.6 9	12.06	0.68
54.46	0.61	1.50	17.0 2	0.19	0.47	9.38	0.84	14.49	28.5 0	14.22	0.23
67.46	0.05	1.47	21.0 8	0.02	0.46	12.4 6	0.73	14.95	0.03	12.65	0.06
65.09	0.17	1.44	20.3 4	0.05	0.45	12.9 6	0.73	15.41	1.20	12.72	0.14
51.54	0.56	1.40	16.1 0	0.17	0.44	14.1 5	0.80	15.81	27.5 4	14.28	0.30
29.71	0.66	0.69	9.29	0.21	0.21	12.8 3	0.71	16.68	14.2 3	12.09	0.70
46.60	1.28	0.71	14.5 6	0.40	0.22	50.7 5	0.29	20.96	7.38	11.47	0.89
48.73	1.48	0.72	15.2 3	0.46	0.23	40.8 2	0.15	17.15	11.1 2	11.23	0.77

**Tabla 30.** Dimensionado estático y dinámico en X e Y

Dimensionado Estático X y Y												
P	M2	e2	L/6 X	Esfuer zo	Terre no	¿Pas a?	M3	e3	L/6 Y	Esfuer zo	Terre no	¿Pas a?
tonf	ton f-m	m	m	tonf/m 2	tonf/ m2		ton f-m	m	m	tonf/m 2	tonf/ m2	

48.2 5	1.0 1	0.0 2	0.4 2	8.11	30.00	si pasa	0.8 9	0.0 2	0.4 2	8.06	30.00	si pasa
77.8 4	0.9 5	0.0 1	0.4 2	12.82	30.00	si pasa	1.8 3	0.0 2	0.4 2	13.16	30.00	si pasa
95.9 1	0.0 7	0.0 0	0.4 2	15.37	30.00	si pasa	1.8 8	0.0 2	0.4 2	16.07	30.00	si pasa
93.0 5	0.0 9	0.0 0	0.4 2	14.92	30.00	si pasa	1.9 2	0.0 2	0.4 2	15.63	30.00	si pasa
76.2 1	0.5 7	0.0 1	0.4 2	12.41	30.00	si pasa	1.9 6	0.0 3	0.4 2	12.95	30.00	si pasa
45.8 1	0.7 9	0.0 2	0.4 2	7.63	30.00	si pasa	1.1 4	0.0 2	0.4 2	7.77	30.00	si pasa
175. 76	0.0 3	0.0 0	0.4 2	28.13	30.00	si pasa	0.5 9	0.0 0	0.4 2	28.35	30.00	si pasa
175. 48	0.4 1	0.0 0	0.4 2	28.23	30.00	si pasa	0.0 7	0.0 0	0.4 2	28.11	30.00	si pasa
181. 36	0.0 4	0.0 0	0.4 2	29.03	30.00	si pasa	0.0 3	0.0 0	0.4 2	29.03	30.00	si pasa
175. 59	0.3 3	0.0 0	0.4 2	28.22	30.00	si pasa	0.0 1	0.0 0	0.4 2	28.10	30.00	si pasa
169. 77	0.0 5	0.0 0	0.4 2	27.18	30.00	si pasa	0.0 7	0.0 0	0.4 2	27.19	30.00	si pasa
179. 16	0.2 1	0.0 0	0.4 2	28.75	30.00	si pasa	0.3 5	0.0 0	0.4 2	28.80	30.00	si pasa
183. 19	0.4 6	0.0 0	0.4 2	29.49	30.00	si pasa	0.3 4	0.0 0	0.4 2	29.44	30.00	si pasa
175. 40	0.3 8	0.0 0	0.4 2	28.21	30.00	si pasa	0.0 8	0.0 0	0.4 2	28.10	30.00	si pasa
181. 35	0.0 1	0.0 0	0.4 2	29.02	30.00	si pasa	0.0 3	0.0 0	0.4 2	29.03	30.00	si pasa
175. 58	0.3 8	0.0 0	0.4 2	28.24	30.00	si pasa	0.0 3	0.0 0	0.4 2	28.10	30.00	si pasa

169.84	0.01	0.00	0.42	27.18	30.00	si pasa	0.06	0.00	0.42	27.20	30.00	si pasa
172.18	0.23	0.00	0.42	27.64	30.00	si pasa	0.57	0.00	0.42	27.77	30.00	si pasa
47.62	0.94	0.02	0.42	7.98	30.00	si pasa	1.16	0.02	0.42	8.06	30.00	si pasa
78.98	0.79	0.01	0.42	12.94	30.00	si pasa	1.97	0.02	0.42	13.39	30.00	si pasa
96.04	0.07	0.00	0.42	15.39	30.00	si pasa	1.93	0.02	0.42	16.11	30.00	si pasa
92.92	0.23	0.00	0.42	14.95	30.00	si pasa	1.89	0.02	0.42	15.59	30.00	si pasa
75.14	0.73	0.01	0.42	12.30	30.00	si pasa	1.84	0.02	0.42	12.73	30.00	si pasa
46.50	0.87	0.02	0.42	7.77	30.00	si pasa	0.90	0.02	0.42	7.79	30.00	si pasa
68.67	1.68	0.02	0.42	11.63	30.00	si pasa	0.93	0.01	0.42	11.34	30.00	si pasa
71.46	1.94	0.03	0.42	12.18	30.00	si pasa	0.95	0.01	0.42	11.80	30.00	si pasa

Finalizando el diseño con áreas de acero de 5/8 @ 0.20 en cada una de las direcciones del proyecto, las cuales cumplen con el diseño existente.

### **Análisis Pushover**

Para el análisis pushover se ha considerado la carga lateral monotónica, la cual ha definido una curva lateral de desplazamiento de la fuerza lateral vs las deformaciones en el último piso, también se ha considerado los efectos de deformación que cada punto ha alcanzado, lo cual puede verse en la siguiente tabla, donde se muestra el desplazamiento en X e Y, con los niveles de formación alcanzados.

**Tabla 31. Puntos de Curva de Capacidad en X**

Curva de Capacidad X			
Punto	Deformación (m)	Cortante (tonf.)	Límite N°
1	0.01027	36.309	IO
2	0.02215	67.294	IO
3	0.0288	75.838	IO
4	0.06216	99.29	LS
5	0.07514	104.165	LS
6	0.1351	118.2	LS
7	0.1446	119.49	CP
8	0.1555	120.24	CP
9			

**Tabla 32. Puntos de Curva de Capacidad en Y**

Curva de Capacidad Y			
Punto	Deformación (m)	Cortante (tonf.)	Límite N°
1	0.01191	61.637	IO
2	0.02152	76.38	IO
3	0.0606	110.25	LS
4	0.1058	146.455	LS
5	0.1476	154.223	CP
6			
7			
8			
9			

En ambos casos se puede ver que el nivel de deformación máxima ha logrado un nivel de prevención de colapso, lo cual es bastante deformación, sin embargo, este nivel no se ha alcanzado usando el sismo de diseño, lo cual se explicara en las secciones siguientes, es por ello que se propone realizar un análisis también



de los límites de deformación para los materiales, los cuales se rigen en base a las siguientes tablas.

**Tabla 33.** *Puntos Esfuerzo Deformación Concreto*

Curva Esfuerzo Deformación Concreto			
Punto	Strain	Esfuerzo (tonf/m2)	Límite N°
1	-0.008333	-2801.13	IO
2	-0.006016	-3213.17	IO
3	-0.003699	-3500	IO
4	-0.002573	-3324.99	LS
5	-0.001448	-2524.72	LS
6	-0.000322	-700	LS
7	0	0	CP
8	0.000221	480.31	CP
9	0.002431	0	CP

**Tabla 34.** *Puntos Esfuerzo Deformación Acero*

Curva Esfuerzo Deformación Acero			
Punto	Strain	Esfuerzo (tonf/m2)	Límite N°
1	-0.09	-63000	IO
2	-0.045556	-56000	IO
3	-0.018889	-49000	LS
4	-0.00206	-42000	LS
5	0	0	CP
6	0.00206	42000	IO
7	0.018889	49000	LS
8	0.045556	56000	LS
9	0.09	63000	CP

Con estos niveles de deformación es que se ha propuesto el análisis de los materiales del proyecto, también se ha realizado un control de las fuerzas de los elementos, los cuales deben de seguir un nivel de deformación especial.

### Curva de Desempeño Sísmico

El nivel de deformación se puede ver graficado en la curva de esfuerzo deformación de la estructura, o fuerza versus desplazamiento en el último nivel, en las siguientes imágenes se puede ver la curva de capacidad estructural en X y en Y.

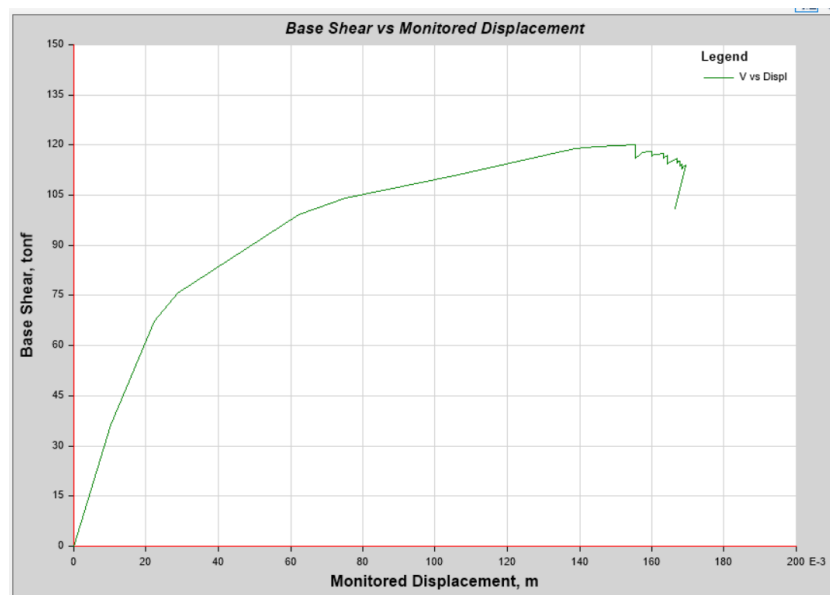


Figura 51. Curva de Pushover en X

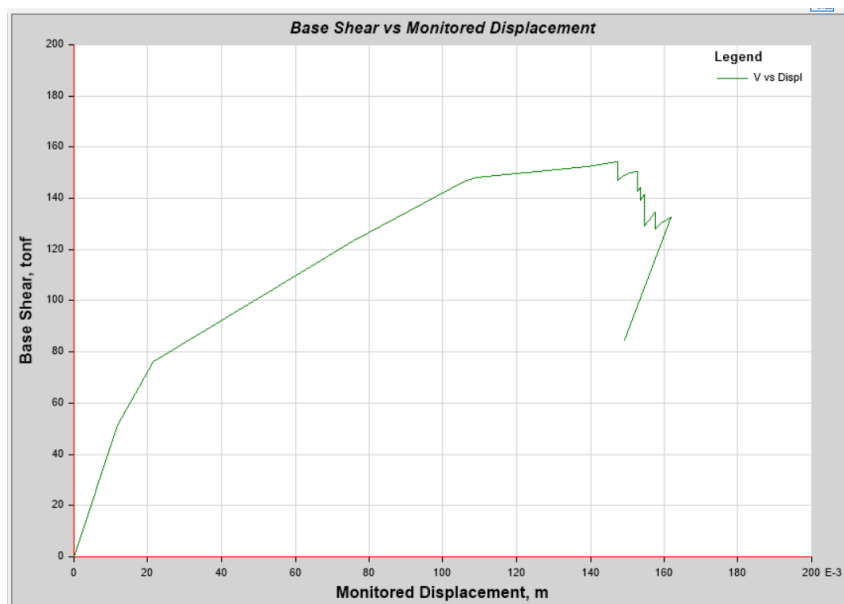


Figura 52. Curva de Pushover en Y

Los niveles de deformación se obtienen al realizar la intersección de la deformación con el nivel de demanda sísmica que representa un espectro sísmico en X e Y.

### Nivel de Desempeño Sísmico

Se ha realizado 2 verificaciones, la primera se realiza con el método del FEMA y el segundo con el método del ATC, obteniendo puntos de desempeño similares para ambos casos, considerando que este punto es iterativo y que cada uno de los puntos de desempeño está marcado por la línea roja de la siguiente imagen:

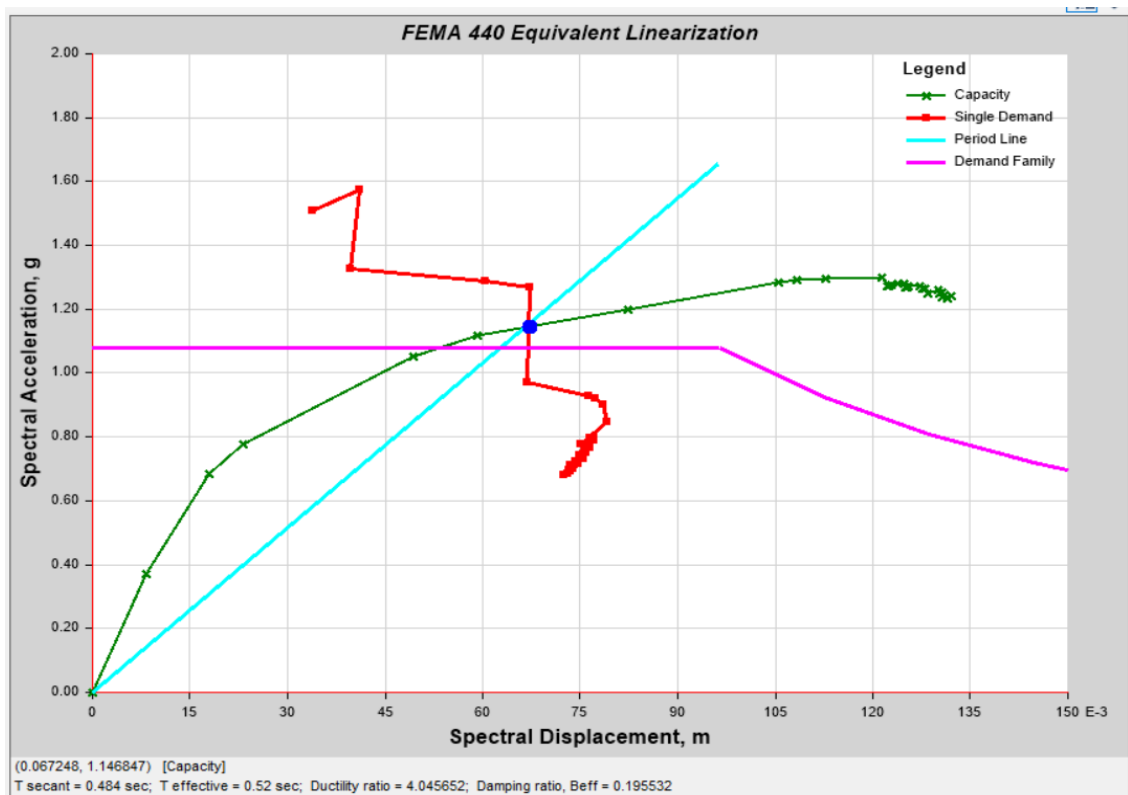


Figura 53. Desempeño en X

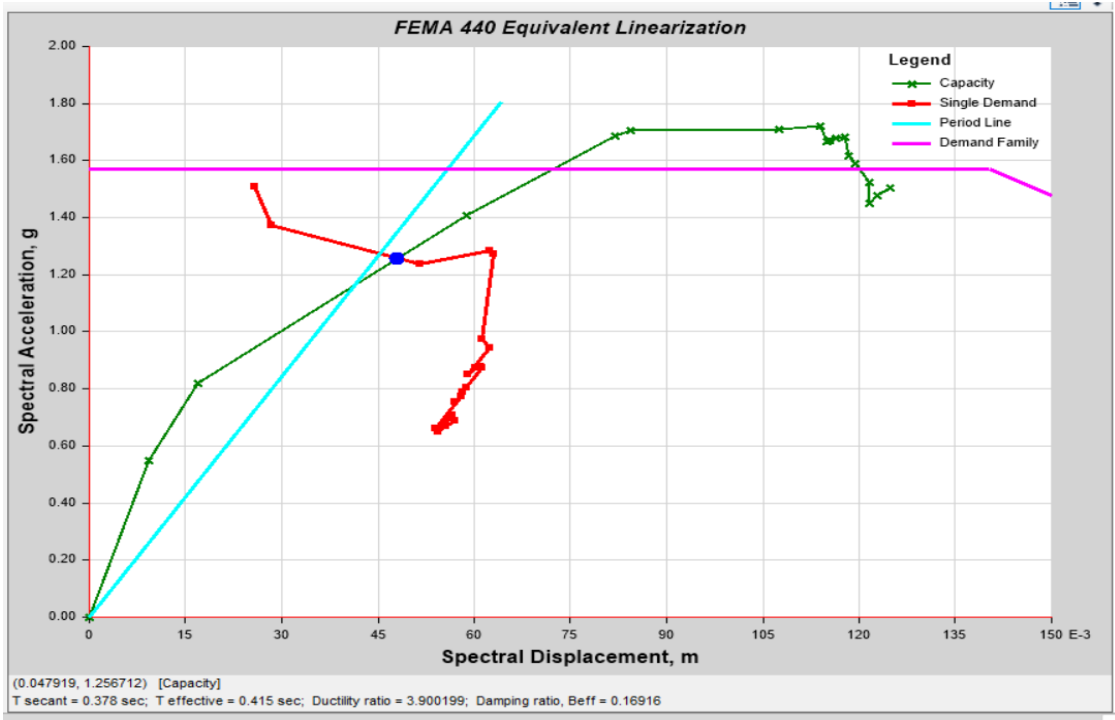


Figura 54. Desempeño en Y

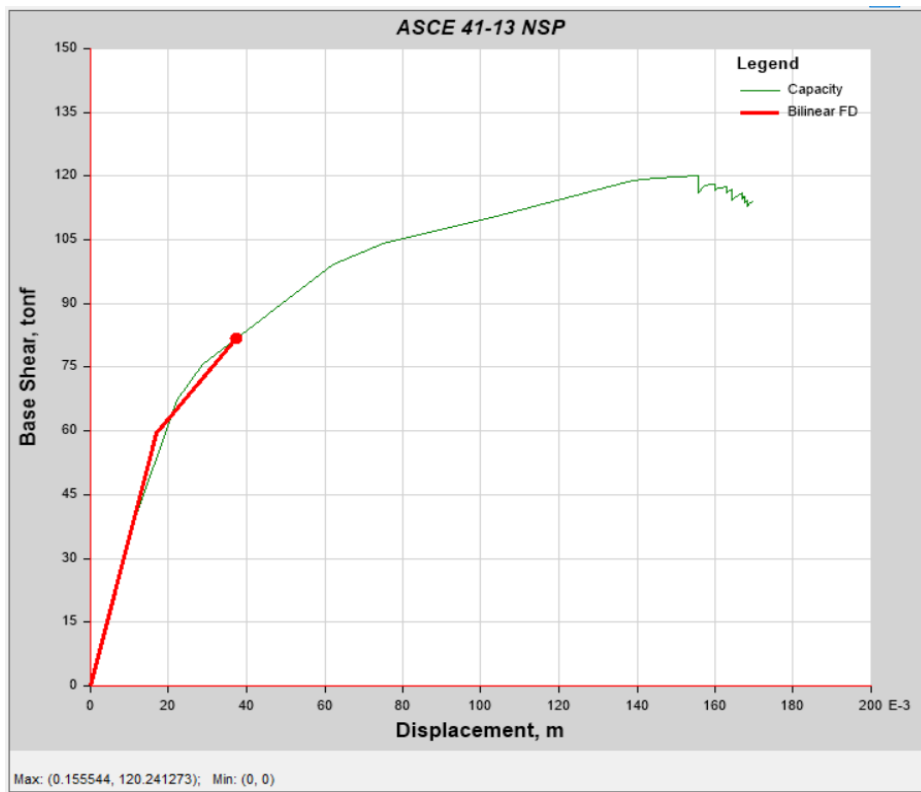


Figura 55. Punto de Desempeño ASCE 41-13 en X

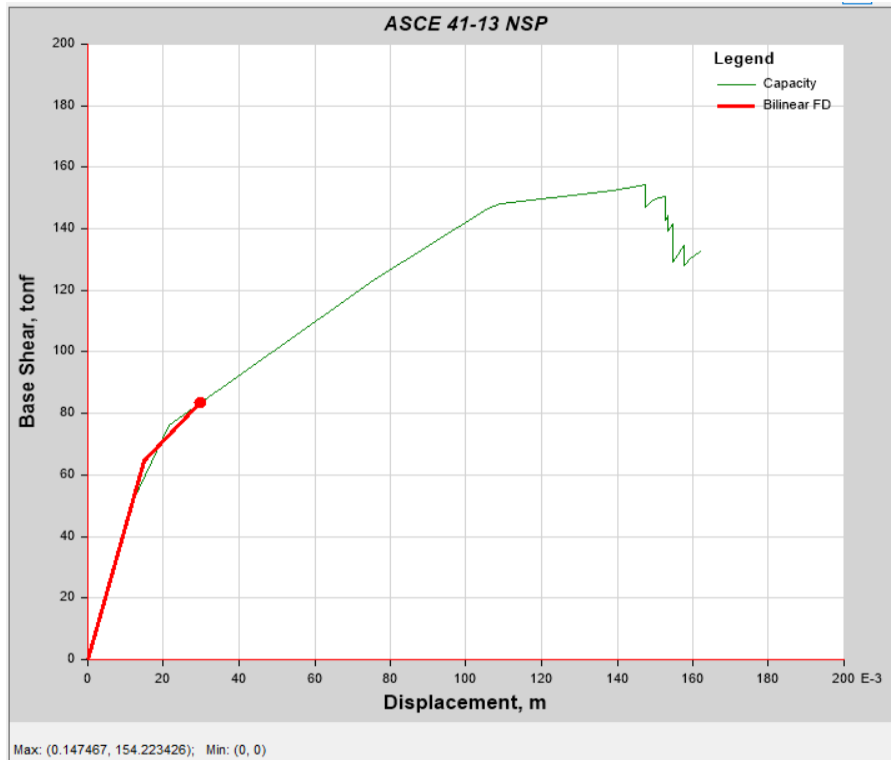


Figura 56. Punto de Desempeño FEMA 440 en Y

Ambos niveles de desempeño nos reflejan que la estructura tiene un buen nivel de ductilidad, sobre resistencia y orden de deterioro correcto, lo cual ayuda bastante para el desarrollo de los mecanismos de falla.

## 2.6 Método de análisis de datos

### Técnicas de análisis de datos

El proceso de análisis está en base a la estadística descriptiva, mediante un promedio se puede calcular las derivas y deformaciones en cada piso de la estructura, es por ello que el diseño es del tipo descriptivo, las herramientas que se están aplicando son búsquedas de información con la recopilación de data, así como criterios para la evaluación de toda la data reunida, con el fin de utilizarla para predecir el nivel de rotulación de un elemento o considerar el nivel de daño que se puede obtener en una estructura.

## Problemas identificados

Se han podido identificar cambios en el acero de las vigas y de las columnas, lo cual ha sido identificado en el orden del mecanismos de falla, los cuales se pueden ver en las siguientes imagen, se puede ver como las vigas del 2do nivel plastifican antes que las vigas de otros niveles, esto en la dirección X y la cantidad de arriostres que tiene ese nivel, considerando que debe de aplicarse cargas de gravedad, lo cual no se ve en la dirección Y, considerando que cada una de las vigas se rotula, viendo que las columnas no tienen esos problemas de rotulación prematura.

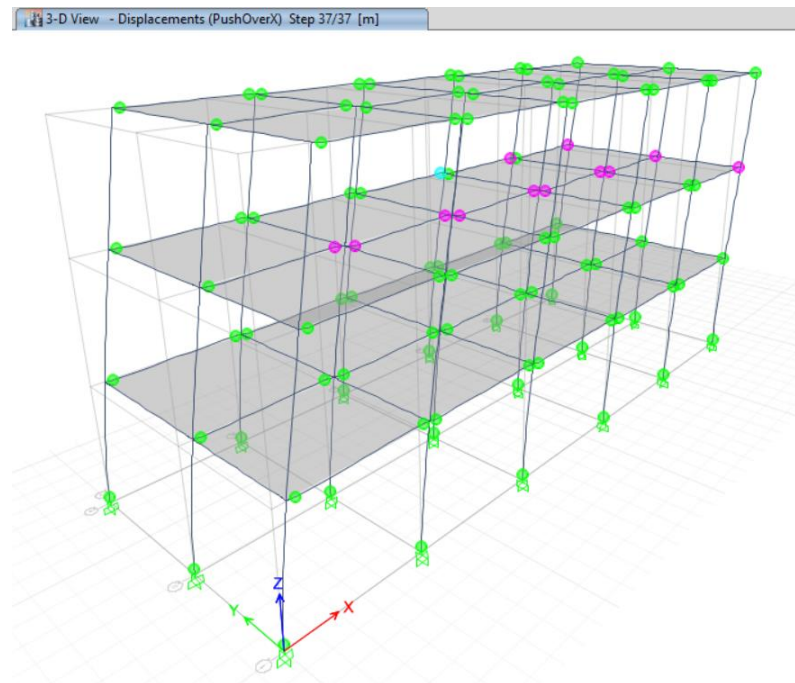


Figura 57. Deformación Lateral en X

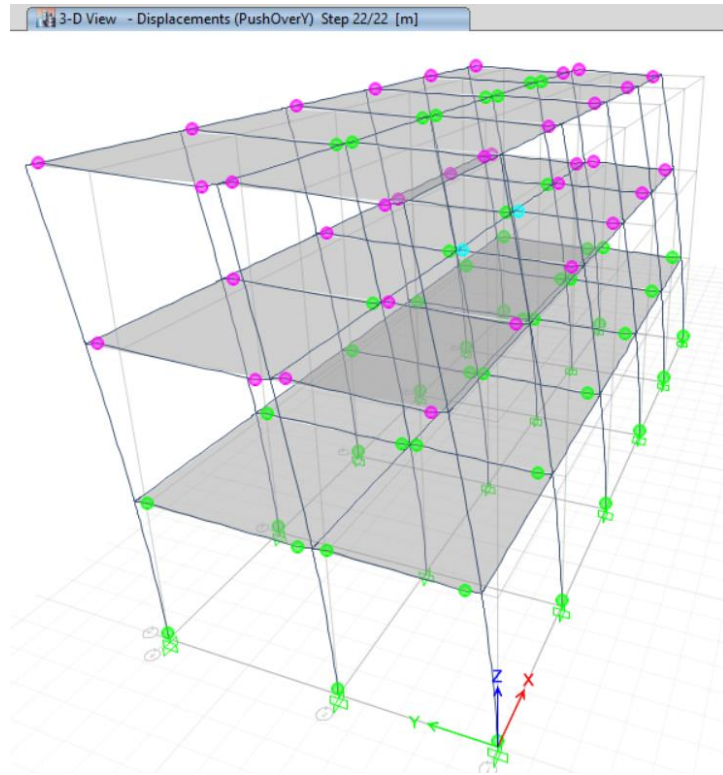


Figura 58. Deformación Lateral en Y

## 2.7 Aspectos éticos

El presente proyecto cumplió con todas las normas de citados, referenciado según el APA, así como la colocación de ideas propias y de autores siguiendo referencias de varios autores, los que se han respetado y colocado según el orden en el que se aplicaron, también se ha citado los textos obtenidos de otros libros, colocando las ideas propias de los autores.

Para cumplir con el respeto a los autores se ha referenciado cada idea, así como colocar los nombres y años de cada idea provista por los autores, se comentó y revisó también cada una de las ideas, respetando la forma en que cada una de estas ideas fue propuesta en el proyecto.

Para cumplir con la beneficencia se hizo uso de una revisión y propuesta de mejoramiento de los servicios educativos, proveyendo al estudiante de un ambiente seguro y sin problemas estructurales, los cuales fueron revisados en base a las últimas técnicas de análisis no lineal, para evaluar e identificar posibles problemas proponiendo una solución.

Para cumplir con la justicia se respetó los formatos, las normas y el Reglamento Nacional de Edificaciones, tanto para la redacción del borrador como para la redacción de la tesis, lo cual es fundamental para realizar un trabajo correcto.



### III. RESULTADOS

#### Fuerza Sísmica

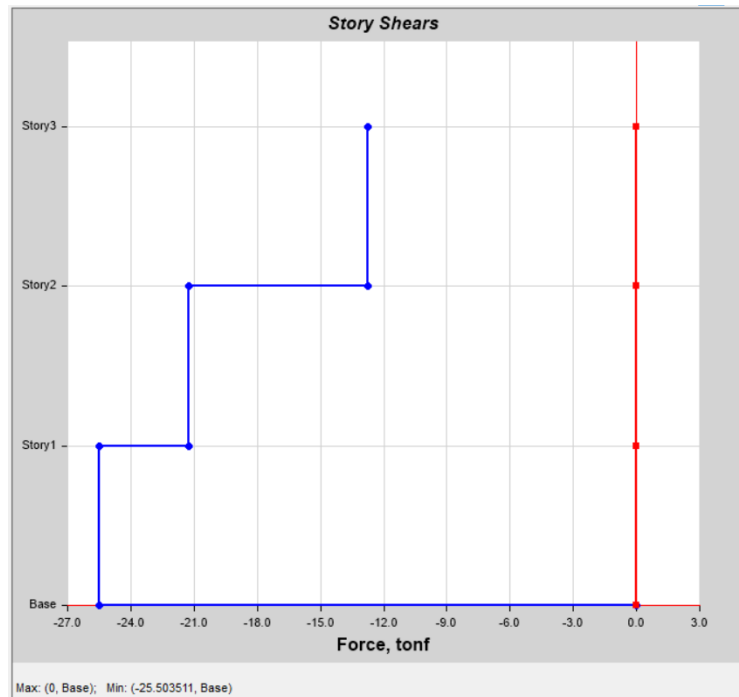


Figura 59. Fuerzas Sísmicas en X

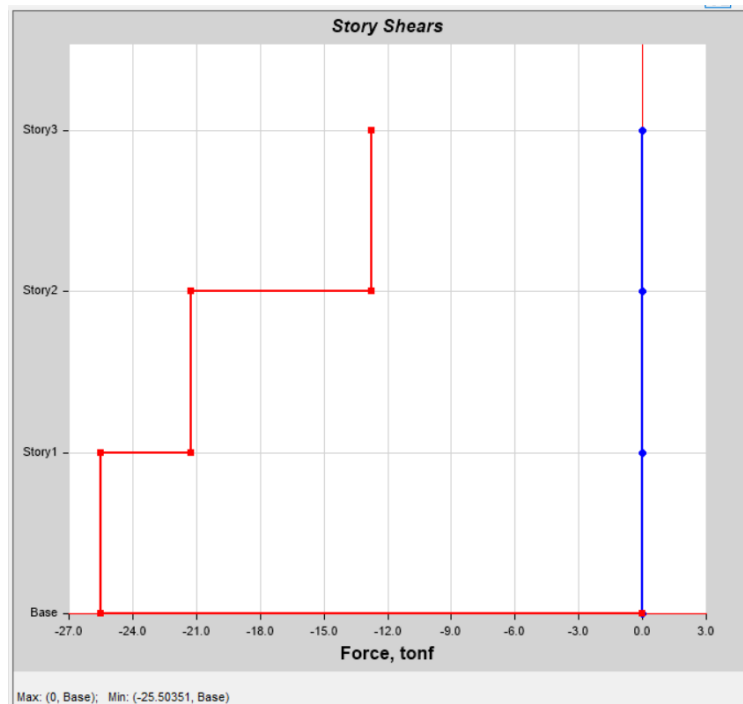


Figura 60. Fuerzas Sísmicas en Y

## Comportamiento No Lineal

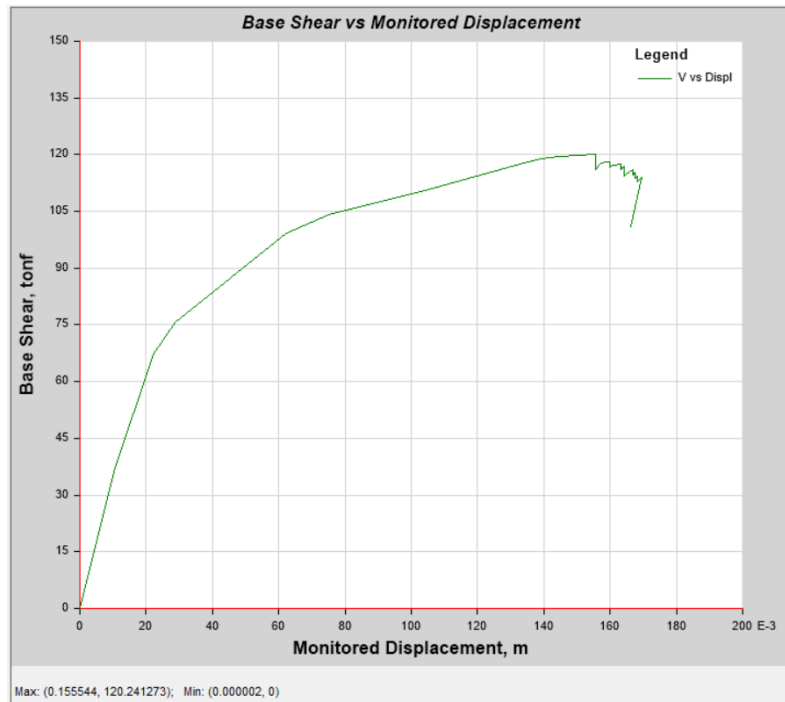


Figura 61. Curva de Capacidad en X

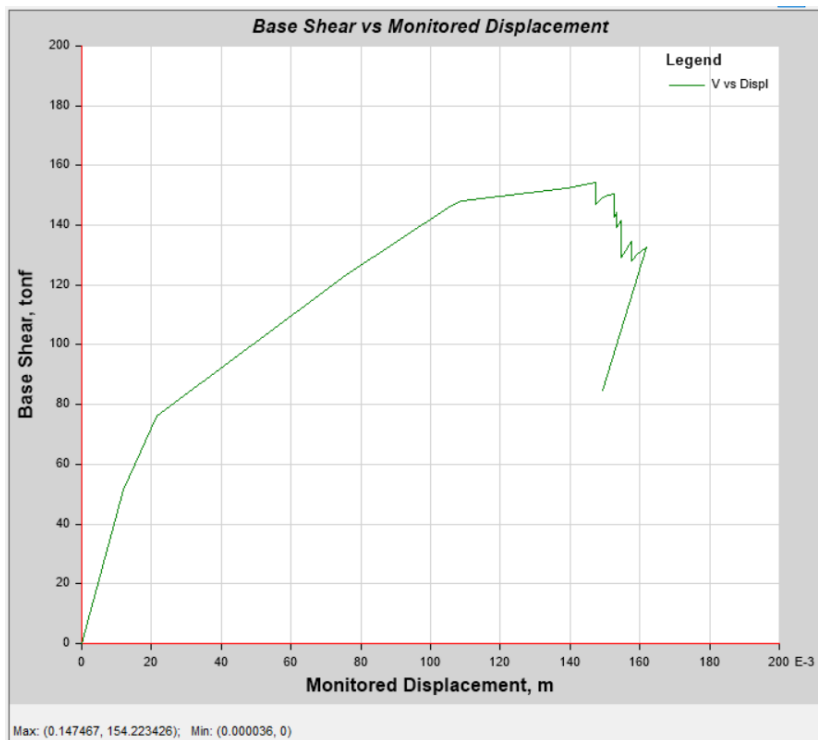


Figura 62. Curva de Capacidad en Y

## Punto de Desempeño

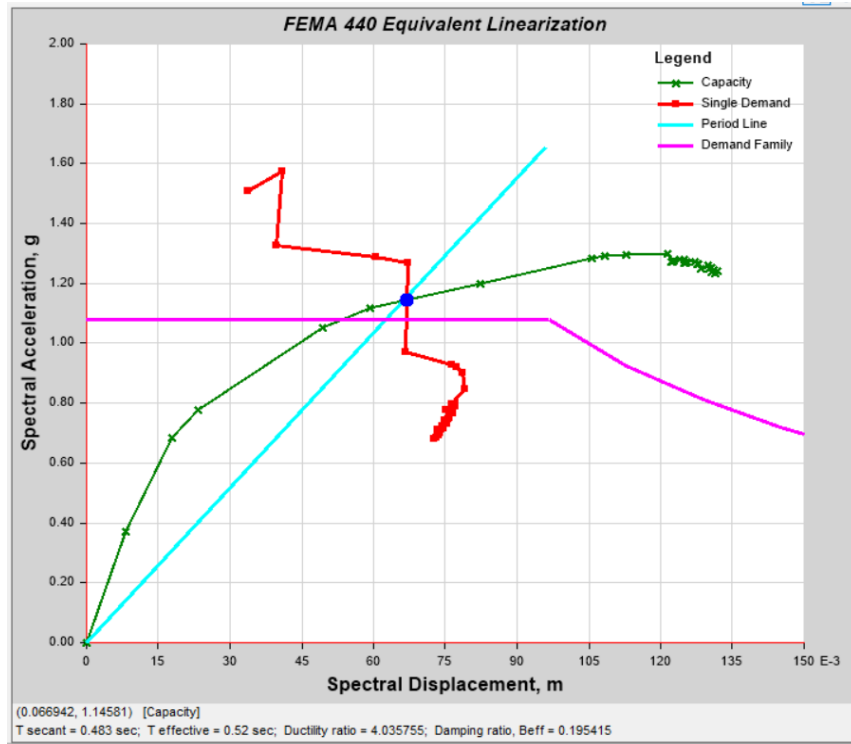


Figura 63. Punto de Desempeño FEMA 440 en X

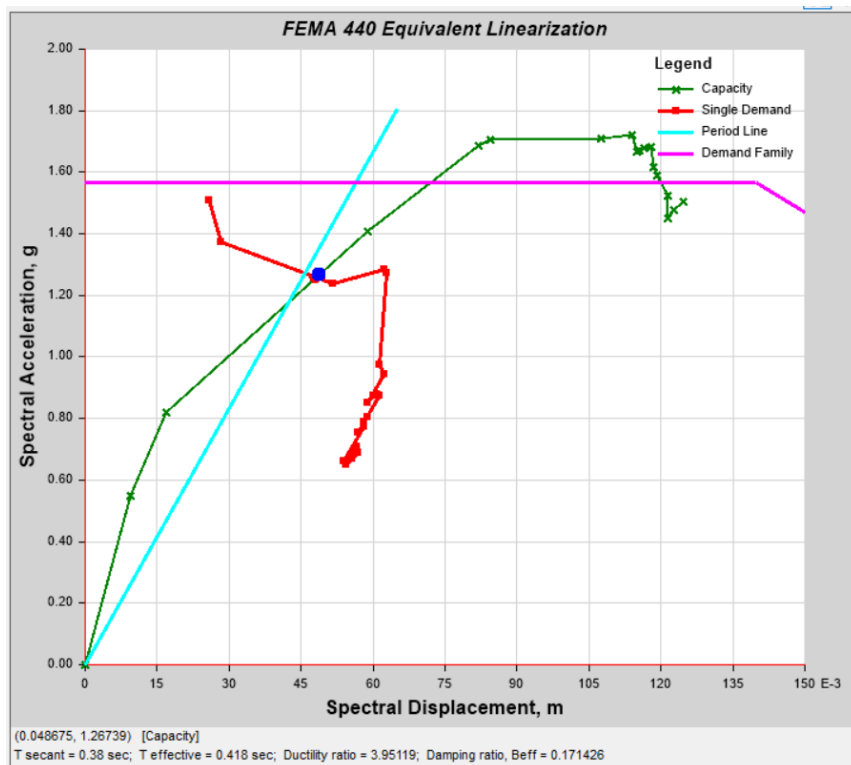


Figura 64. Punto de Desempeño FEMA 440 en Y

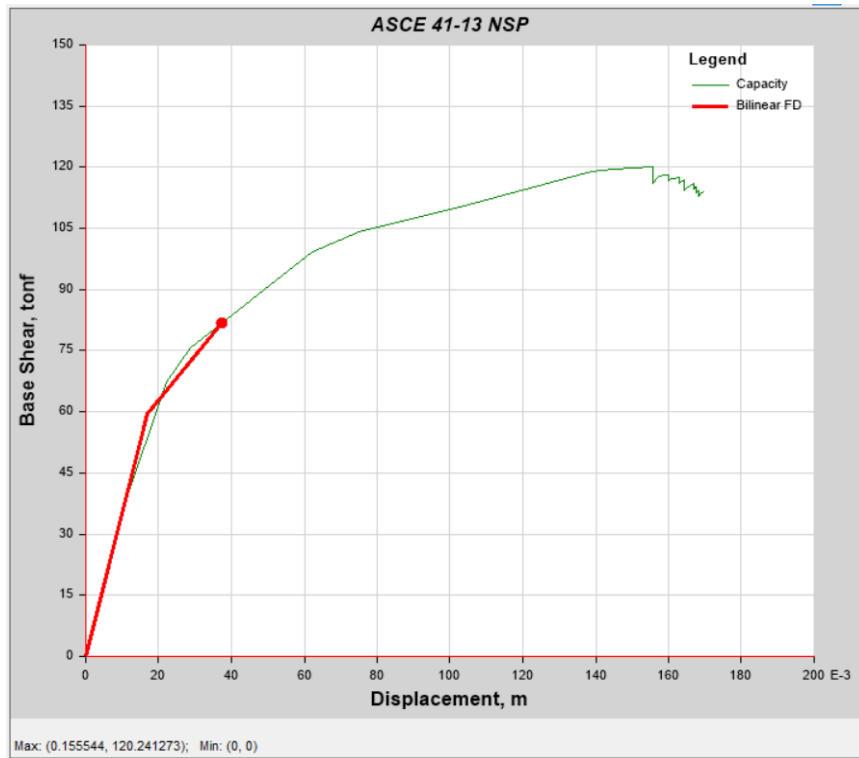


Figura 65. Punto de Desempeño ASCE 41-13 en X

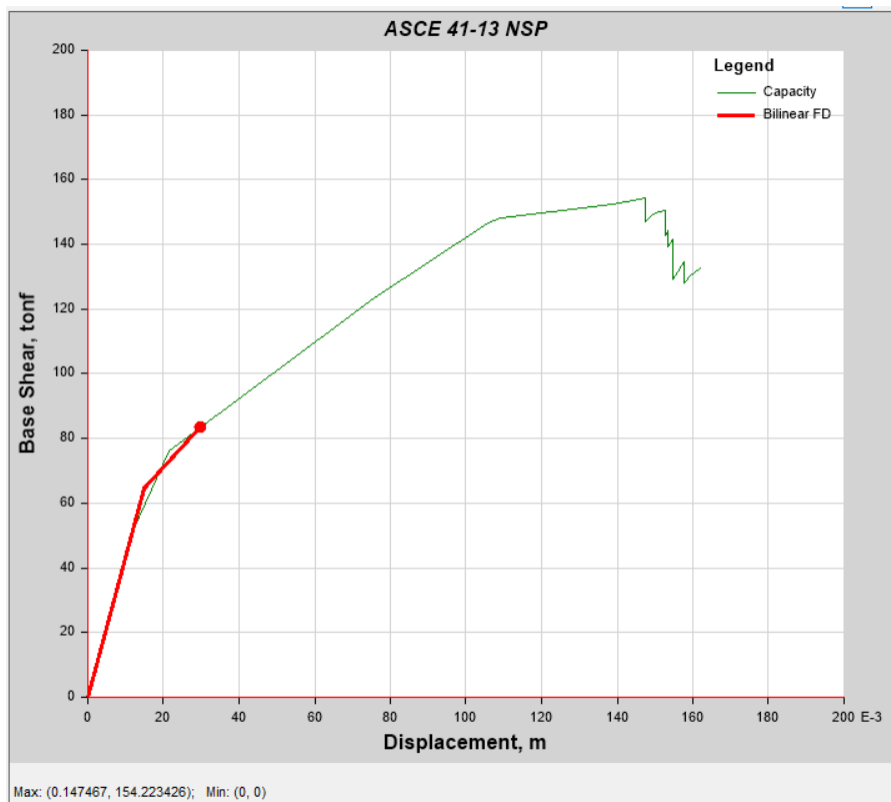


Figura 66. Punto de Desempeño FEMA 440 en Y

## Objetivo General

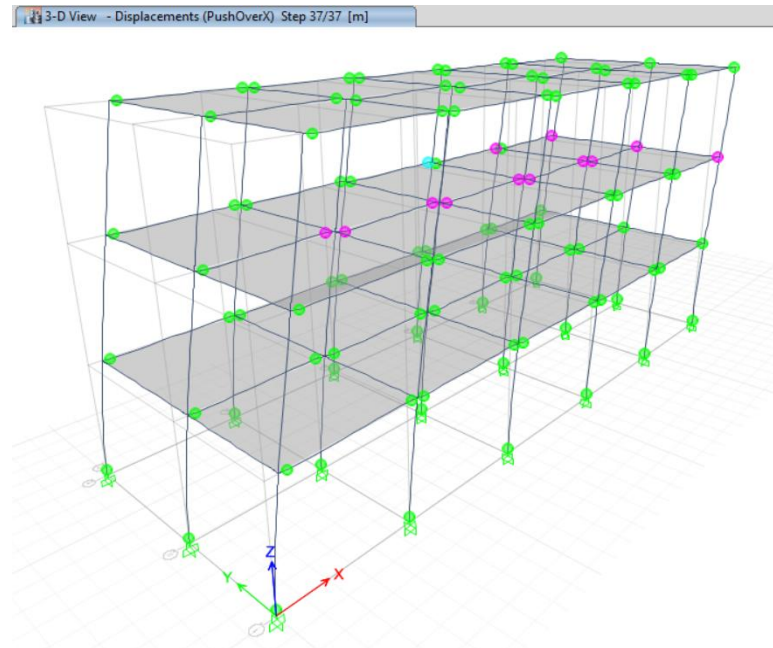


Figura 67. Deformación Lateral en X

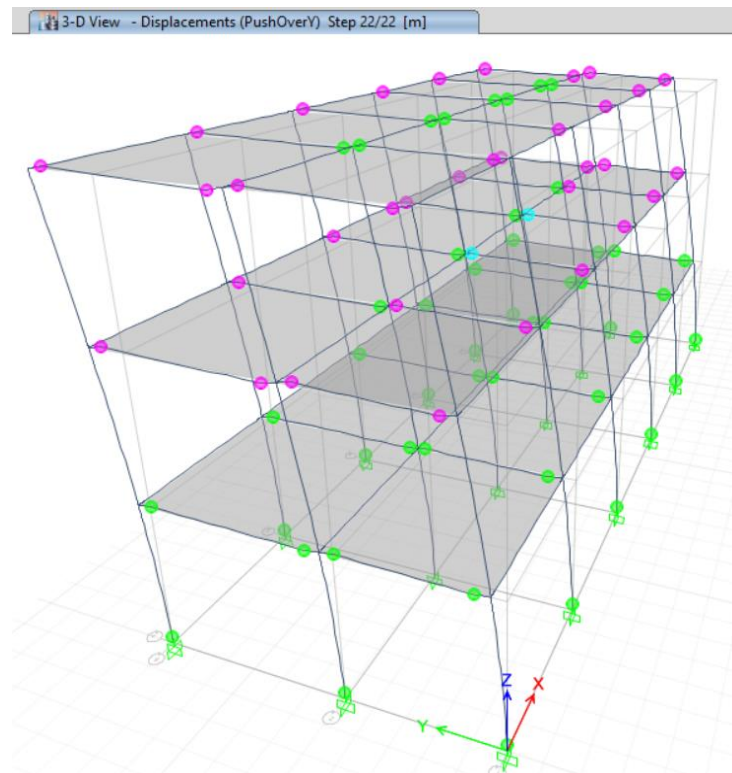


Figura 68. Deformación Lateral en Y

#### IV. DISCUSIÓN

La evaluación de los resultados ha mostrado que el desempeño estructural está en un nivel de control de daños, lo cual es un nivel menor al nivel de seguridad de vida, es por ello que se tiene menos daño al que posiblemente se pudo esperar, para el eje X y para el eje Y se encuentra en nivel operacional, es en base a ello que se puede decir que para efectos sísmicos a nivel de diseño no se tienen problemas estructurales, para el caso del eje Y se puede mencionar que hay demasiada rigidez, lo cual también puede no ser bueno, dejando que para otros efectos sísmicos se pueda evaluar los resultados para poder controlar todo esto, la evaluación del nivel de desempeño se ha realizado mediante el cálculo de la ductilidad, sobre resistencia R sísmico y el punto de desempeño para la curva de capacidad y el cálculo de la demanda sísmica por el método del FEMA y del ASCE.

En la Figura 4 y 5 podemos ver la cantidad y distribución de fuerza de corte en cada piso de la estructura, la cual se coloca en el centro de masa de cada nivel de la estructura, dejando a la misma con un ladeo lateral propio, el cual es verificado y usado en esta ocasión para poder calcular la curva de capacidad lateral, dado que solo nos importa la forma del tipo de fuerzas, estas se aumentan en el tiempo, en las Figuras 6 y 7 se tienen los gráficos de la curva de capacidad donde se tiene la incursión en el rango no lineal de la estructura, también se puede ver el efecto final de caída y desestabilización de la curva de capacidad, esto por un aumento grande en las deformaciones y el daño que recibe alguno de sus elementos estructurales como se puede ver, para las gráficas 8 y 9 se tiene el uso de las curvas de capacidad y el espectro de demanda para poder encontrar el punto de desempeño estructural, este resultado se ha tenido en los métodos de ASCE y FEMA, para el caso de las Figuras 10 y 11 se tiene los resultados del método del FEMA, el método bilineal se aproxima bastante bien a los resultados de este proyecto, para la Figuras 12 y 13 se puede ver los mecanismos de colapso para cada dirección en estudio.

Cahuana y Ccaso (2021), mostraron como el desempeño sísmico puede no ser positivo, en este caso se ha identificado efectos de poco reforzamiento y

problemas de confinamiento, dado que las rotulas de concreto armado no se forman de manera directa, tampoco con controladas de manera correcta lo cual deja a la estructura susceptible a problemas de ladeos laterales, así como deformaciones excesivas incluso en columnas, lo que no se ha podido ver en ese caso, el mecanismo de colapso se puede ver totalmente identificado en las vigas, mas no en las columnas, lo cual deja en un estado correcto y aceptable el desempeño estructural del proyecto realizado.

Llocle (2021), muestra como existen normativas más actuales que colocan nuevos criterios de desempeño, los cuales no se han abarcado en este proyecto pero que pueden ser aplicables a futuro, por ejemplo se tiene el control de las aceleraciones de cada nivel, el cual se realiza mediante el máximo valor de aceleración permitido, en base a ello se puede indicar el nivel de desempeño que tiene la estructura, dado que no solo se habla de daños estructurales, sino también se habla de performance de como la estructura toma fuerzas y desarrolla desplazamientos distintos al nivel de estudio , lo cual no se aplico en este proyecto pero forma parte de los nuevos requisitos de las normas de desempeño sísmico de nueva generación, sin embargo los controles de desplazamientos y fuerzas se mantienen, dejando el control de ductilidad sobre resistencia y  $R$  sísmico vigentes actualmente.

Duarte, Martínez y Santamaría (2017), mostraron como las estructuras de concreto armado pueden tener un mal desempeño estructural, acá se ha llegado a prevención de colapso, lo cual para este tipo de edificaciones no es suficiente, por ello se concluye con la realización de un mejoramiento y selección del método para la recuperación de la estructura, primeramente el método aplicado fue el método del ASCE, este método muchas veces es muy próximo pero no siempre funciona, dado que habla de una aproximación bilineal, mientras que el método del FEMA utiliza una conversión de demisiones, llevando la curva de capacidad a una gráfica de periodo contra las fuerzas y el periodo estructural, donde la intersección presenta el nivel de deformación alcanzado en la estructura, es por ello que se realiza un control de deformaciones, efectos que no realizan otros métodos de manera directa.

Correa (2019), en su tesis de grado, realizó el análisis estático no lineal (Pushover) y así verificó el diseño sismo resistente del Bloque N° 02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre de Chiclayo, para lo cual aplicó el procedimiento de la norma peruana E0.30, considerando que esta no describe totalmente el comportamiento estructural de las rotulas del proyecto, por ello toma normas como referencia, la norma ASCE7 y FEMA, las cuales dan indicios de cómo se puede modelar las rotulas plásticas, en este documento se ha seguido el mismo procedimiento, sin embargo en la investigación de referencia se ha encontrado problemas estructurales de inestabilidad, debido a la edad del concreto y que este no fue correctamente detallado de algunas de las columnas de la estructura, por ello es que se propuso un reforzamiento al encontrar problemas estructurales y un desempeño del nivel de control de daños, el cual para una estructura del nivel esencial no es suficiente.

Huarca y Vásquez (2022), en su tesis de grado, determinaron el rendimiento sísmico mediante la aplicación de un análisis estático no lineal (Pushover) en la I.E. N° 40061 "Estado de Suecia" en el distrito de Cerro Colorado, Arequipa, encontrando que se habían diseñado las columnas a un niveles similar de detallamiento de acero de las vigas, es por ello que estas mismas rotulaban de manera simultánea al caso de las vigas, lo cual deja con problemas de disipación de energía al problema, causando inestabilidad, es por ello que el mecanismos de falla en esta estructura de referencia era riesgoso, lo cual en el proyecto estudiado no se cumplía, es por ello que se procede a verificar el mecanismos de falla, logrando demostrar que la estructura es estable y no tiene problemas de deterioro de rotulas, tal como se puede ver en los modelos convencionales.

Fuentes (2018), en su tesis de grado, evaluó el rendimiento sísmico mediante un análisis estático no lineal "pushover" de un edificio de cinco pisos construido con concreto armado, la cual aplicado a diferencia del método del FEMA solamente, los métodos del ATC-40 y la FEMA 440, para poder estimar los desplazamientos y el nivel de desempeño estructural, la primera de las diferencias radica en que el método del ATC 40 cuenta con otros niveles de desplazamientos objetivo, por ejemplo en esta norma se considera que las estructuras deben llegar solo a un nivel de 4/1000, mientras que en estructuras



convencionales se tiene un valor de 7/1000, dejando en la estructura en análisis con un nivel de desempeño del nivel operacional, siendo que en el caso de referencia se tiene un desempeño del tipo control de daño, lo cual es elevado para una estructura con nivel esencial como un colegio.

La investigación como tal cuenta con la limitación que analiza los problemas puntuales de esta edificación, no se analiza otros problemas que pueden aparecer en estructuras, como pisos blandos, mala continuidad vertical de elementos, mala continuidad horizontal, efectos de no simetría y efectos distintos de irregularidades que traen problema estructurales, también se está considerando el uso que tiene la estructura, las estructuras de nivel esencial suelen tener secciones grandes y suelen proponerse para que no sufran daños estructurales, es por ello que los niveles de desempeño que logran alcanzar es del tipo esencial o de control de daños, permitiendo que el análisis no lineal no sea tan exquisito en resultados comprado con efectos de estructuras menos rígidas como viviendas.

Se ha analizado solo uno de los módulos estructurales es por ello que se ha cumplido con el muestreo propuesto en la sección, considerando solo las dimensiones, áreas de acero y secciones propuestas de vigas y columnas, dejando todas estas con poca deformación, la cual depende totalmente del nivel de rotación que se logra alcanzar por la fuerza lateral en la estructura.

La investigación y sus resultados positivos primeramente implican que no es necesario realizar reforzamiento estructural en el módulo de concreto armado del proyecto, solo es necesario de verificar cuanto estos se deforman y reforzar algunos de los elementos, dado que muchas veces se busca que estructuras de este nivel de importancia tengan poca cantidad de deformaciones, realizando un control de dichas deformaciones, es por ello que muchas veces se realizan reforzamientos por fibra de carbono o por algún otro método en edificaciones del tipo esencial.

## V. CONCLUSIONES

1. Se evaluó el desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores, obteniéndose que la estructura tiene un punto de desempeño en el eje  $X=7\text{cm}$  de desplazamiento, el cual para este tipo de estructura es calificado como de seguridad estructural, también se puede observar que el nivel de fuerza que llevo a esta estructura a ese nivel de deformación es de  $1.13\text{g}$  de aceleración respecto a la masa sísmica; para la dirección  $Y$  se tiene un nivel de desplazamiento en el eje  $Y=5\text{cm}$ , con un nivel de fuerza de  $1.3\text{g}$ , calificando también como nivel de seguridad estructural.
2. Se realizó el estimado de cargas sísmicas, según los parámetros sísmicos de la ubicación, los cuales son de  $Z=0.35$ ,  $U=1.5$ ,  $S=1.2$ ,  $R=8$ , dado que la estructura tiene un sistema estructural aporticado, para el cálculo de las fuerzas sísmicas se ha tomado este factor y se ha calculado la masa sísmica, la cual luego se convierte en fuerza lateral equivalente, obteniéndose para la dirección  $X$  en el tercer piso  $X=12.75\text{ ton.f.}$ , segundo piso  $X=21.25\text{ ton.f}$  y primer piso  $X=25.5\text{ ton.f.}$ ; para la dirección en  $Y$  en el tercer piso  $Y=12.75\text{ ton.f}$ , segundo piso  $Y=21.25\text{ ton.f}$  y en el primer piso  $Y=25.5\text{ ton.f.}$ , las fuerzas sísmicas son similares dado que el periodo y la simetría en ambas direcciones son iguales, ambos casos han mostrado ser simétricos, por ello sus fuerzas también son simétricas.
3. Se modeló el comportamiento no lineal de la Institución Educativa Las Flores, obteniendo un límite de seguridad de vida en  $X$ , el cual está dado para una deformación de  $0.06216\text{ m}$  y una fuerza de  $99.29\text{ tonf}$ , para la dirección en  $Y$  se tiene una deformación de  $0.0606\text{ m.}$ , una fuerza de  $110.25\text{ tonf}$ , con un nivel de desempeño a nivel de seguridad de vida, donde se tiene fuerzas y desplazamientos acorde al movimiento lateral de la estructura.
4. Se encontró el punto de desempeño de la Institución Educativa, por el método de aplicación del FEMA 440 y el ATC, los cuales han dado fuerzas y desplazamientos en la dirección de  $X=0.01027\text{ m}$  y  $36.309\text{ tonf}$ , con un límite de Ocupación inmediata, para un desplazamiento de  $0.002215\text{ m}$  y fuerza de  $67.29\text{ tonf}$ ,  $0.0288\text{ m}$  y  $75.838\text{ tonf}$ ,  $0.062\text{ m}$  y  $99.29\text{ tonf}$  con un

desempeño de seguridad de vida, 0.075 m y 104.16 tonf, para la dirección en Y se tiene unos valores de 0.01191 m de desplazamiento y 61.63 tonf, para ocupación inmediata, 0.02152 m y 76.38 tonf con un límite de desempeño de ocupación inmediata, 0.0606 m y 110.25 tonf con un límite de desempeño de seguridad de vida, 0.1058 m y 146.455 tonf para un nivel de desempeño de seguridad de vida.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las autoridades encargadas de la Institución Educativa Las Flores a analizar el estado actual del resto de módulos educativos del colegio, se ha encontrado que este módulo no presenta problemas estructurales, sin embargo, existe la posibilidad que otros módulos contengan problemas de diseño a futuro, lo cual se refleja en periodo del sismo, es por ello que analizar el resto de edificaciones puede servir como indicativo de los trabajos a futuro de reforzamiento en la institución educativa.
2. Se recomienda a futuros investigadores, realizar ensayos de materiales para caracterizar las propiedades no lineales, sin embargo estos ensayos no se pueden realizar en el Perú o se tiene muy pocos laboratorios con la capacidad para realizar este tipo de ensayos, en este ejemplo se están usando propiedades no lineales convencionales o promedios, las cuales sirven de ejemplo, pero no son las propiedades que siempre pueden funcionar para el desarrollo de problemas no lineales, es por ello que se debe de aplicar otras técnicas que puedan dar un grupo de propiedades no lineales más acorde al proyecto.
3. Se recomienda que otros investigadores que tomen como referencia la presente investigación considerar efectos de interacción suelo estructura, dado que en la vida real las estructuras tienen problemas con el nivel de rigidez del suelo, considerando distintos parámetros de cálculo, se necesita definir la rigidez del suelo, la cual, usando alguna teoría de rigidez del suelo en base a estudios de suelo, se puede definir.

## REFERENCIAS

- ABANTO, T. (2017). Analisis y diseño de edificaciones de albañilería. Lima: San Marcos.
- AGUILAR , R. (2016). Aisladores de base elastomericos y FPS. Sangolquí, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- 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
- A MANCHALWAR, S. B. (2019). Optimization of metallic damper location for seismic response control. Journal of Vibration Engineering.
- A RAHMZADEH, A. I. (2018). Study of replaceable energy dissipators for self-centering structures. National Conference.
- ARMAN, I. (2020). Pre-stressed Concrete Manual Computer Applications : Computer Applications on SAP200, ETABS and SAFE. Palestina: Kindle.
- ASHWIN, A. S. (2020). Seismic Retrofit of Structures Using Hybrid. ASCE.
- AWAD, R. R. (2012). Análisis y diseño sísmico de edificios. En R. R. Awad, Análisis y diseño sísmico de edificios (págs. 43-45). Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- BAENA, G. (2017). Metodología de la investigación (3ra Edición ed.). Mexico: Patria.
- BRAVO, C. (2016). Implementación de aislamiento sísmico elastomérico en edificios altos y esbeltos de acero estructural. Tesis (Ingeniero civil). Universidad Católica La Santísima Concepción, Chile.
- 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.
- CHENG, F. Y. (2005). Matrix Analysis of Structural Dynamics. En F. Y. Cheng, Matrix Analysis of Structural Dynamics (págs. 180,380). New York: Marcel Dekker.

- 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.
- CISNEROS, N. J., & Fretel, J. J. (2019). Diseño Sismorresistente de un Edificio de Ocho Pisos Incorporando Disipadores de Fluido Viscoso en el Sector Villa Esperanza, Distrito de San Antonio de Jicamarca, Huarochirí, 2019. Tesis (ingeniero civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- DYNAMIC, I. S. (2007). Aislamiento sísmico para edificios y puentes. Nevada, United States of America: Dynamic Isolation Systems Inc.
- GAVILANES Sarmiento, Christian Ricardo, C. X. (2018). Diseño de estructuras de acero con disipadores viscoelásticos. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- GAWRONSKI, W. K. (2004). Advanced Structural Dynamics and Active Control of Structures. En W. K. Gawronski, Advanced Structural Dynamics and Active Control of Structures. New York: Springer.
- GENATIOS, C., & Lafuente, M. (2016). Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras. Caracas: Banco de Desarrollo de América Latina.
- GOMEZ, S. I. (2007). Análisis Sísmico Moderno. México: Trillas de C.V.
- GONZÁLEZ, S. G. (2018). Comparación entre técnicas de modelado. 33-41.
- GUENDELMAN, T. (2014). Análisis Estático y dinámico de estructuras. Chile: Universidad de La Serena.
- GUERRERO, G., & Guerrero, M. (2020). Metodología de la investigación serie integral por competencias. Tijuana: Patria.
- HARMSSEN, T. (2019). Diseño estructuras de concreto armado. Perú: Alpha.
- HERNÁNDEZ, R. F. (2013). Metodología de la Investigación.
- HERNANDEZ, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. España: Mc Graw Hill.
- HERNANDEZ, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ta Edición ed.). España: Mc Graw Hill.
- 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.jobe.2021.103522>.

- I NUZZO, D. L. (2019). Experimental and analytical characterization of steel shear links for seismic energy dissipation. Engineering .
- INSTITUTION of Structural Engineers. (1985). Manual for the design of reinforced concrete building structures. United Kingdom: Institution of Structural Engineers.
- INSTITUTION of Structural Engineers. (2002). Manual for the design of reinforced concrete building structures (2da Edición ed.). UK: Institution of Structural Engineers.
- 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>
- JINKOO Kim, M. S. (2020). Seismic Retrofit of Structures Using Hybrid Steel Slit-Viscoelastic Dampers. EEUU: ASCE.
- 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 Investigación Propuesta, anteproyecto y proyecto. Bogotá: 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 Investigación Científica 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 sísmico de un edificio de 5 pisos en el distrito de ascension provincia de Huancavelica. Huancayo: Universidad Continental.
- MENDOZA, C. (2018). Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima: McGraw Hill Interamericana.
- MOSLEY, B., Bungey, J., & Hulse, R. (2007). Reinforced Concrete Design to eurocode. New York: Palgrave Macmillan

- MCCORMAC, J. C. (2007). Structural Analysis. En J. C. McCormac, Structural Analysis (págs. 9-20). United States of America: Wiley.
- ÑAIPAS, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa. Bogota: ediciones de la u.
- PAZ, M. (2021). Dinamica Estructural - Teoria y calculo. Barcelona, España: Reverte.
- PELAEZ, A. M. (2020). Comentarios Norma Peruana E0.30 Diseño Sismorresistente. En A. M. Pelaez, Comentarios Norma Peruana E0.30 Diseño Sismorresistente (págs. 14-17). Lima: Sencico.
- PEREZ, N. A., & Vasquez, M. J. (2016). Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado. Tesis (ingeniero civil). Universidad Centroamericana, Nicaragua.
- QUIROZ, L. (2016). Análisis y Diseño de Edificaciones con ETABS. Lima, Peru: Macro EIRL
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones. (2019, 11 de febrero). E0.30 Diseño sismorresistente.El Peruano. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf)
- 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.



## ANEXOS

**Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
Desempeño sísmico no lineal	El desempeño sísmico se refiere a la capacidad de un edificio o estructura para resistir y soportar los efectos de un terremoto. El objetivo del desempeño sísmico es minimizar los riesgos para la vida humana y reducir los daños estructurales y económicos. (Aguilar, 2015)	Se determina mediante una técnica de análisis no lineal, la cual puede ser estática o dinámica, usando plasticidad concentrada o distribuida.	Fuerza Sísmica	Factores sísmicos	¿Cómo calcular los factores sísmicos?	E0.30	Razón
				Ubicación del proyecto	¿Dónde está ubicado del proyecto?		
				Tipo de suelo	¿Qué tipo de suelo tiene el proyecto?		
			Comportamiento No lineal	Deformación del Concreto	¿Qué deformación del concreto se obtendrá en el análisis no lineal?	E0.30	Razón
				Deformación del Acero	¿Qué deformación del acero se obtendrá en el análisis no lineal?		
				Plasticidad de Elementos	¿Qué plasticidad desarrollan las rotulas del proyecto?		
			Punto de desempeño	Ductilidad	¿Qué modelo de ductilidad se utilizara para las rotulas plásticas?	ASCE7-16	Razón
				Sobre resistencia	¿Cuánta sobre resistencia llegara a la estructura con el modelado?		
				Factor de reducción Real	¿Qué factor de reducción se debe utilizar para el modelado?		

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores			Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Unica			Diseño Metodológico
¿Cuál es el desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023?	Evaluar el Desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023	El desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, se encuentra en el Nivel de Seguridad de Vida	Desempeño Sísmico No Lineal			M1: Muestra observable (Edificación de uso esencial) X1: Observación de la muestra (Desempeño) EE: Evaluación estructural (niveles de desempeño estructural)
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Dimensión	Indicador	Medición	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
¿Se puede realizar el estimado de fuerzas sísmicas sobre la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023?	Realizar el estimado de fuerzas sísmicas sobre la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023	Realizar el estimado de fuerzas sísmicas sobre la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, nos ayuda a entender el analisis	Fuerza Sísmica	Factores sísmicos, Ubicación del proyecto	Razón	Ficha Resumen 1, Guía de observación 1, Guía de observación 2
¿Se puede modelar el comportamiento no lineal de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023?	Modelar el comportamiento no lineal de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023	Modelar el comportamiento no lineal de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, nos ayuda a encontrar los problemas estructurales	Comportamiento No lineal	Deformación del Concreto, Deformación del Acero	Razón	<b>Población y Muestra</b> el total de pabellones de la Institución Educativa que son 7 pabellones, el pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores Arequipa
¿Se puede encontrar el punto de desempeño de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, para un sismo de diseño?	Encontrar el punto de desempeño de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, para un sismo de diseño	Encontrar el punto de desempeño de la Institución Educativa Las Flores Arequipa 2023, para un sismo de diseño	Punto de desempeño	Ductilidad, Sobre resistencia	Razón	<b>Procedimiento</b> Análisis no lineal y detección de daño

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

<b>Proyecto</b>	: DESEMPEÑO SÍSMICO POR ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS FLORES AREQUIPA
<b>Tesistas</b>	: Carrillo Chavez, Favi Karina
	: Zamora Valeriano, Omar Luis

La selección de propiedades no lineales cumplen un papel importante en el análisis no lineal y deben ser registradas.

PROPIEADES NO LINEALES DEL CONCRETO				PROPIEADES NO LINEALES DEL ACERO			
Punto	Deformación	Esfuerzo	Límite	Punto	Deformación	Esfuerzo	Límite
1	-0.008333	-2801.13	IO	1	-0.09	-63000	IO
2	-0.006016	-3213.17	IO	2	-0.045556	-56000	IO
3	-0.003699	-3500	IO	3	-0.018889	-49000	LS
4	-0.002573	-3324.99	LS	4	-0.00206	-42000	LS
5	-0.001448	-2524.72	LS	5	0	0	CP

6	-0.000322	-700	LS	6	0.00206	42000	IO
7	0	0	CP	7	0.018889	49000	LS
8	0.000221	480.31	CP	8	0.045556	56000	LS
9	0.002431	0	CP	9	0.09	63000	CP

**Firma del experto:**

**DNI**

**Fuente:** Elaboración propia

  
 EMILIANO ALEX VENTURA CABANA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 279520

**Sugerencias:**

<b>Proyecto</b>	: <b>DESEMPEÑO SÍSMICO POR ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS FLORES AREQUIPA</b>
<b>Tesistas</b>	: Carrillo Chavez, Favi Karina
	: Zamora Valeriano, Omar Luis

La selección de propiedades no lineales cumplen un papel importante en el análisis no lineal y deben ser registradas.

<b>PROPIEADES NO LINEALES DEL CONCRETO</b>				<b>PROPIEADES NO LINEALES DEL ACERO</b>			
<b>Punto</b>	<b>Deformación</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Límite</b>	<b>Punto</b>	<b>Deformación</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Límite</b>
1	-0.008333	-2801.13	IO	1	-0.09	-63000	IO
2	-0.006016	-3213.17	IO	2	-0.045556	-56000	IO
3	-0.003699	-3500	IO	3	-0.018889	-49000	LS
4	-0.002573	-3324.99	LS	4	-0.00206	-42000	LS
5	-0.001448	-2524.72	LS	5	0	0	CP
6	-0.000322	-700	LS	6	0.00206	42000	IO

7	0	0	CP	7	0.018889	49000	LS
8	0.000221	480.31	CP	8	0.045556	56000	LS
9	0.002431	0	CP	9	0.09	63000	CP

**Firma del experto:**

**DNI**

**Fuente:** Elaboración propia



Firma del evaluador  
**Manuel Julio Bertanga Barriga**  
 CIP: 137425  
 DNI: 06293392

**Sugerencias:**

<b>Proyecto</b>	: <b>DESEMPEÑO SÍSMICO POR ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS FLORES AREQUIPA</b>
<b>Tesistas</b>	: Carrillo Chavez, Favi Karina
	: Zamora Valeriano, Omar Luis

La selección de propiedades no lineales cumplen un papel importante en el análisis no lineal y deben ser registradas.

<b>PROPIEADES NO LINEALES DEL CONCRETO</b>				<b>PROPIEADES NO LINEALES DEL ACERO</b>			
<b>Punto</b>	<b>Deformación</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Límite</b>	<b>Punto</b>	<b>Deformación</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Límite</b>
1	-0.008333	-2801.13	IO	1	-0.09	-63000	IO
2	-0.006016	-3213.17	IO	2	-0.045556	-56000	IO
3	-0.003699	-3500	IO	3	-0.018889	-49000	LS
4	-0.002573	-3324.99	LS	4	-0.00206	-42000	LS
5	-0.001448	-2524.72	LS	5	0	0	CP
6	-0.000322	-700	LS	6	0.00206	42000	IO

7	0	0	CP	7	0.018889	49000	LS
8	0.000221	480.31	CP	8	0.045556	56000	LS
9	0.002431	0	CP	9	0.09	63000	CP

**Firma del experto:**

**DNI**

**Fuente:** Elaboración propia



Bertin M. Quilcaña Garay  
INGENIERO CIVIL  
R.O.C. 117523

**Sugerencias:**



<b>Proyecto</b>	: <b>DESEMPEÑO SÍSMICO POR ANÁLISIS NO LINEAL PUSHOVER DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LAS FLORES AREQUIPA</b>
<b>Tesistas</b>	: Carrillo Chavez, Favi Karina
	: Zamora Valeriano, Omar Luis

La selección de propiedades no lineales cumplen un papel importante en el análisis no lineal y deben ser registradas.

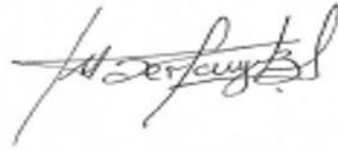
<b>PROPIEADES NO LINEALES DEL CONCRETO</b>				<b>PROPIEADES NO LINEALES DEL ACERO</b>			
<b>Punto</b>	<b>Deformación</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Límite</b>	<b>Punto</b>	<b>Deformación</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Límite</b>
1	-0.008333	-2801.13	IO	1	-0.09	-63000	IO
2	-0.006016	-3213.17	IO	2	-0.045556	-56000	IO
3	-0.003699	-3500	IO	3	-0.018889	-49000	LS
4	-0.002573	-3324.99	LS	4	-0.00206	-42000	LS
5	-0.001448	-2524.72	LS	5	0	0	CP
6	-0.000322	-700	LS	6	0.00206	42000	IO

7	0	0	CP	7	0.018889	49000	LS
8	0.000221	480.31	CP	8	0.045556	56000	LS
9	0.002431	0	CP	9	0.09	63000	CP

**Firma del experto:**

**DNI**

**Fuente:** Elaboración propia



Firma del evaluador  
**Manuel Julio Berlanga Barriga**  
 CIP: 137425  
 DNI: 06293362

**Sugerencias:**

## Anexo 4: Solicitud para realizar investigación



**Asunto:** Solicitud de Autorización para Realizar una Investigación

Estimado Nilton Víctor Tumi Coa,  
Director de la Institución Educativa las Flores  
Arequipa

Reciba un cordial saludo. Nos dirigimos a usted en calidad de estudiantes del Programa de Titulación de la Universidad Cesar Vallejo, donde actualmente desarrollamos nuestro proyecto de investigación como parte de los requisitos necesarios para obtener nuestro título profesional en la Carrera profesional de Ingeniería Civil.

El propósito de nuestra comunicación es solicitar su autorización para llevar a cabo una investigación en el ámbito del desempeño sísmico en la Institución Educativa Las Flores. Nuestra investigación tiene como objetivo evaluar el Desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la Institución Educativa y se llevará a cabo de acuerdo con los más altos estándares éticos y profesionales.

En este sentido, la colaboración de su organización sería de gran valor para nuestro proyecto, ya que, al permitirnos usar los planos de arquitectura de la Institución Educativa, contribuirá a que se pueda evaluar y analizar la estructura frente a un sismo, utilizando el análisis estático no lineal pushover. Estamos comprometidos a minimizar cualquier inconveniente y a garantizar que la investigación no interfiera con las actividades regulares de su organización. Además, cualquier dato o información confidencial que pueda surgir durante la investigación será tratado con la debida confidencialidad y no será divulgado sin su consentimiento explícito.

Apreciamos sinceramente su consideración de esta solicitud y estamos a su disposición para discutir cualquier aspecto de la investigación en detalle. Esperamos con interés la posibilidad de colaborar con su organización y de contribuir al avance del conocimiento científico en este campo.


Agradecemos de antemano su atención y respuesta a esta solicitud.

Atentamente,

Favi Karina Carrillo Chavez  
7003101477

Omar Luis Zamora Valeriano  
7003101176

## Anexo 5: Documento de aceptación para realizar investigación

  
**I.E. "LAS FLORES" CERRO COLORADO - AREQUIPA**  
**CÓDIGO MODULAR: 1795210 - 1696475 CÓDIGO DE LOCAL: 851279-863201**  
*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"*  
*"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

Cerro Colorado, 8 de Marzo del 2024.

**OFICIO N° 006-2024/ME/GR-AREQUIPA/GREA/DUGEAN/IES "LAS FLORES"/D**

**SEÑORES :** PROGRAMA DE TITULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ASUNTO :** AUTORIZACIÓN PARA USO DE INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA.

**REFERENCIA :** (1) EXPEDIENTE N° 011-2024 (06/03/2024)

---

Me es grato dirigirme a Ud. Con la finalidad de hacerle llegar un saludo cordial a nombre de la comunidad educativa Floreciana, y por intermedio del presente poner en su conocimiento lo siguiente:

Que, de acuerdo a lo solicitado en el documento de referencia, esta Institución OTORGA LA AUTORIZACIÓN, A la Srta. **FAVI KARINA CARRILLO CHAVEZ** y al Sr. **OMAR LUIS ZAMORA VALERIANO**, bachilleres de la carrera profesional de Ingeniería Civil, para que utilicen la siguiente información de la Institución:


- Nombre de la Institución Educativa
- Planos de arquitectura de la Institución Educativa


Esto con la finalidad de que puedan desarrollar su proyecto de tesis, para la obtención de su título profesional.


Así mismo ponemos de su conocimiento que dichos resultados del proyecto de tesis deberán hacer llegar en copia a nuestra institución.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterar a usted los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

  
**Milena Victor Tuesta Coa**  
DIRECTORA





---

**BICENTENARIO PERÚ 2021** A.P.V "Las Flores" Zona B- Mz. A Lt. I-Cerro Colorado-Arequipa / [lasfloresarequipa@gmail.com](mailto:lasfloresarequipa@gmail.com) / 962558682 - 951329855

## Anexo 6: Matriz evaluación por juicio de expertos

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS



### Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Guía de Observación Uno". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

#### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Emiliano Alex Ventura Cabana		
Grado profesional:	Maestría ( )	Doctor	( )
Área de formación académica:	Clínica ( )	Social	( )
	Educativa ( )	Organizacional	( )
Áreas de experiencia profesional:	Residente de Obra		
Institución donde labora:	Municipalidad Provincial de Condesuyos		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( x )		
	Más de 5 años ( )		

#### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

#### 3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Definición de propiedades no lineales
Autora:	Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis
Procedencia:	Elaboración Propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Institución Educativa Las Flores Arequipa
Significación:	El objetivo de esta guía de observación es definir las propiedades no lineales de los elementos estructurales que conforman la Institución Educativa Las Flores.

**4. Soporte teórico**

(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: Razon Área: Definición de propiedades no lineales	Definición de propiedades no lineales	Un análisis no lineal es aquel que considera el comportamiento tenso-deformacional de los materiales y la no linealidad geométrica, descartando de manera directa el principio de superposición.

**5. Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario Guía de Observación Uno elaborado por Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del Instrumento:** Definición de propiedades no lineales

- Primera dimensión: Definición de propiedades no lineales
- Objetivos de la Dimensión: El Objetivo es definir las propiedades no lineales de los elementos estructurales tanto del concreto como del acero.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Definición de propiedades no lineales	1	4	4	4	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el instrumento).

INDICADORES	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones

  
 -----  
**EMILIANO ALEX VENTURA CABANA**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 278520

Firma del evaluador  
DNI:29652708



## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Guía de Observación Uno". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Josualdo Carlos Villar Quiroz		
Grado profesional:	Maestría ( x )	Doctor	( )
Área de formación académica:	Clínica ( )	Social	( )
	Educativa ( )	Organizacional	( )
Áreas de experiencia profesional:	Docente en Universidad Cesar Vallejo		
Institución donde labora:	Universidad Cesar Vallejo		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( )	Más de 5 años	( x )

### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Definición de propiedades no lineales
Autora:	Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis
Procedencia:	Elaboración Propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Institución Educativa Las Flores Arequipa
Significación:	El objetivo de esta guía de observación es definir las propiedades no lineales de los elementos estructurales que conforman la Institución Educativa Las Flores.



4. Soporte teórico  
(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: Razon Área: Definición de propiedades no lineales	Definición de propiedades no lineales	Un análisis no lineal es aquel que considera el comportamiento tenso-deformacional de los materiales y la no linealidad geométrica, descartando de manera directa el principio de superposición.

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario Guía de Observación Uno elaborado por Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

*Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente*

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del Instrumento:** Definición de propiedades no lineales

- Primera dimensión: Definición de propiedades no lineales
- Objetivos de la Dimensión: El Objetivo es definir las propiedades no lineales de los elementos estructurales tanto del concreto como del acero.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Definición de propiedades no lineales	1	4	4	4	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el Instrumento).

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones



Firma del evaluador  
DNI: 40132759

## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Guía de Observación Uno". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del juez

<b>Nombre del juez:</b>	Bertin Mario Quicaña Garay		
<b>Grado profesional:</b>	Maestría ( x )	Doctor	( )
<b>Área de formación académica:</b>	Clínica ( )	Social	( )
	Educativa ( )	Organizacional	( )
<b>Áreas de experiencia profesional:</b>	Residente de Obra		
<b>Institución donde labora:</b>	Gobierno Regional de Arequipa		
<b>Tiempo de experiencia profesional en el área:</b>	2 a 4 años ( )	Más de 5 años	( x )

### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

<b>Nombre de la Prueba:</b>	Definición de propiedades no lineales
<b>Autora:</b>	Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis
<b>Procedencia:</b>	Elaboración Propia
<b>Administración:</b>	Presencial
<b>Tiempo de aplicación:</b>	4 horas
<b>Ámbito de aplicación:</b>	Institución Educativa Las Flores Arequipa
<b>Significación:</b>	El objetivo de esta guía de observación es definir las propiedades no lineales de los elementos estructurales que conforman la Institución Educativa Las Flores.

**4. Soporte teórico**  
(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: Razon Área: Definición de propiedades no lineales	Definición de propiedades no lineales	Un análisis no lineal es aquel que considera el comportamiento tenso-deformacional de los materiales y la no linealidad geométrica, descartando de manera directa el principio de superposición.

**5. Presentación de instrucciones para el juez:**

A continuación, a usted le presento el cuestionario Guía de Observación Uno elaborado por Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del Instrumento:** Definición de propiedades no lineales

- Primera dimensión: Definición de propiedades no lineales
- Objetivos de la Dimensión: El Objetivo es definir las propiedades no lineales de los elementos estructurales tanto del concreto como del acero.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Definición de propiedades no lineales	1	4	4	4	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el Instrumento).

INDICADORES	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones



Bertin M. Quispe Garay  
INGENIERO CIVIL  
R.O.C. 117523

Firma del evaluador  
DNI: 40609765

## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Guía de Observación Dos". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Manuel Julio Berlanga Barriga		
Grado profesional:	Maestría ( x )	Doctor	( )
Área de formación académica:	Clínica ( )	Social	( )
	Educativa ( )	Organizacional	( )
Áreas de experiencia profesional:	Docente universitario		
Institución donde labora:	Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años	( )	
	Más de 5 años	( x )	

### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Reforzamiento estructural
Autora:	Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis
Procedencia:	Elaboración Propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Institución Educativa Las Flores Arequipa
Significación:	El objetivo de esta guía de observación es el reforzamiento estructural de los elementos que no cumplan con el reglamento de seguridad sismo resistente, para de esta forma garantizar la seguridad y la funcionalidad de la estructura.

#### 4. Soporte teórico

(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: Razón Área: Reforzamiento estructural	Reforzamiento de elementos estructurales	El reforzamiento estructural consiste en incrementar la capacidad de carga y servicialidad de una estructura.

#### 5. Presentación de Instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario Guía de Observación Dos elaborado por Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente



1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del Instrumento:** Reforzamiento de elementos estructurales

- Primera dimensión: Reforzamiento de elementos estructurales
- Objetivos de la Dimensión: El Objetivo es el reforzamiento de los elementos estructurales que no cumplen las solicitaciones de carga y servidabilidad.

Indicadores	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Reforzamiento de elementos estructurales	1	4	4	4	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el Instrumento).

INDICADORES	Item	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones

Firma del evaluador  
**Manuel Julio Berlanga Barriga**  
CIP: 137425  
DNI: 06293362



## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Guía de Observación Dos". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Emiliano Alex Ventura Cabana		
Grado profesional:	Maestría ( )	Doctor	( )
Área de formación académica:	Clínica ( )	Social	( )
	Educativa ( )	Organizacional	( )
Áreas de experiencia profesional:	Docente universitario		
Institución donde labora:	Universidad Cesar Vallejo		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( x )	Más de 5 años	( )

### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Reforzamiento estructural
Autora:	Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis
Procedencia:	Elaboración Propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Institución Educativa Las Flores Arequipa
Significación:	El objetivo de esta guía de observación es el reforzamiento estructural de los elementos que no cumplan con el reglamento de seguridad sismo resistente, para de esta forma garantizar la seguridad y la funcionalidad de la estructura.

#### 4. Soporte teórico

(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: Razón Área: Reforzamiento estructural	Reforzamiento de elementos estructurales	El reforzamiento estructural consiste en incrementar la capacidad de carga y servicialidad de una estructura.

#### 5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario Guía de Observación Dos elaborado por Camillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del Instrumento:** Reforzamiento de elementos estructurales

- Primera dimensión: Reforzamiento de elementos estructurales
- Objetivos de la Dimensión: El Objetivo es el reforzamiento de los elementos estructurales que no cumplen las solicitaciones de carga y servidabilidad.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Reforzamiento de elementos estructurales	1	4	4	4	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el instrumento).

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones



EMILIANO ALEX VENTURA CABANA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 278520

Firma del evaluador  
DNI:29652708

## Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Guía de Observación Dos". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Bertin Mario Quicaña Garay		
Grado profesional:	Maestría ( x )	Doctor	( )
Área de formación académica:	Clínica ( )	Social	( )
	Educativa ( )	Organizacional	( )
Áreas de experiencia profesional:	Residente de Obra		
Institución donde labora:	Gobierno Regional de Arequipa		
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años ( )	Más de 5 años	( x )

### 2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Reforzamiento estructural
Autora:	Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis
Procedencia:	Elaboración Propia
Administración:	Presencial
Tiempo de aplicación:	4 horas
Ámbito de aplicación:	Institución Educativa Las Flores Arequipa
Significación:	El objetivo de esta guía de observación es el reforzamiento estructural de los elementos que no cumplan con el reglamento de seguridad sismo resistente, para de esta forma garantizar la seguridad y la funcionalidad de la estructura.

4. Soporte teórico  
(describir en función al modelo teórico)

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Escala: Razón Área: Reforzamiento estructural	Reforzamiento de elementos estructurales	El reforzamiento estructural consiste en incrementar la capacidad de carga y servicialidad de una estructura.

5. Presentación de Instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario Guía de Observación Dos elaborado por Carrillo Chavez Favi Karina y Zamora Valeriano Omar Luis en el año 2023. De acuerdo con los siguientes Indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

**Dimensiones del Instrumento:** Reforzamiento de elementos estructurales

- Primera dimensión: Reforzamiento de elementos estructurales
- Objetivos de la Dimensión: El Objetivo es el reforzamiento de los elementos estructurales que no cumplen las solicitaciones de carga y servidabilidad.

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Reforzamiento de elementos estructurales	1	4	4	4	

- Segunda dimensión: (Colocar el nombre de la dimensión)
- Objetivos de la Dimensión: (describa lo que mide el instrumento).

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones



Bertin M. Quicaza Garay  
INGENIERO CIVIL  
R.P. 117523

Firma del evaluador  
DNI: 40609765

## Anexo 7. Reporte de similitud en software Turnitin



### **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

#### **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Desempeño sísmico por análisis no lineal pushover de la  
Institución Educativa Las Flores Arequipa**

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

#### **AUTORES:**

Carrillo Chavez, Favi Karina ([orcid.org/0009-0007-2194-2119](https://orcid.org/0009-0007-2194-2119))

Zamora Valeriano, Omar Luis ([orcid.org/0009-0009-2575-7265](https://orcid.org/0009-0009-2575-7265))

#### **ASESOR:**

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos ([orcid.org/0000-0003-3392-9580](https://orcid.org/0000-0003-3392-9580))

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

#### **LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA - PERÚ**

**2024**

### Resumen de coincidencias

# 14 %

Se están viendo fuentes estándar

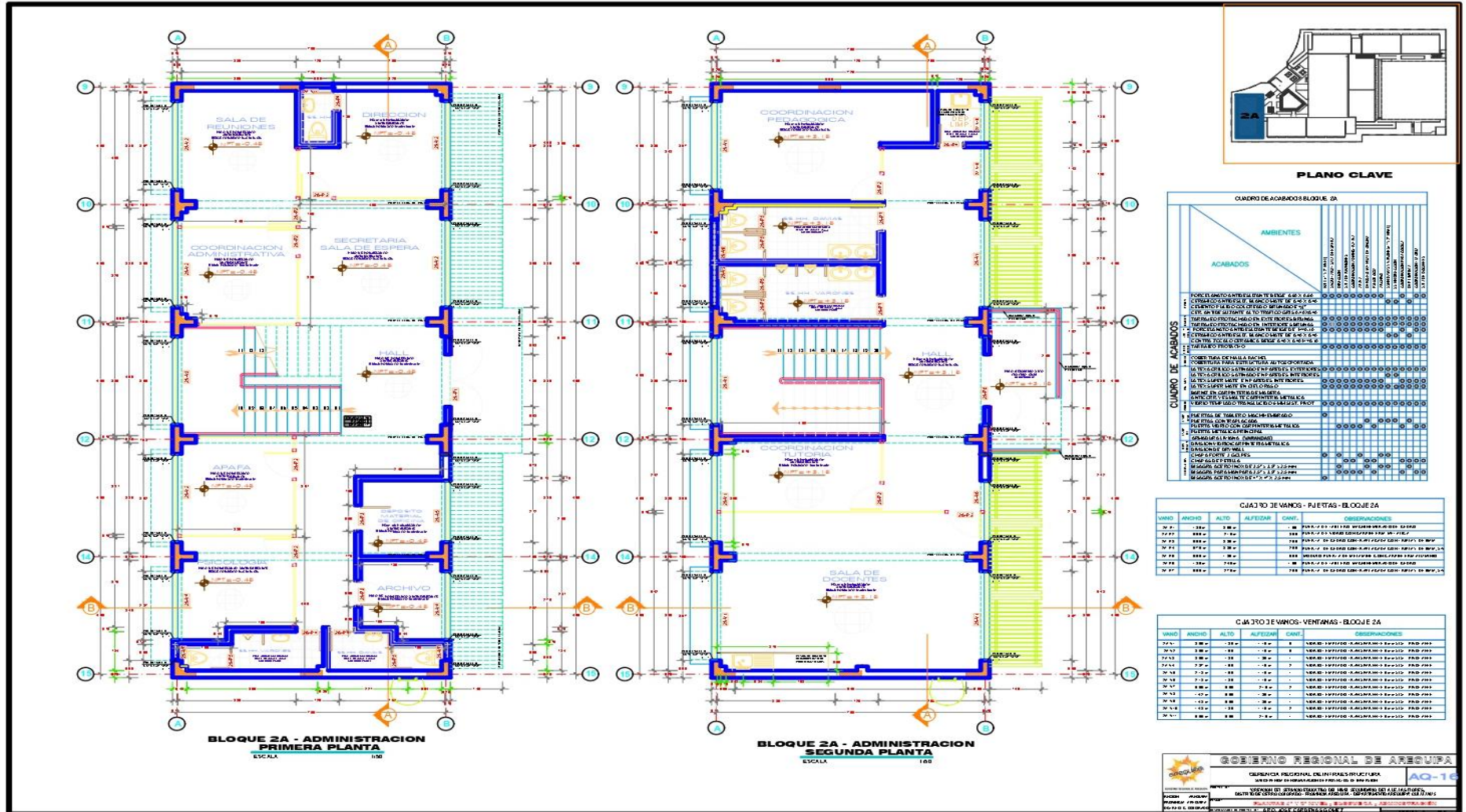
Ver fuentes en inglés

#### Coincidencias

1	hdl.handle.net	Fuente de Internet	6 %
2	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	2 %
3	repositorio.continental...	Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de Internet	1 %
5	Entregado a University ...	Trabajo del estudiante	<1 %
6	repositorio.unh.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.upn.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
8	Entregado a uncedu	Trabajo del estudiante	<1 %
9	repositorio.upla.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
10	qdoc.tips	Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.ug.edu.ec	Fuente de Internet	<1 %
12	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	<1 %
13	doku.pub	Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.usanpedro...	Fuente de Internet	<1 %
15	Lovera Martinez, Luis G...	Publicación	<1 %
16	repositorio.usmp.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %

Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado

# Anexo 8. Planos de arquitectura del pabellón 2A de la Institución Educativa Las Flores





**Anexo 9: Panel fotográfico**



