

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis del comportamiento sísmico mediante el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de 3 niveles en la I. E. San Ramón en la ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura, 2024**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

**Bach. Jesus Lee HINOSTROZA CALERO**

**Bach. Emilio Noe RIOS HOYOS**

**Asesor:**

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA**

**Cerro de Pasco - Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Análisis del comportamiento sísmico mediante el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de 3 niveles en la I. E. San Ramón en la ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura, 2024**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. José German RAMIREZ MADRANO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Lucio ROJAS VITOR**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CÓRDOVA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 172-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Análisis del comportamiento sísmico mediante el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de 3 niveles en la I. E. San Ramón en la ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura, 2024**

Apellidos y nombres de los tesisas:

**Bach. RIOS HOYOS, Emilio Noe**  
**Bach. HINOSTROZA CALERO, Jesus Lee**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Dr. CONDOR GARCIA, Hildebrando Anival**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**3%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 16 de agosto del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA  
CACERES Reynaldo FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 16.08.2024 11:15:33 -05:00

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, mis padres y a mis tíos, que al transcurrir mi carrera profesional siempre estuvieron apoyándome y dando aliento a seguir, para poder cumplir con mis metas, siempre será un camino complicado, pero no imposible, pero al final de todo proceso está la recompensa esperándonos, solo tenemos que ser perseverantes en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a Dios en todo momento por darnos vida y buena salud para poder desarrollar y culminar este proyecto de investigación.

Agradezco a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por la enseñanza impartida, por formarme como profesional competente, que con sus valores y enseñanzas educativas me permiten desenvolverme con éxito en el ámbito profesional.

Agradecer a mi asesor Hildebrando Anival CÓNDOR GARCÍA que con su guía me permitió a mi persona hacer una investigación concienzuda y seria, me permitió aplicar todas las herramientas de gestión aprendidas en la Universidad.

Así mismo, un agradecimiento especial a los ingenieros que, al transcurrir de mi carrera profesional, me han transmitido conocimientos y valores para ser un profesional competente.

## RESUMEN

Esta investigación el objetivo fundamental fue de evaluar el desempeño estructural empleando el análisis estático no lineal del módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura. No se busca cuestionar la norma E-030 de diseño sismorresistente en la presente investigación, lo que se busca es hallar el peligro sísmico mediante la evaluación del desempeño de la estructura considerando como referencia la norma E-030. Se comenzó con un análisis lineal, luego se realizó un análisis no lineal con referencia la Norma Técnica Peruana E - 030, el comité VISION 2000 y FEMA 440. El modelamiento computacional se realizó mediante la aplicación del Programa Etabs V.20, donde se definió las propiedades no lineales utilizando rotulas tipo fibra para los elementos estructurales, donde se obtuvo las rotulas plásticas y de igual forma la curva de capacidad. Teniendo como resultados en la dirección X un desplazamiento de 0.176 m generado por una cortante en la base de 769.609 tn y en la dirección Y se genera un desplazamiento de 0.522 m generado por una cortante en la base de 10954.51 tn. Utilizando el método de espectro capacidad se determinó el punto de desempeño y con la utilización del SEAOC se obtuvo un estado funcional para la dirección X y un estado totalmente operacional en la dirección Y. De igual forma se concluye que la edificación cumple con los objetivos propuestos por el SEAOC.

**Palabras clave:** Desempeño sísmico, SEAOC, Pushover, nivel de desempeño.

## **ABSTRACT**

The fundamental objective of this research was to evaluate the structural performance using non-line static analysis of the 3-level module III in the I.E. San Ramón in the City of Chulucanas in the department of Piura. The aim is not to question the E - 030 standard of earthquake-resistant design in this research, what is sought is to find the seismic danger by evaluating the performance of the structure considering the E-030 standard as a reference. It began with a linear analysis, then a non-linear analysis was carried out with reference to the Peruvian Technical Standard E-030, the VISION 2000 committee and FEMA 440. The computational modeling was carried out through the application of the Etabs V.20 Program, where the non-linear properties were defined using fiber-type hinges for the structural elements, where the plastic hinges and the capacity curve were obtained. Having as results in the X direction a displacement of 0.176 m generated by a shear at the base of 769,609 tn and in the Y direction, a displacement of 0.522 m is generated, generated by a shear at the base of 10954.51 tn. Using the capacity spectrum method, the performance point was determined and with the use of the SEAOC a functional state was obtained for direction X and a fully operational state in direction Y. Likewise, it is concluded that the building meets the proposed objectives. by SEAOC.

**Keywords:** Seismic performance, SEAOC, Pushover, performance level.

## INTRODUCCIÓN

El tema por abarcar en esta investigación trata de la aplicación del método Pushover, siendo una de las opciones de los complicados métodos para evaluar el comportamiento de las edificaciones en un estado inelástico. Mediante el análisis estructural el método Pushover o también llamado Empujón facilita todos los procedimientos y simplifica ciertos criterios para poder modelar la estructura.

El objetivo de este estudio es de determinar el desempeño sísmico estructural del módulo III de 3 niveles de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura.

La importancia de aplicar el método Pushover, es de obtener la curva de capacidad de dicha estructura del cual podemos obtener el desempeño de la estructura existente, de esta manera podemos tener una respuesta precisa sobre el daño probable que se puede producir ante un sismo.

Para poder desarrollar el objetivo en estudio vamos a interpretar la curva de capacidad que obtenemos del Análisis Estático Pushover, donde utilizaremos la propuesta de sectorizar la curva de capacidad en la cual podemos obtener el punto de desempeño y el estado funcional según SEAOC.

El cumplimiento de la Norma E-030 se da al analizar el comportamiento Sísmico Estático No Lineal Pushover del módulo III de 3 niveles en la Institución Educativa San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura, 2024, con respecto a su objetivo del no colapso.

Se realizó en el primer capítulo el planteamiento, formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, delimitación del proyecto, hipótesis y variables. En el segundo capítulo se analizó los antecedentes de investigación y las bases teóricas. En el tercer capítulo se vio la metodología. En el cuarto capítulo se desarrollaron los

resultados y discusiones. En el quinto capítulo se desarrollaron las conclusiones y recomendaciones, luego se vio la bibliografía y los anexos.

Esta investigación servirá para otros trabajos futuros en el análisis del comportamiento sísmico en el rango inelástico, desarrollando el modelamiento en el software Etabs para el módulo III.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	2
1.2.1.	Conceptual .....	2
1.2.2.	Espacial .....	3
1.3.	Formulación del problema .....	3
1.3.1.	Problema general .....	4
1.3.2.	Problemas específicos .....	4
1.4.	Formulación de objetivos .....	4
1.4.1.	Objetivo general .....	4
1.4.2.	Objetivos específicos .....	4
1.5.	Justificación de la investigación .....	5
1.5.1.	Justificación técnica .....	5
1.5.2.	Justificación teórica .....	5
1.5.3.	Justificación social .....	5
1.5.4.	Justificación económica .....	6
1.5.5.	Justificación científica .....	6
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	6

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de investigación .....	8
2.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	8
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	10

2.2.	Bases teóricas – científicas .....	12
2.2.1.	Modelos constructivos .....	12
2.2.2.	Generalidades de diseño sismo resistente de la norma E030.....	15
2.2.3.	Análisis lineal .....	16
2.2.4.	Demanda sísmica .....	18
2.2.5.	Desempeño Sísmico.....	23
2.2.6.	Análisis no Lineal .....	28
2.3.	Definición de términos básicos.....	38
2.4.	Formulación de hipótesis .....	47
2.4.1.	Hipótesis general.....	47
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	47
2.5.	Identificación de las variables .....	48
2.5.1.	Variable Independiente .....	48
2.5.2.	Variable Dependiente .....	48
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	51

### CAPITULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	53
3.2.	Nivel de investigación .....	54
3.3.	Métodos de investigación .....	54
3.4.	Diseño de investigación.....	54
3.4.1.	Diseño No experimental .....	54
3.5.	Población y muestra.....	55
3.5.1.	Población .....	55
3.5.2.	Muestra .....	55
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	55
3.6.1.	Técnicas de Gabinete .....	56
3.6.2.	Técnicas de Campo .....	56
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	56
3.8.	Tratamiento estadístico.....	56
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	56

### CAPITULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	58
------	---------------------------------------	----

4.1.1. Ubicación Colegio San Ramón.....	58
4.1.2. Descripción del proyecto gráficamente .....	59
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	71
4.2.1. Modelamiento computacional de la estructura existente en Etabs .....	71
4.3. Prueba de hipótesis .....	89
4.3.1. Definición de parámetros sísmico según la Norma E030.....	89
4.3.2. Propuesta del modelamiento computacional análisis no lineal para el diseño por desempeño.....	104
4.4. Discusión de resultados .....	128
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Movimiento Sísmico de Diseño .....	19
Tabla 2 Estado de daño y niveles de desempeño .....	24
Tabla 3 Objetivos de desempeño sísmico .....	26
Tabla 4 Valores de desplazamientos objetivos máximos para niveles de desempeño ...	27
Tabla 5 Niveles de demanda sísmica.....	27
Tabla 6 Desplazamientos objetivos máximos según sus niveles de desempeño.....	38
Tabla 7 Operacionalización de la Variable Independiente.....	51
Tabla 8 Operacionalización de la Variable Dependiente .....	52
Tabla 9 Sistemas Estructurales .....	61
Tabla 10 Pesos propios de la estructura según reglamento de la NTP E0.020 .....	72
Tabla 11 Cargas Muertas en kg/m <sup>2</sup> en cuenta según la NTP E0.020 .....	72
Tabla 12 Cargas Vivas por kg/m <sup>2</sup> en cuenta según la NTP E0.020.....	72
Tabla 13 Verificación de refuerzos de vigas existentes “hoja de resumen - 1” .....	85
Tabla 14 Verificación de refuerzos de las vigas existentes “hoja de resumen - 2” .....	85
Tabla 15 Verificación de refuerzos de las vigas existentes “hoja de resumen - 3” .....	86
Tabla 16 Verificación de refuerzos de las columnas existentes .....	88
Tabla 17 Factor de zona “Z” .....	91
Tabla 18 Factor de Uso para edificaciones.....	92
Tabla 19 Factor de suelo.....	93
Tabla 20 Periodos T <sub>p</sub> y T <sub>l</sub> .....	93
Tabla 21 Resumen de rigidez lateral de placas y columnas .....	93
Tabla 22 Parámetros Sismorresistentes Según E-030 .....	96
Tabla 23 Máximos desplazamientos en la dirección X – X .....	101
Tabla 24 Máximos desplazamientos en la dirección Y – Y .....	102
Tabla 25 Verificación del Sistema Estructural.....	102
Tabla 26 Cortante en la base .....	103
Tabla 27 Peso por piso .....	104
Tabla 28 Modos de vibración .....	104
Tabla 29 Parámetros sísmicos para un sismo raro.....	125
Tabla 30 Desplazamiento y fuerzas de la estructura ante un sismo peruano dirección X .....	127

Tabla 31 Desplazamiento y fuerzas de la estructura ante un sismo peruano dirección X .....	127
Tabla 32 Objetivos de niveles de desempeño.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto, Modelo Hognestad .....	13
Figura 2 Curva de esfuerzo deformación en barras de refuerzo.....	14
Figura 3 Planteamiento procedente de la Norma E030 .....	17
Figura 4 Peligro sísmico .....	20
Figura 5 Región Norte del Perú, Mapa Sísmico.....	22
Figura 6 Mapa de isosistas sismo 30 de julio del 2021 (M6.1).....	23
Figura 7 Sectorización de la curva capacidad .....	25
Figura 8 Descripción de graficas de una estructura ideal y real.....	28
Figura 9 Análisis sísmicos, procedimiento.....	29
Figura 10 Cargas laterales de entre piso.....	30
Figura 11 Rotulas plásticas.....	30
Figura 12 Desempeño estructural por medio de cargas laterales .....	31
Figura 13 Curva de Capacidad idealizada .....	32
Figura 14 Curva de capacidad .....	33
Figura 15 Curva de capacidad, formulación de rótulas.....	35
Figura 16 Curva de capacidad, punto de desempeño .....	36
Figura 17 Ubicación del Colegio San Ramón .....	58
Figura 18 Ubicación Geográfica del colegio San Ramón .....	59
Figura 19 Modulo III.....	60
Figura 20 Plano de estructura primer nivel, vista en planta .....	63
Figura 21 Plano de estructura segundo nivel, vista en planta.....	64
Figura 22 Plano de estructura tercer nivel, vista en planta.....	65
Figura 23 Plano de estructura, secciones de columnas y vigas .....	66
Figura 24 Plano de estructura secciones de vigas de primer nivel en el sentido Y-Y....	67
Figura 25 Plano de estructura secciones de vigas de segundo nivel en el sentido Y-Y .	68
Figura 26 Plano de estructura secciones de vigas de tercer nivel en el sentido Y-Y .....	69
Figura 27 Plano de estructura secciones de vigas en los tres niveles en el sentido X-X	70
Figura 28 Modelamiento tridimensional .....	73
Figura 29 Modelamiento, planta de primer piso .....	73
Figura 30 Modelamiento, planta de segundo piso.....	74
Figura 31 Modelamiento, planta de tercer piso .....	74
Figura 32 Modelamiento, elevación eje A-A y G-G .....	75

Figura 33 Modelamiento, elevación eje 1-1 y 3-3.....	75
Figura 34 Aceros de refuerzos.....	76
Figura 35 Secciones de vigas 100 – 200 – 300 .....	76
Figura 36 Detalles, Vigas 102 – 202 – 302 .....	78
Figura 37 Secciones en los ejes VA-1 .....	81
Figura 38 Cumbreira (20 x 50).....	82
Figura 39 Sección de VB (15 x 70).....	83
Figura 40 Sección de VP (15 x 80) .....	83
Figura 41 Detalles de la columna C1A eje G – G .....	86
Figura 42 Detalles de la columna C1A eje A – A .....	87
Figura 43 Detalles de la columna C4 .....	87
Figura 44 Detalles de la Columnas CT1A.....	88
Figura 45 Visualización lateral de columnas y vigas .....	89
Figura 46 Visualización lateral de columnas y vigas .....	89
Figura 47 Espectros de respuesta en la dirección Y .....	90
Figura 48 Espectro de respuesta en la dirección X.....	91
Figura 49 Estimación de Peso .....	95
Figura 50 Grados de libertad .....	97
Figura 51 Cargas vivas de aulas, Asignación.....	97
Figura 52 Cargas vivas de pasadizos, Asignación.....	98
Figura 53 Cargas vivas de Techo, Asignación .....	98
Figura 54 Cargas Muertas, Asignación .....	98
Figura 55 Cargas Muertas, tabiquería en las vigas centrales dirección Y .....	99
Figura 56 Cargas Muertas, tabiquería en las vigas centrales dirección X eje 1 .....	99
Figura 57 Cargas Muertas, tabiquería en las vigas centrales dirección X eje 3 .....	99
Figura 58 Patrones de carga, definición .....	100
Figura 59 Masa, definición.....	100
Figura 60 Casos de carga.....	101
Figura 61 Primer modo de vibración.....	105
Figura 62 Segundo modo de vibración.....	105
Figura 63 Carga gravitacional .....	106
Figura 64 Pushover X.....	106
Figura 65 Pushover Y .....	107
Figura 66 Definición Marco – No Lineales Hinges .....	108

Figura 67 Datos de Propiedades para FIBER.....	108
Figura 68 Datos de Propiedades para FIBER.....	108
Figura 69 Visualización de las primeras rotulas plásticas.....	109
Figura 70 Formación de Rotula plástica de la viga VA-1 – Dirección “X”, piso 1 .....	109
Figura 71 Mecanismo de daño estructural en vigas, en el primer piso .....	110
Figura 72 Rotula producida ante del colapso en la VA-1 - Dirección “X”, piso 1 .....	110
Figura 73 Mecanismo de daño estructural en columnas .....	110
Figura 74 Formación de Rotula plástica M3 en la columna CL - Dirección “X” .....	111
Figura 75 Formulaci3n de rotulas en el eje 1-1 en el paso 65 .....	111
Figura 76 Formulaci3n de rotulas en el eje 1-1 en el paso 100.....	111
Figura 77 Formulaci3n de rotulas en el eje 1-1 en el paso 140.....	112
Figura 78 Formulaci3n de rotulas en el eje 1-1 en el paso 230.....	112
Figura 79 Formulaci3n de rotulas en el eje 1-1 en el paso 350.....	113
Figura 80 Formulaci3n de rotulas en el eje 1-1 en el paso 386.....	113
Figura 81 Exhibici3n de las primeras rotulas plásticas en el segundo piso.....	114
Figura 82 Formaci3n de Rotula plástica M3 en la columna CT en el segundo piso....	114
Figura 83 Mecanismo de daño estructural en la columna en el primer nivel.....	114
Figura 84 Formaci3n de R3tula plástica antes del colapso M3 en la columna CL, piso 1 .....	115
Figura 85 Mecanismo de daño estructural en Vigas en el tercer nivel.....	115
Figura 86 Formaci3n de Rotula plástica antes del colapso M3 en la viga VA, piso 3.	116
Figura 87 Formulaci3n de rotulas en el eje D-D en el paso 50 Y 100 .....	116
Figura 88 Formulaci3n de rotulas en el eje D-D en el paso 150 Y 230 .....	116
Figura 89 Formulaci3n de rotulas en el eje D-D en el paso 300 Y 374.....	117
Figura 90 Formulaci3n de rotulas en el eje A-A en el paso 50 Y 100 .....	118
Figura 91 Formulaci3n de rotulas en el eje A-A en el paso 150 Y 230 .....	118
Figura 92 Formulaci3n de rotulas en el eje A-A en el paso 300 Y 374 .....	118
Figura 93 Pushover X, curva de capacidad .....	119
Figura 94 Desplazamiento del punto de colapso en la direcci3n X en el eje 1-1.....	119
Figura 95 Nudo ultimo de falla ante el colapso, Viga VA-1, Piso 3 en la direcci3n X	120
Figura 96 Pushover Y, curva de capacidad .....	121
Figura 97 Desplazamiento del punto de colapso en la direcci3n Y en su eje D.....	121
Figura 98 Desplazamiento del punto de colapso en la direcci3n Y en su eje A.....	122
Figura 99 Nudo ultimo de falla ante el colapso, Viga VA-1, Piso 3 en el eje D.....	122

Figura 100 Dirección X, curva de capacidad idealizada .....	123
Figura 101 Dirección Y, curva de capacidad idealizada .....	123
Figura 102 Dirección X, Sectorización de la curva de capacidad Pushover .....	124
Figura 103 Dirección Y, Sectorización de la curva de capacidad Pushover .....	124
Figura 104 Definición de parámetros para un sísmicos raro .....	125
Figura 105 Dirección X, desempeño estructural ante un sismo peruano .....	125
Figura 106 Dirección Y, desempeño estructural ante un sismo peruano .....	126

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

Los desastres naturales han ocurrido en el transcurso de los años con más frecuencia, pero estos fenómenos naturales no pueden causar daño mientras entendemos cómo funciona la naturaleza y creamos nuestro entorno en consecuencia, es decir, necesitamos saber cómo la estructura puede soportar estos fenómenos. Estos terremotos vienen hacer los resultados de fuerzas naturales, provocadas por la liberación de energía a medida que el planeta evoluciona.

Actualmente, la gente ha ampliado su comprensión de los fenómenos sísmicos sobre:

El mecanismo de formación, los lugares donde ocurrieron, su intensidad y magnitud. Puesto que, ahora hay mapas sísmicos en la tierra que nos proporcionan información sobre su área sísmica. Por otro lado, es necesario considerar la interacción de las placas tectónicas que pueden dar origen a eventos sísmicos y causar vibraciones perjudiciales a los edificios de acuerdo a la cantidad de energía

liberada. Debido a esto, los edificios deben poseer una respuesta sísmica adecuadas.

En nuestro país existen diversas edificaciones con usos de actividad educativas que no cuentan con un diseño estructural con la Norma Peruana actualizada, mayormente las edificaciones construidas en los años 1990 en la Época Republicana, corresponde a una gran diversidad de tipología constructiva y estructural edificada, el ámbito de este estudio está inmerso en una zona de amenazas sísmica, y cuya área de acumulación de energía podría dar a un evento de magnitud superior mayor 6.1 Mw. similar al terremoto de julio 2022 ocurrido en Sullana Ciudad ubicada en la región de Piura; por lo cual, considerando la historia sísmica y al tamaño de los posibles sismos a ocurrir traería como consecuencia esforzar a la estructura y por ende obtener desempeños altos a las edificaciones aledañas y que en algunos casos no estarían preparadas para soportar dichas solicitaciones.

A partir de la década del 60 los edificios en el Perú se construyen con criterios sismos resistentes; sin embargo, estos edificios no han experimentado los efectos de un sismo severo.

Para el análisis estructural, la Norma Técnica peruana requiere únicamente análisis estático lineal; Usándolo, no podemos cuantificar los posibles daños de una estructural frente a un sismo, ya que el análisis se basa únicamente en deflexiones inelásticas que limitan el desplazamiento lateral del edificio.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Conceptual**

Para evaluar la primera y segunda variable, que son el Análisis No Lineal Estático (Pushover) y el análisis del comportamiento sísmico, procedemos en base

el Reglamento Nacional de Edificaciones, principalmente usando la Norma Diseño Sismorresistente E-030.

### **1.2.2. Espacial**

El módulo 3 de colegio San Ramón ubicada en el Jr. Apurímac en la provincia de Morropón en el departamento de Piura, como tenemos esta referencia se tomarán los parámetros sísmicos de Zonificación Sísmica correspondiente de la estructura según la Norma E-030 y con relación a los parámetros del expediente técnico del I.E. San Ramón.

### **1.3. Formulación del problema**

El principal motivo de este estudio, es de realizar la evaluación del desempeño estructural del módulo III en el rango inelástico de la I.E. San Ramón, debido a eso se hará una predicción del desempeño de la estructura frente a un sismo raro.

La principal preocupación de los profesionales asociados al evaluar el desempeño estructural de una edificación, tiene el propósito de obtener el nivel de desempeño ante las sollicitaciones sísmicas, ya que estos eventos sísmicos someten a los edificios a cargas laterales provocando grandes esfuerzos y esto puede observarse en sus rótulas plásticas de sus elementos estructurales. Debido a esto los edificios presentan daños severos hasta llegar al colapso total.

En los métodos tradicionales que utilizamos para los diseños estructurales no brindan información para analizar efectos de cargas laterales monotónicas, por ello se hace uso de otros análisis como el Pushover para obtener información adicional de la estructural, que nos permite encontrar su capacidad última, y mediante ello predecir su resistencia y capacidad de deformación. Debido a la falta de recursos para analizar un edificio a escala real, en este estudio se emplea un

análisis computacional, que mediante estudios se han demostrado buenas aproximaciones a los resultados empíricos. Teniendo así la certeza de obtener resultados objetivos que nos permita desarrollar esta investigación.

### **1.3.1. Problema general**

**P.G.:** ¿Cuáles son los desempeños estructurales del módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura, 2024?

### **1.3.2. Problemas específicos**

**P.E.1.:** ¿Es posible verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas?

**P.E.2.:** ¿Cómo determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas?

**P.E.3.:** ¿Cuáles son los niveles de desempeño del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas frente a un sismo raro?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

**O.G.:** Determinar los desempeños estructurales del módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura, 2024.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

**O.E.1.:** Verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas.

**O.E.2.:** Determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas.

**O.E.3.:** Determinar los niveles de desempeño sísmico del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas frente a un sismo raro.

## **1.5. Justificación de la investigación**

Esta investigación se justifica de diferentes formas, dando importancia plena y eficiente de la investigación para ello contamos con los siguientes tipos de justificaciones:

### **1.5.1. Justificación técnica**

Las principales razones que me lleva a escoger este tema del comportamiento Estático No Lineal Pushover es la falta de aplicación del rengu inelástico en las edificaciones, la técnica Pushover consiste en forzar la estructura hasta su límite de una forma controlada aplicando cargas incrementales hasta llegar a su estado limite, por lo que nos ofrece un análisis más profundo del desempeño de la estructura. La investigación se realiza con el fin de verificar en qué estado se encuentra la estructura frente a un sismo peruano.

### **1.5.2. Justificación teórica**

La justificación teórica de esta investigación es de aplicar el método de espectro capacidad y la sectorización de la curva de capacidad propuesta por el SEAOC, dicha propuesta nos ayuda a reducir drásticamente los procedimientos para obtener de la estructura el punto de desempeño.

### **1.5.3. Justificación social**

La presente tesis desarrollada tiene como finalidad de verificar que la estructura de la edificación sea segura para la cual se destinó y pueda brindar un servicio de resguardar la vida humana ante un evento sísmico.

#### **1.5.4. Justificación económica**

Se justifica de forma económica, porque por medio del análisis del comportamiento sísmico podemos evitar tener gastos por daños ocasionados en la estructura y por pérdidas humanas ante un evento sísmico.

#### **1.5.5. Justificación científica**

En el presente estudio dado, se busca calibrar el análisis numérico (Análisis No Lineal Estático) para el módulo III, y poder obtener el desempeño estructural, de manera que otras investigaciones puedan encontrar el desempeño estructural partiendo de mi aporte de investigación.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La investigación de la tesis "Análisis del comportamiento sísmico mediante el análisis estático no lineal (PUSHOVER) del módulo III de 3 niveles en la I. E. San Ramón en la ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura, 2024" enfrenta varias limitaciones, entre las que se incluyen:

- **Acceso a datos:** La disponibilidad de datos históricos sobre la actividad sísmica en la región de Chulucanas puede ser limitada, lo que dificulta la precisión del análisis sísmico y la predicción de posibles escenarios futuros.
- **Limitaciones del modelo estructural:** La precisión del análisis PUSHOVER depende en gran medida de la exactitud del modelo estructural utilizado. La falta de información detallada sobre el diseño y la construcción del módulo III de la I. E. San Ramón podría resultar en un modelo simplificado que no refleje completamente el comportamiento real de la estructura.
- **Complejidad del análisis no lineal:** El análisis estático no lineal (PUSHOVER) es una técnica avanzada que requiere experiencia y conocimientos especializados para su implementación adecuada. La falta de

experiencia en este tipo de análisis por parte del investigador o del equipo de investigación podría afectar la precisión de los resultados.

- **Limitaciones de recursos:** La realización de un análisis PUSHOVER puede requerir recursos computacionales significativos, incluyendo software especializado y capacidades de modelado avanzadas. Limitaciones en términos de acceso a estos recursos podrían restringir la profundidad o la complejidad del análisis realizado.
- **Consideraciones de seguridad y ética:** La investigación implica la evaluación del comportamiento sísmico de una estructura escolar, lo que plantea consideraciones éticas y de seguridad importantes. Es fundamental garantizar que el análisis y las conclusiones obtenidas no comprometan la seguridad de los estudiantes, el personal o las instalaciones de la escuela.
- **Interpretación de los resultados:** La interpretación de los resultados del análisis PUSHOVER puede ser compleja y subjetiva, especialmente en lo que respecta a la evaluación de la capacidad sísmica de la estructura y la identificación de posibles vulnerabilidades. La falta de criterios claros o estándares establecidos para la interpretación de estos resultados podría dificultar la formulación de conclusiones sólidas y significativas.
- **Generalización de resultados:** Los resultados obtenidos de este análisis pueden estar específicamente vinculados al módulo III de la I. E. San Ramón en Chulucanas y pueden no ser directamente aplicables a otras estructuras o contextos sísmicos. La generalización de los hallazgos a otras situaciones requiere un análisis cuidadoso y puede estar sujeta a limitaciones adicionales.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

- **(Riffo 2020)** En su disertación evaluó el desempeño sísmico utilizando un método introducido por la norma FEMA P695 y la propuesta ATC-40, que implicó la aplicación de análisis no lineal. Para obtener resultados válidos, los autores confirmaron que solo la estructura de 5 pisos cumplía con las regulaciones FEMA P695 y concluyeron que los factores utilizados en el diseño de la estructura cumplían con la normativa del FEMA P695 y proporcionaban un excelente rendimiento sísmico.
- **(Duarte, Martínez y Santamaría 2017)** en su tesis evaluaron la capacidad estructural utilizando el Análisis Estático No Lineal Pushover como método para obtener la respuesta a cargas sísmicas, que incluyó la inclusión de cargas laterales adicionales en la estructura de diseño, todo de acuerdo con las regulaciones de FEMA y la propuesta de ATC. Para obtener resultados válidos, los autores de la tesis concluyeron que su desplazamiento estructural es de

15,89 cm y que se encuentra en condiciones seguras para cumplir con el rendimiento y la protección de la vida.

- **(Orellana y Parra Mora 2017)** en su tesis evaluaron el desempeño inducido por la respuesta sísmica de estructuras rígidas de concreto armado en la ciudad de Cuenca utilizando análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal además del programa SAP 2000. El Norma de Construcción Ecuatoriano, en el que los puntos de desempeño se determinan según el Reglamento FEMA 440 y ATC 40, concluyó de los resultados obtenidos que revelaron que la deflexión estaba dentro de límites aceptables, pero no cumplía con las características sísmicas de estructuras esenciales, ya que la estructura no sería capaz de soportar la carga generadas por un movimiento sísmico.
- **(Quinto y Chaverra 2022)** en su tesis, evaluó el análisis estático no lineal de un edificio existente de tres pisos utilizando el método Pushover. Utilizando el método Pushover y FEMA 440, obtuvieron que para un sistema de pórticos se tuvo un nivel de desempeño de seguridad de vida ante un terremoto previsto para 43 años. Donde concluyeron que no se cumplían las condiciones estándar y que la estructura resultó gravemente dañada.
- **(Mejía y Rivera 2020)** En su tesis evaluó el comportamiento de la estructura mediante métodos de control de desplazamiento mediante análisis estático no lineal que simula la respuesta sísmica, ya que su objetivo principal es analizar toda la curva completa de la estructura en la región no lineal, donde obtuvieron la curva de comportamiento estructural del edificio consiguiendo un menor costo computacional en relación con sus pórticos dado que no se considera el deterioro de la rigidez en segundo orden.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

- **(Llocle 2021)**, En su tesis, utilizó el análisis estático no lineal Pushover para evaluar el desempeño estructural del edificio de la Escuela Secundaria Ladislao Espinar de la ciudad de Espinar, Cusco. La información se obtuvo con el software SAP2000, el cual se encargó de analizar la estructura en tres diferentes niveles de peligrosidad sísmica mediante el método Pushover y espectro de capacidad, siguiendo la normatividad FEMA-440. Luego del análisis, los autores llegaron a la conclusión de que la estructura cumple con el nivel de desempeño sísmico, es decir, que la estructura pueda soportar la carga luego de una actividad sísmica máxima.
- **(Cahuana y Ccaso 2021)**, En su trabajo evalúa el comportamiento sísmico del módulo III de la camisería ubicado en la asociación del nuevo distrito urbano 28 de agosto ubicado en la provincia de Tacna, donde se implementó la norma E-030. En el análisis estático no lineal y siguiendo las indicaciones del comité ATC-40, ASCE y SEAOC, el modelo analítico se desarrolló en el programa Etabs. Después del análisis, los autores concluyeron que la estructura logró una fuerza cortante de 488,01 tnf en la dirección X, lo que resultó en un desplazamiento de 15,4 cm, y se generó una fuerza cortante similar de 425,58 tnf en la dirección Y. Luego de alcanzar un desplazamiento de 8.2 cm, se obtuvo la región inflexible mediante el método de coeficientes y se concluyó que la estructura no cumplió con los objetivos de desempeño para una edificación esencial.

- **(Choque y Luque 2019)**, en su investigación realizó un análisis estático no lineal y evaluación del comportamiento sísmico de edificaciones 8 niveles utilizando la norma E-030, donde presentó dos modelos de investigación, el primero de los cuales fue un pórtico y el segundo de muro estructural. Para comportamiento de diferentes niveles de amenaza sísmica. Se utilizó el programa Etabs para desarrollar el modelo analítico y una vez completado el modelo, utilizaron el método del espectro capacidad y el método de coeficientes para el análisis estático no lineal y el programa para encontrar los puntos de rendimiento. Utilizando la Norma E-030 (2018). Después del análisis, el autor concluyó que la estructura de pórticos alcanza principalmente el mecanismo de falla dúctil en la viga, y el desplazamiento en la dirección X es de 39,43 cm y el desplazamiento en la dirección Y es de 33,79 cm antes de la falla. La estructura con muros estructurales debido a los muros estructurales internos (P-4 y P-2) falló en flexión, produciendo un desplazamiento de 26.03 cm en dirección X y 21.72 cm en dirección Y antes del colapso.
- **(Samillán Farro 2019)**, en su tesis analizó el comportamiento sísmico estático no lineal de un edificio de 8 pisos en la ciudad de Chiclayo con el objetivo de evaluar el comportamiento de la estructura frente a eventos sísmicos, la cual fue construida según la norma vigente E-020, E-030 y E-060, modelados y analizados utilizando el programa Etabs realizando análisis estáticos no lineales y luego obteniendo puntuaciones de rendimiento mediante el método del espectro de capacidad y el método de relación según ATC-40 y FEMA 440.

Después del análisis, los autores concluyeron que, cuando se aplicaron cargas crecientes, la estructura pudo lograr un desplazamiento máximo de 58 cm en la dirección X y un desplazamiento en la dirección Y de 31 cm. También se obtuvieron puntajes de desempeño, donde 18,89 cm en dirección X y 10,8 cm en dirección Y ocuparon el nivel funcional, confirmando su hipótesis de que el desempeño de las estructuras estudiadas es evaluable.

- **(Mejía y Rivera 2020)**, en su investigación, evaluó el comportamiento sísmico de un edificio de concreto armado de cinco pisos mediante análisis estático no lineal con el objetivo de obtener una curva de capacidad para la aplicación de cargas incrementales hasta que el edificio colapse (es decir, el edificio falle por completo). tomando como referencia la Norma E-030 y espectro capacidad según rangos de desempeño ATC 40 y FEMA. Después del análisis, el autor concluyó que la estructura está dentro del rango de seguridad de vida durante el sismo de diseño, y la estructura está dentro del rango de estabilidad estructural frente a un sismo máximo.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Modelos constructivos**

Proveniente de la observación de las características que se abarca en el análisis se implementó el modelo para su construcción de la curva de capacidad del concreto:

#### **Modelo contractivo del concreto:**

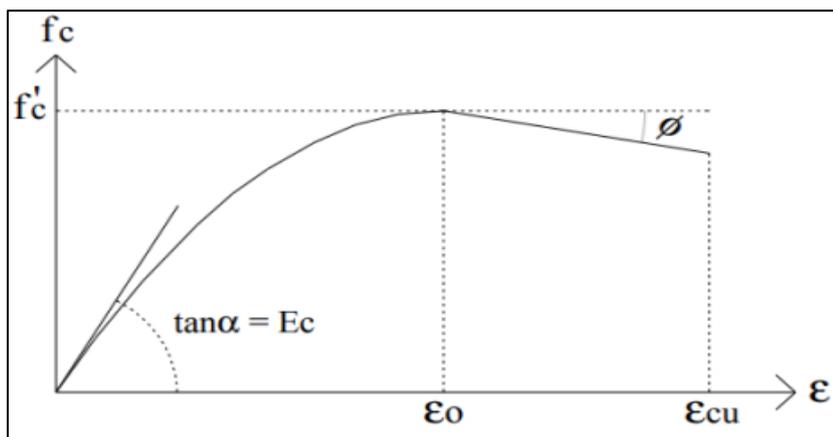
Optamos por el Modelo de Hognestad, que se puede utilizar una sección rectangular, cuadrada y de forma circular. En el año 1930 se aporta en un rango

inelástico a la gráfica de esfuerzo-deformación por Hognestad, fue uno de los primeros que presento un modelo en parábola cóncava. Con el pasar del tiempo en el año 1951 se sectoriza en dos partes, “en la parte inicial da lugar a una parábola (ecuación 1) hasta llegar a un estado limite y otra que viene a ser una línea con pendiente negativa (descenso) con una degradación de capacidad de 15% la cual considera el efecto del régimen de detonación a lo que está sometido los elementos y su tamaño de zona de compresión” (Ottazzi 2015).

$$f_c = f''c \left[ \frac{2\epsilon_0}{\epsilon_0} - \left( \frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right)^2 \right] : 0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_0 \quad (1)$$

**Figura 1**

*Concreto, Modelo Hognestad*



**Fuente:** Elaboración Propia

Este modelo constructivo precisa un decaimiento  $\epsilon_{cu} = 0.0038$  por deformación, además de una deformación  $\epsilon_{c0}$  relacionado al máximo esfuerzo.

$$\epsilon_{c0} = \frac{2f'c}{Ec} \quad (2)$$

Donde:

$f'c$  = Resistencia, concreto.  $f'c = 0.85f'c$

$Ec$  = Módulo de elasticidad

Teniendo en cuenta el Instituto del Concreto Americano (ACI, 1905) y el Comité Europeo del Concreto (CEB, 1990).

## Modelo contractivo del acero de refuerzo:

Optamos por el Modelo de Mander, que fue propuesto por Mander en el año 1984. Se calcula los esfuerzos del acero en su área de endurecimiento por deformación.

$$f_s = f_{su} + (f_y - f_{su}) \left( \frac{\epsilon_{su} - \epsilon_s}{\epsilon_{su} - \epsilon_{sh}} \right)^p \quad (3)$$

Donde: El esfuerzo de fluencia nominal del acero ( $f_y$ ), último esfuerzo ( $f_{su}$ ), deformación unitaria ultima ( $\epsilon_{su}$ ), deformación unitaria en el acero ( $\epsilon_s$ ) y deformación unitaria donde da inicio el área de endurecimiento por la deformación ( $\epsilon_{sh}$ ). El factor “ $p$ ” otorga la forma de la rama de endurecimiento por la deformación obtenida por la siguiente ecuación 4.

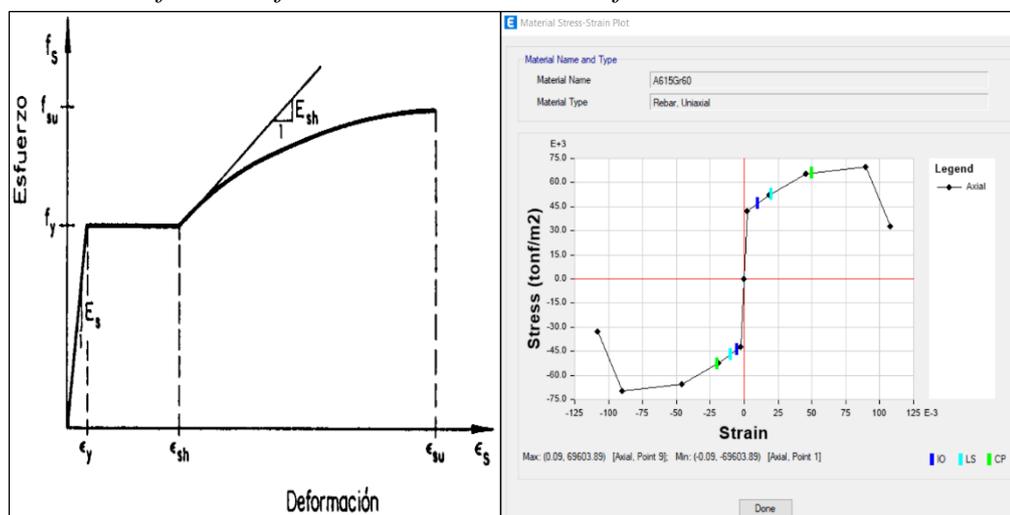
$$p = \frac{\ln\left(\frac{f_{su} - f_{s1}}{f_{su} - f_y}\right)}{\ln\left(\frac{\epsilon_{su} - \epsilon_{s1}}{\epsilon_{su} - \epsilon_{sh}}\right)} \quad (4)$$

Donde:

“Mediante la prueba experimental se obtuvo estas coordenadas de un punto ( $f_{su} ; \epsilon_{s1}$ ).  $f_{s1}$  (magnitud de la ordenada) es el promedio de  $f_y ; f_u$ ”. (Rodríguez y Botero 1995).

## Figura 2

Curva de esfuerzo deformación en barras de refuerzo



Fuente: (Rodríguez y botero 1995)

Tenemos que:

$f_{su}$  = Último esfuerzo.

$f_y$  = Fluencia nominal, esfuerzo.

$\varepsilon_y$  = Fluencia nominal, deformación.

$\varepsilon_{su}$  = Deformación unitaria ultima para el acero.

$\varepsilon_s$  = Deformación unitaria, acero.

$\varepsilon_{sh}$  = Deformación “deformación unitaria”, Inicio de endurecimiento.

IO = Operación inmediata

LS = Seguridad de vida

CP = Prevención de colapso

### 2.2.2. Generalidades de diseño sismo resistente de la norma E030

Consiste que nuestra estructura de la edificación no sea afectada durante un estado de sismo severo por loque es factible económicamente. Su principal objetivo es realizar estructuras que conserven más su diseño. Se continua a detallar las partes más fundamentales de la norma E030 en mi proyecto de investigación.

#### Filosofía sismo resistente:

- **Minimizar los daños a la propiedad:** los edificios deben conservar su funcionalidad prevista después de un terremoto.
- **Garantizar que la estructura tenga una continuidad de los servicios esenciales:** Dicha estructura será capaz de resistir el movimiento del suelo sobre el que se apoya y posibles daños reparables dentro de los límites especificados.
- **Evitar pérdida de vidas:** Las edificaciones deben ser capaces de evitar el derrumbe durante sismos moderados y severos, causando mayores daños, pero no causando daños físicos de los ocupantes.

### **Criterios Sismorresistentes:**

- **Simplicidad y simetría:** ofrecen simetría y un simple diseño adecuado con una distribución de masa y rigidez.
- **Resistencia:** Los parámetros importantes que conforman la capacidad donde son consideradas en las dos direcciones de análisis donde contribuyen a los requisitos de carga lateral.
- **Persistencia estructural:** Aplicar igual participación de todos los elementos en horizontal y verticales para su continuidad.
- **Ductilidad:** Un parámetro de mucho que resalta para formar nuestra capacidad de carga estructural del edificio donde interfiere con la deformación en el rango inelástico.
- **Rigidez:** Viene hacer una propiedad mecánica donde permite que la estructura se deforme dentro de un rango elástico, si se quieren lograr deformaciones mayores se debe aplicar fuerza. Sin embargo, no se han encontrado registros de esta propiedad en el área plástica.

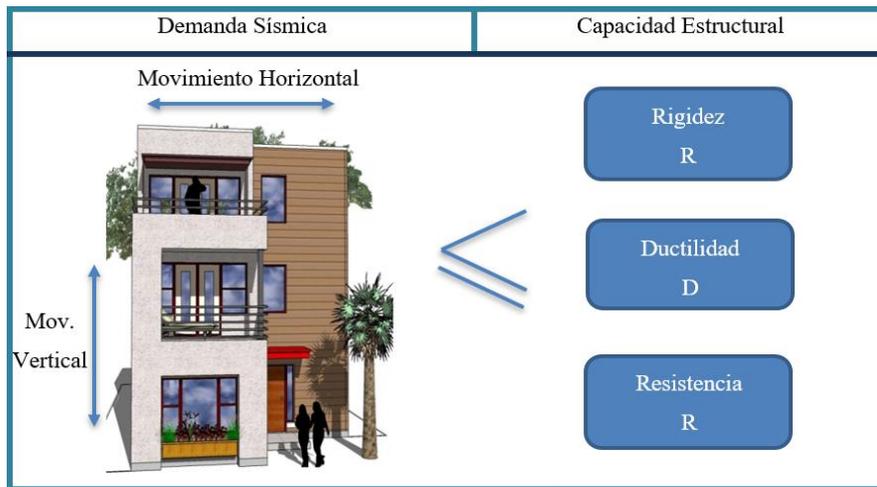
#### **2.2.3. Análisis lineal**

##### **Generalidades:**

Aunque el desenvolvimiento de este estudio cubre la mayor parte del análisis no lineal, lo más importante es la implementación de los criterios y procedimientos especificados en nuestra Norma E.030 de Diseño Sísmico, donde tomando como referencia para realizar un diseño estructural para las edificaciones en nuestro país (Perú). La norma actual se orienta solo en el análisis lineal, donde se enfoca en el inicio de un diseño conservador. A continuación, se presentará en la figura 3 del enfoque de la norma.

### Figura 3

*Planteamiento procedente de la Norma E030*



**Fuente:** Elaboración Propia

#### **Métodos de análisis sísmico:**

En nuestro Análisis Estático Lineal utilizaremos un método llamado Fuerzas Equivalentes o Análisis Estático solo para verificación, el cual detallaremos los requisitos para aplicar este método.

#### ***Fuerzas equivalentes o Análisis estático:***

Es someter la estructura a carga sísmica dirigida sobre el centro de gravedad en todos los pisos del edificio, lo que genera los máximos desplazamientos y fuerzas de diseño donde se tiene que corroborar con respecto a la norma E.030.

Solo se analizarán aquellas edificaciones que cumplan con los siguientes criterios:

- Edificaciones regulares o irregulares en zona sísmica 1.
- Para construcción normal y no mayores de 30 m.
- Adecuado para edificaciones con hormigón armado, muros de carga armados o estructuras cerradas de mampostería de hasta 15 metros de altura, incluso para edificaciones con estructura irregular.

#### **2.2.4. Demanda sísmica**

Para fines de ingeniería, la variación temporal de la aceleración del suelo se determina dicho movimiento del suelo en el transcurso de los terremotos. Las demandas sísmicas a menudo se representan por medio del espectro de respuesta, que representa su máxima respuesta del sistema con un grado de libertad único con relación a su periodo y frecuencia.

Las estructuras están actualmente en un análisis sísmico donde se procede a analizar el riesgo sísmico para poder saber cuál es el daño en caso de un terremoto. Por lo tanto, para evaluar el riesgo de un terremoto, se considera los siguientes factores: En que zona se encuentra el edificio y el tipo de suelo sobre el que está construido.

##### **Nivel de amenaza sísmica:**

Los riesgos sísmicos provocan efectos como la vibración del suelo, licuefacción, deslizamientos de bloques de tierra y asentamientos de suelo. Todos estos producen daños a la estructura donde afecta el comportamiento sísmico de la estructura. Debido a antecedentes sísmicos pueden presentar amenazas sísmicas que pueden generar rupturas de fallas y entre otros.

Para su aplicación garantizada, es necesario identificar varios eventos sísmicos posibles, para poder obtener rangos de severidad sísmica para cualquier edificación.

Los eventos sísmicos reservados también denominados movimientos sísmicos de diseño. Acorde con SEAOC se presentará posteriormente los movimientos sísmicos de diseño.

##### ***Niveles de amenazas sísmica propuesta: SEAOC***

El movimiento sísmico de diseño es la probabilidad de exceder el período de retorno promedio de 475 años (período), y el período de retorno  $T_R$  (intervalo de retorno) se puede relacionar con el exceso de probabilidad  $P_e$  y "t" (en términos de "n años" ) según (SEAOC 1995), que se expresa mediante la expresión a la ecuación 5:

$$T_R = -\frac{t}{\ln(1 - p_e)} \quad (5)$$

Se mostrará en la tabla 1, presentado por el SEAOC.

**Tabla 1**

*Movimiento Sísmico de Diseño*

<b>Movimiento sísmico de diseño</b>	<b>Intervalo de recurrencia</b>	<b>Probabilidad de excedencia</b>
Frecuente	43 años	50% en 30 años
Ocasional	72 años	50% en 50 años
Raro	475 años	10% en 50 años
Muy raro	950 años	10% en 100 años

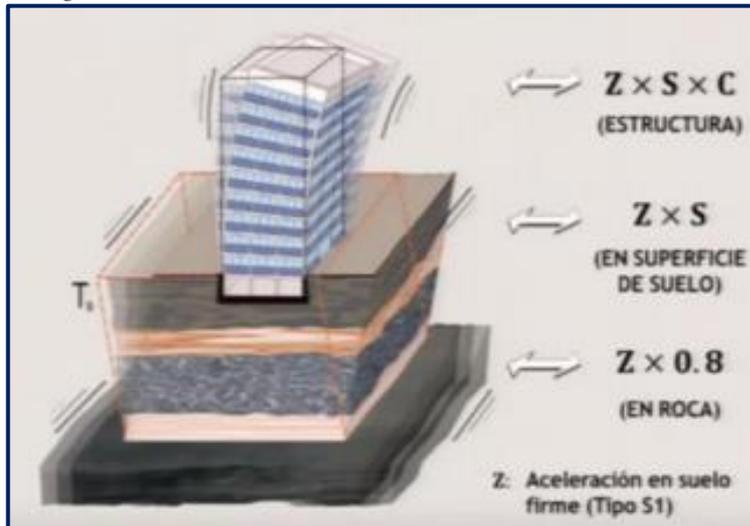
**Fuente:** SEAOC

**Peligro Sísmico:**

Es determinada como cualquier factor externo que afecta la resistencia de un edificio (como se muestra en el diagrama a continuación), de los cuales son la ubicación de la edificación que se representa por zonas según la (NTP. E-030 2018).y el suelo definido por tipo que son los siguientes; suelo pedregoso blando, medio, muy duro y duro. Por otro lado, los tiempos de retorno y la posibilidad de que se produzcan fenómenos extremos están asociados con los retornos, lo que hace que nuestros edificios existentes sean muy vulnerables a los sismos.

**Figura 4**

*Peligro sísmico*



**Fuente:** Norma E030

Donde:

S = Suelo, factor.

Z = Zona sísmica, factor.

C = Amplificación Sísmica, factor.

### **Vulnerabilidad Sísmica:**

Significa que dicha estructura es susceptible de tener daños causado por los terremotos. En pocas palabras, la vulnerabilidad sísmica viene hacer cualquier cosa que provoque deficiencia y afecte la estructura debido a un diseño deficiente, materiales y construcción deficientes.

### **Riesgo Sísmico:**

El peligro de terremoto se puede definir como el daño potencial a un edificio en función del peligro de terremoto al que está expuesto y la vulnerabilidad de su estructura. Representado en la siguiente ecuación:

$$R. S = P. S \times V. S \quad (6)$$

Donde:

R. S = Riesgo sísmico

P. S = Peligro sísmico

V. S = Vulnerabilidad sísmica

Las localidades de Sullana, Paita, Chulucanas y Colan, al occidente de la región Piura fueron sacudidas el 20 de julio de 2021 por un terremoto moderado (M6.1). Los parámetros del foco sísmico y el nivel del sismo nos permiten entender el nivel de riesgo en estas áreas urbanas antes del sismo ocurrido. Entre ellos, el Instituto Geofísico del Perú reportó los parámetros focales en Sullana del sismo del 30 de julio de 2021.

Tiempo Origen : 17h 10 min del día 30 de julio, 2021 (Hora Universal)

12h 10 min del día 30 de julio, 2021 (Hora Local)

Latitud Sur : -04.89°

Longitud Oeste : -80.80°

Profundidad : 32 km

Magnitud : M6.1

Epicentro : A 12 km al oeste de la localidad de Sullana – Piura

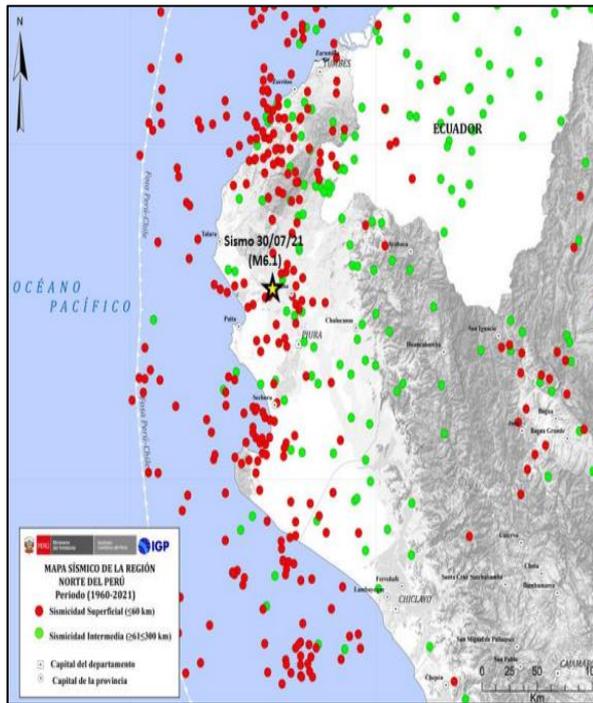
Int. Máxima : VII (MM) en Piura, Colan, Paita y Sullana.

Posteriormente en la figura 5 dará a conocer la localización del epicentro del terremoto del 30 de julio de 2021, en relación con los epicentros ocurrieron en la región norte del Perú entre los años 1960 al 2021 (>M4.5). Respecto con el sismo ocurrido se encuentra entre la ciudad de Piura y Sullana a una profundidad de 32 km (estrellas). Los valores de aceleración obtenidos del registro de área urbana de Piura fueron de 137-134 cm/seg<sup>2</sup>este-oeste y de 115-158 cm/seg<sup>2</sup>norte-sur, estos valores dan a conocer la importancia de los daños estructurales causados y los efectos secundarios que se observan en la superficie en el área epicentral. Después del terremoto de Suran, se investigó el radio percibido del terremoto y su daño

potencial cerca del epicentro, así como el impacto potencial del terremoto. Todas evaluaciones se realizaron por medio de («CENSIS - Instituto Geofísico del Perú;» 2023).

### Figura 5

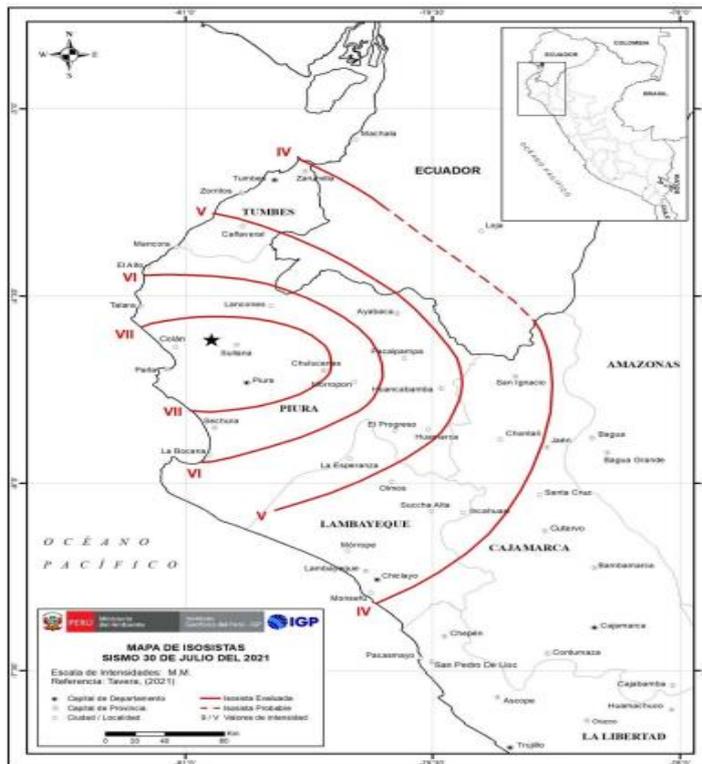
*Región Norte del Perú, Mapa Sísmico*



**Fuente:** IGP

## Figura 6

Mapa de isosistas sismo 30 de julio del 2021 (M6.1)



Fuente: IGP

### 2.2.5. Desempeño Sísmico

Está en función en el desempeño, la tabla 2 muestra de las “características más importantes relacionadas con el grado de desempeño y pérdida por daño” según el (SEAOC 1995).

#### Niveles de desempeño Sísmico:

Se determina dependiendo del grado de daño físico al edificio causado por el daño post-sismo.

Especifica la extensión máxima del daño por el cual las partes estructurales y no estructurales serán consideradas en la descripción o evaluación de dicha estructura.

- Propuesta de SEAOC

Los niveles para el desempeño sísmico son 5 niveles; Colapso, Previsión al colapso, Seguridad, Operacional y Totalmente operacional, con sus respectivos estados de daños.

**Tabla 2**

*Estado de daño y niveles de desempeño*

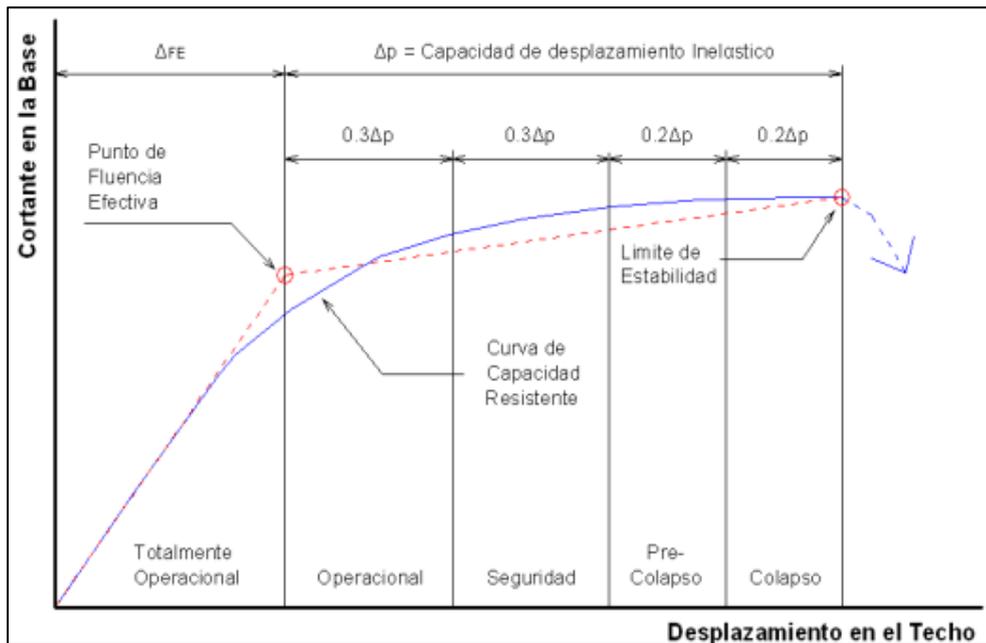
<b>Estado de daño</b>	<b>Nivel de desempeño</b>	<b>Características principales</b>
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Las instalaciones continúan prestando sus servicios y funciones después del sismo.
Ligero	Operacional	Daños ligeros. Las instalaciones esenciales continúan en servicio y las no esenciales pueden sufrir interrupciones de inmediata recuperación.
Moderado	Seguridad	Daños moderados. Las estructuras sufren daños, pero permanece. Seguridad de ocupante. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse.
Severo	Pre – Colapso	Daño estructural severo, en la proximidad del colapso estructural. Falla de elementos no estructurales. Seguridad de ocupantes comprometida.
Completo	Colapso	Colapso estructural.

**Fuente:** SEAOC

(SEAOC 1995) plantea "Distribución de curvas de capacidad según niveles de desempeño de las estructuras", donde idealizamos las curvas en un modelo bilineal en los cinco sectores correspondientes en la Tabla 2.

**Figura 7**

*Sectorización de la curva capacidad*



**Fuente:** SEAOC

El propósito de sectorizar la curva de capacidad, es para determinar el nivel de desempeño donde se localiza el punto de desempeño de la estructura en relación al desplazamiento y la cortante basal.

**Objetivos de desempeño:**

Primeramente, se basan en los niveles de desempeño que permiten determinar los objetivos de desempeño del diseño, generalmente se basan en el concepto de seguridad de los riesgos sísmicos y su comportamiento durante los terremotos de dicha estructura. El desempeño objetivo del diseño proviene de los niveles de desempeño sísmico y nivel de movimiento sísmico.

- **Propuesta del SEAOC**

Se prioriza y se cuenta con los propósitos mínimos y las mejoras respectivas:

**Objetivos mínimos:**

- **O. Básicos:** Vienen hacer los rendimientos mínimos aceptables para las edificaciones actuales.

- **O. Esenciales:** Hospitales cumplen los objetivos mínimos.
- **O. de seguridad crítica:** Centrales nucleares cumplen los objetivos mínimos.

**Objetivos mejorados:**

Recomiendan mejorar las calificaciones de desempeño para que sean menos riesgosos que el objetivo mínimo. Se puede utilizar para obtener el consentimiento del propietario.

**Tabla 3**

*Objetivos de desempeño sísmico*

		Niveles de Desempeño Sísmico			
		Totalmente Operacional	Operacional	Seguridad	Pre – colapso
Sismo de Diseño	Frecuente (43 años)				Desempeño Inaceptable (para edificaciones nueva)
	Ocasional (72 años)	O. Esenciales			
	Raro (475 años)	O. de seguridad crítica	O. Esenciales		
	Muy Raros (970 años)		O. de seguridad crítica	O. Esenciales	

**Fuente:** SEAOC

Luego enumeramos los valores de desplazamiento máximo para las clases de desempeño en la Tabla 4, según (SEAOC 1995).

**Tabla 4**

*Valores de desplazamientos objetivos máximos para niveles de desempeño*

<b>Nivel de desempeño</b>	<b>Desplazamiento objetivo <math>Dt/H</math>, %</b>
Totalmente Operacional	$\leq 0.2$
Operacional	$\leq 0.5$
Seguridad de Vida	$\leq 1.5$
Pre Colapso	$\leq 2.5$
Colapso	$> 2.5$

**Fuente:** SEAOC

El objetivo del proyecto es evaluar "un movimiento sísmico poco común con un período de retorno de 475 años y una probabilidad de superar el 10% dentro de 50 años, por ello corroboramos" según (SEAOC 1995) para su efectividad.

**Tabla 5**

*Niveles de demanda sísmica*

<b>Movimiento sísmico de diseño</b>	<b>Periodo de retorno, años</b>	<b>Probabilidad de excedencia, %</b>
Frecuente	43	50 en 30 años
Ocasional	72	50 en 50 años
Raro	475	10 en 50 años
Muy raro	970	10 en 100 años

**Fuente:** SEAOC

#### **Concepto de Evaluación por desempeño:**

“Verifica el daño sísmico a las estructuras y corroborar que este dentro de los límites especificados para cada nivel de operación” (SEAOC 1995).

Las variables consideradas en la evaluación fueron la resistencia, la capacidad y la rigidez de salirse de un rango lineal. Así, es posible determinar o evaluar las condiciones a las que puede estar sujeta el edificio, en función de su utilización referenciado por la norma técnica E-030.

### Conceptos del FEMA 440:

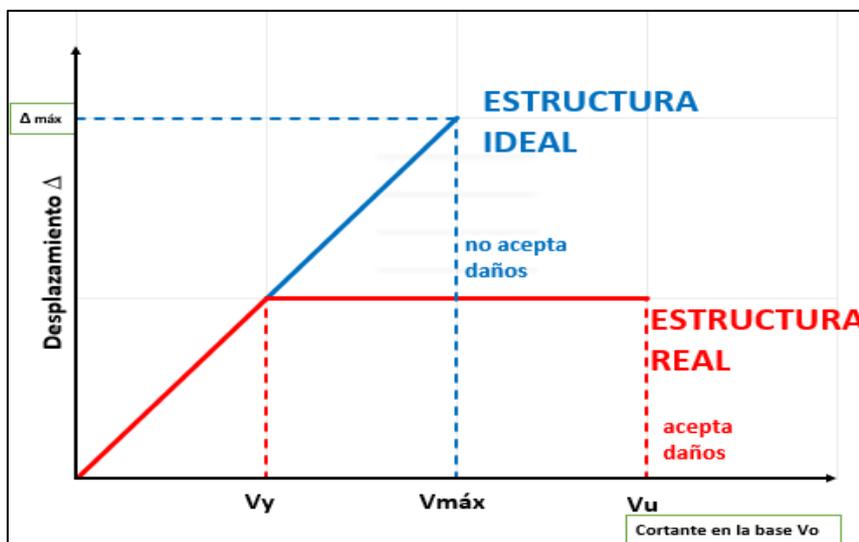
Se especifican varios métodos para aplicar las cargas laterales estáticas para el rango no lineal, tenemos; (SRSS) raíz de suma de cuadrados, (ELF) Fuerzas laterales equivalentes. Para lograr obtener una curva representativa bilineal se han establecido el método propuesto por el SEAOC para su respectivo análisis de la estructura. “Los niveles de rendimiento del edificio son el colapso, prevención de colapso, seguridad de vida, operacional y ocupación Inmediata. Los rangos mencionados en una escala continua donde nos muestra el rendimiento obtenido de la estructura en estudio, grado de daño, las pérdidas económicas y rupturas que sufre la estructura” (SEAOC 1995).

#### 2.2.6. Análisis no Lineal

##### Generalidades:

Para diseñar una estructura que se desempeñe en la región inelástica asociada con terremotos fuertes, exige un precio alto como se muestra en la figura 7. “Dado que no debe colapsar bajo 50 años de movimiento sísmico, por lo que están diseñados con fuerzas sísmicas que conducen a un vano inelástico” (Paredes 2016).

Figura 8



*Descripción de graficas de una estructura ideal y real*

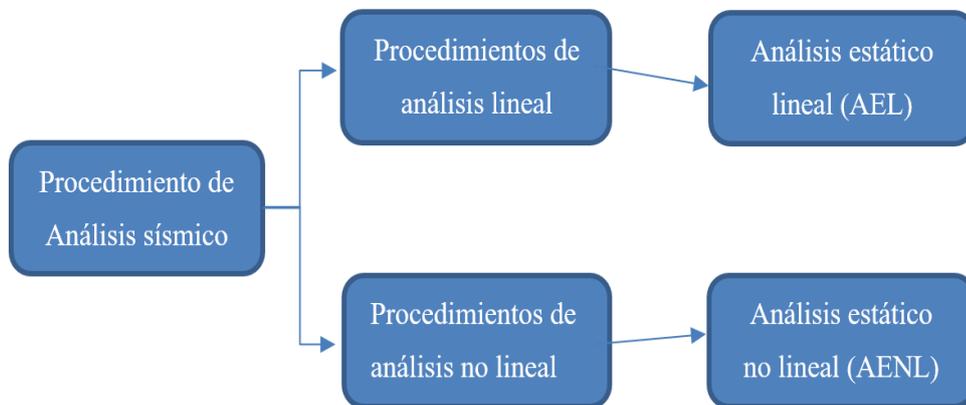
**Fuente:** Elaboración Propia

Donde el desplazamiento representado por (D) y la cortante basal representado por (V).

Como vemos en la figura 8 para obtener una estructura ideal, se requiere de más de acero de refuerzo para poder incrementar la ductilidad del concreto armado. A continuación, en la figura 9, se procederá a mostrar los procedimientos de análisis sísmicos.

### **Figura 9**

*Análisis sísmicos, procedimiento*



**Fuente:** Elaboración Propia

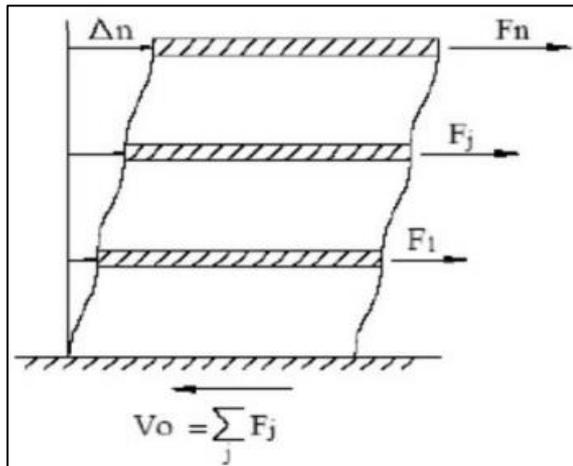
En la presente investigación se utilizará el Análisis Lineal y el Análisis No Lineal para poder determinar la curva de capacidad y el punto de desempeño con la cual se obtiene el nivel de desempeño de la estructura.

#### **Análisis no lineal:**

Viene hacer uno de los métodos más recomendable con el cual se analiza el desempeño de una estructura ideal, buscando patrones de proceder más realistas, basados en el proceder real de las estructuras en respuesta ante un sismo. EL método utilizado es llamado Pushover como se muestra en la Figura 9, predeterminadas por parámetros y estudios de ingeniería relacionados con el Medio Ambiente.

**Figura 10**

*Cargas laterales de entre piso*



**Fuente:** (Llocle 2021)

Donde:

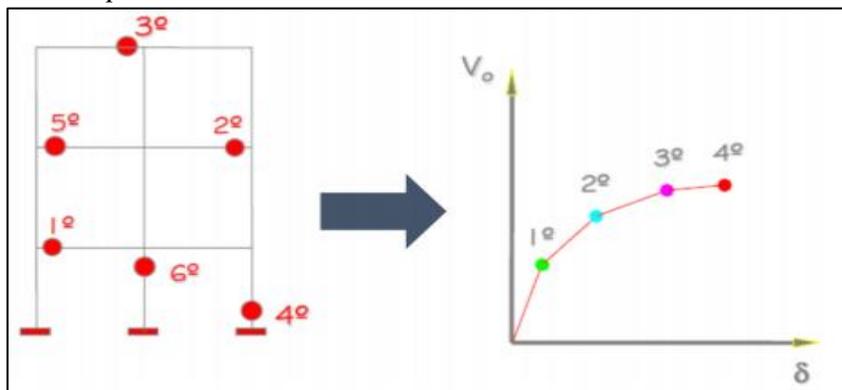
$\Delta_n$  = Capacidad de desplazamiento

F = Distribución de fuerza por piso

Todos los elementos, ya sean vigas, columnas, muros, pueden soportar sismos de diversas magnitudes, podemos crear rótulas durante el análisis no lineal y asignarlas a los elementos estructurales para luego distribuir las cargas laterales aumentando gradualmente y obteniendo rótulas plásticas en la intersección de las viga y columna y ver dónde falla la estructura en función del desplazamiento de la base ( $V_0$ ) y la deformación ( $\delta$ ). Como muestra la Figura 11.

**Figura 11**

*Rotulas plásticas*



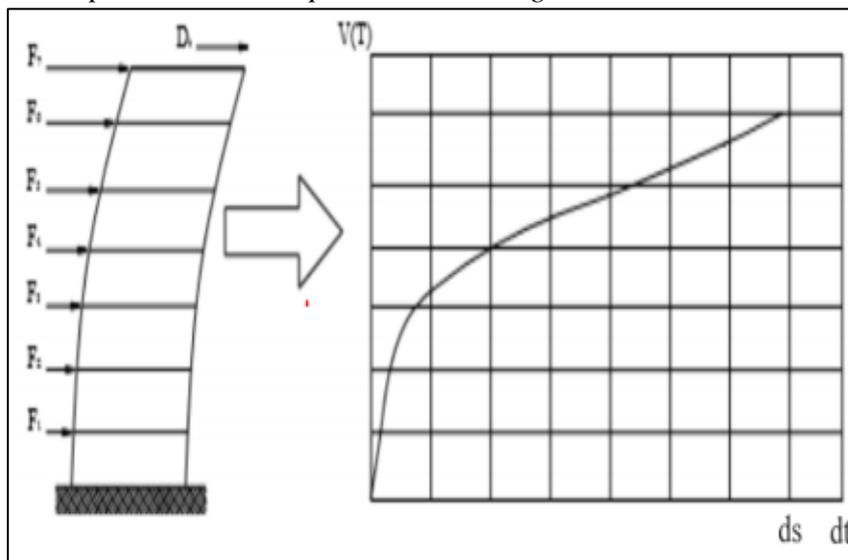
**Fuente:** Elaboración Propia

“Al evaluar las exigencias de deformación y fuerza de un diseño sísmico, se puede obtener el desempeño de la estructura” (Pinto 2020).

- Para verificación de sobre resistencia.
- Estimación del mecanismo de plasticidad requerida y determinar el daño distribuido.
- Para los elementos estructurales verificar criterios de carga que pueden traspasar.
- Rediseño, dado el caso que la estructura no cumpla.

### Figura 12

*Desempeño estructural por medio de cargas laterales*



**Fuente:**(Mora y Aguiar 2015)

Donde:

$F_i$  = Distribución de fuerza por piso

$V$  = Cortante basal

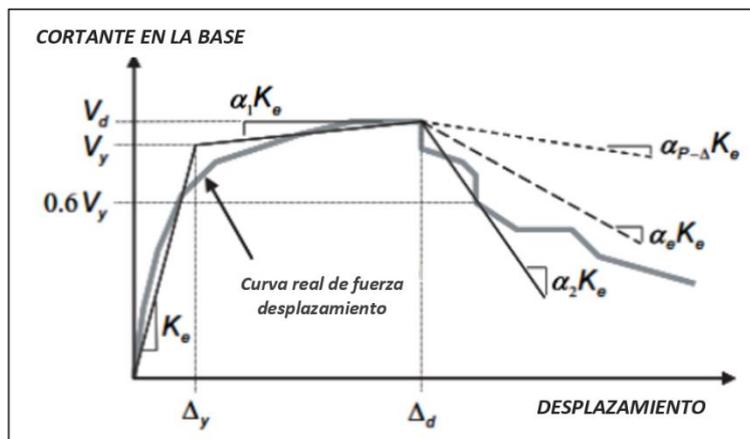
- **Procedimientos de Análisis Pushover**

- Definición del modelamiento computacional de la estructura según ASCE/SEI, que incluye el análisis Pushover.

- Determinar el nodo de control, que estará situado en la planta superior del edificio en el centro de gravedad.
- Utiliza el patrón de carga lateral; Definición y asignación de la carga Gravitacional, Pushover “X” y Pushover “Y”.
- Las curvas de capacidad se obtienen registrando en relación del desplazamiento y la cortante basal la estructura.
- Adquisición de la curva de capacidad idealizada, figura 13.

**Figura 13**

*Curva de Capacidad idealizada*



**Fuente:** (FEMA 440 2005)

Donde:

$V_d$  = Cortante de desempeño.

$V_y$  = Cortante de Fluencia efectiva

$\Delta_d$  = Desplazamiento de desempeño

$\Delta_y$  = Desplazamiento de fluencia efectiva

$K_e$  = Rigidez Inicial

$A_1 = A_2$ ; Área

- **Curva de capacidad**

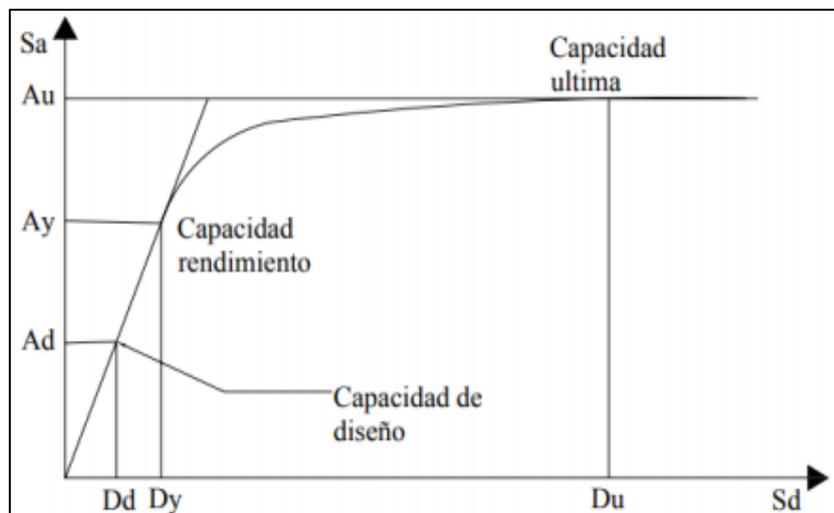
La distribución de las cargas transversales crecientes hasta alcanzar o romper la capacidad portante máxima de la estructura, donde se obtiene una gráfica

que representa el desplazamiento del piso superior de la estructura y la cortante en la base, como se muestra en la Figura 14. "Esta curva generalmente se obtiene para determinar la respuesta de la estructura al primer modo de vibración, suponiendo que el modo de vibración dominante domina la respuesta de la estructura" (Guevara, Osorio y Vargas 2017).

En otras instancias se debe tener antemano los parámetros técnicos de la norma E.030, de los cuales se utilizaron para la construcción del edificio (planos estructurales), para poder asignar los adecuados valores para hacer el análisis en una simulación estructural en el programa ETABS-V20, logrando obtener valores adecuados y exactos de la curva de capacidad. "Para lograr obtener la curva se requiere tener todos los refuerzos de acero de la estructura, los materiales, curvas constructivas de concreto y de acero" (Guevara, Osorio y Vargas 2017).

**Figura 14**

*Curva de capacidad*



**Fuente:** (Guevara 2017)

Donde:

$A_u$  = Aceleración última.

$D_u$  = Desplazamiento último

$A_y$  = Aceleración de capacidad de rendimiento

$D_y$  = Desplazamiento de capacidad de rendimiento

### **Método de estimación del punto de desempeño:**

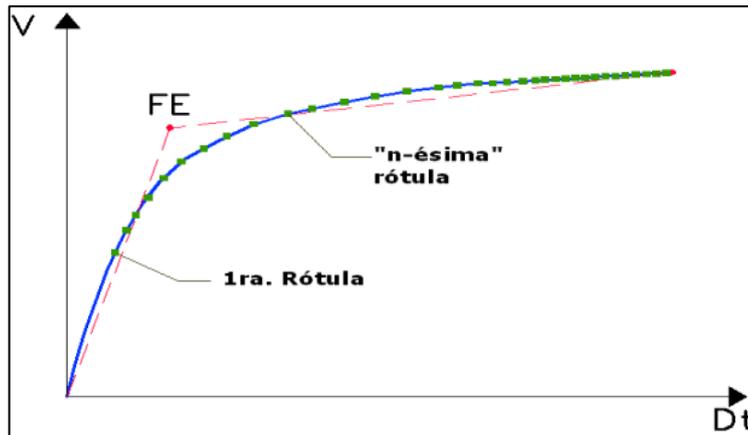
Existen diferentes formas de utilizar los resultados del análisis estático no lineal donde podemos obtener el punto de rendimiento, si es necesario utilizaremos el método del espectro de capacidad. Donde “viene a corresponder a movimientos raros de intensidad severa a muy severa, generalmente asociados a una probabilidad superior al 10% durante un lapso de 50 años, con un tiempo de retorno medio de aproximadamente 475 años” (SEAOC 1995). En dicha curva hay una conexión entre el desplazamiento de la cimentación y el desplazamiento lateral último piso de la estructura, para cada desplazamiento y corresponde una fuerza de restauración. Para la estimación de la calificación vamos a asignar sector en la curva de capacidad representada por niveles de desempeño, para ello en la figura 7, se visualiza la muestra la asignación sectorial propuesta por SEAOC en función de los desplazamientos inelásticos disponibles en la estructura.

- **Método de Espectro de capacidad (MEC)**

*Fluencia Efectiva y Modelo Bilineal:* Es un análisis de desplazamiento donde se debe determinar el inicio del comportamiento inelástico para obtener el desplazamiento inelástico aplicable ( $\Delta_p$ ). Dado que la inclinación de la curva de capacidad generalmente no cambia significativamente después de la primera rotula, la entrada al estado inelástico se define mejor por un punto más significativo denominado fluencia efectiva (FE), interpretado por el ( $\Delta_y$ ) desplazamiento de fluencia y ( $V_y$ ) la cortante basal, mostrada mediante la figura 15.

**Figura 15**

*Curva de capacidad, formulación de rótulas*



**Fuente:** (Navarro y Fernández 2011)

Hay formas alternativas de obtener el punto de fluencia efectiva, como usar el modelo bilineal donde el área cubierta es equivalente al área por debajo de la curva de capacidad. Después de hallar el límite elástico efectivo, se determina el desplazamiento inelástico  $\Delta_p$ ,

Luego se divide la curva de capacidad en sectores y se especifica los niveles de desempeño. Utilizando las curvas de capacidad sectorizadas, indicamos los niveles de desempeño estructural para un sismo determinado, donde los niveles de desempeño correspondientes se pueden obtener trazando los desplazamientos de respuesta en las curvas de capacidad correspondiente ante un sismo peruano.

- **Procedimientos detallados para dar solución a nuestra estructura**

Para conllevar a todo este desarrollo planteado se debe tener en cuenta:

- Reconocer el inicio del comportamiento inelástico.
- Ingreso al régimen inelástico mediante la fluencia efectiva representado por  $(\Delta_y, V_y)$ .
- Emplear una curva bilineal donde su área cubierta fuera equivalente a su área por debajo de la curva de capacidad.

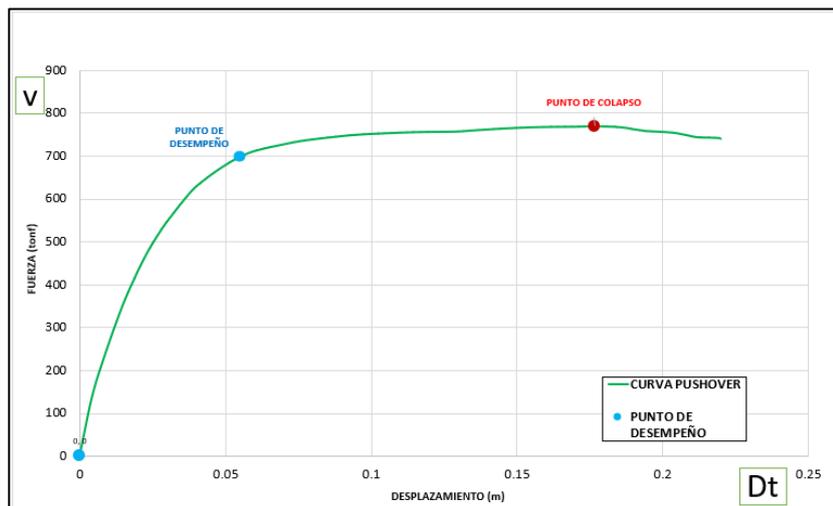
- Determinar el desplazamiento inelástico  $\Delta_p$ , según la proposición sectorizada y se procede a asignar por nivel la curva de capacidad.
- Obtención la curva de capacidad el desplazamiento de respuesta y poder identificar nuestro nivel de desempeño estructural.

Un espectro de capacidad es una representación gráfica que evidencia la cortante basal máximo y el desplazamiento máximo correspondiente durante un período de tiempo y un nivel de decaimiento determinados. Estos valores corresponden a pseudo espectros con pequeños valores de amortiguamiento. Con fines de análisis y diseño, se utilizó el espectro de pseudo aceleración estándar peruano alineado con la envolvente.

**Punto de desempeño:** Interpreta dicho estado inelástico máximo que nuestra estructura puede obtener dentro de una estructura idealizada ( $V_x, D_x$ ) ante un determinado sismo, el valor ( $V_x, D_x$ ) se encuentra en algún lugar a lo largo de la curva.

**Figura 16**

*Curva de capacidad, punto de desempeño*



**Fuente:** Elaboración Propia

Donde:

$V_x$  = Resistencia de cedencia.

$D_x$  = Desplazamiento de cedencia

**Espectro de análisis:** Utilizamos el siguiente espectro de acuerdo con la norma E.030:

$$S_a = \frac{ZUCS * g}{R} \quad (7)$$

**Conversión "ADRS":** Las demandas sísmicas se caracterizan inicialmente por espectros de respuesta de aceleración elástica, generalmente definidos como un 5% de amortiguamiento y son convertidos al formato ADRS; en otras palabras, es la aceleración espectral ( $S_a$  como fracción de la aceleración gravitacional  $g$ ) relativa al desplazamiento espectral ( $S_d$ ). Nuestra demanda sísmica originalmente utiliza un espectro de respuesta de aceleración de un rango elástica, generalmente definido para una atenuación del 5%, para que sea convertido al formato ADRS; mejor dicho, la aceleración espectral relativa al desplazamiento espectral ( $S_d$ ) ( $S_a$  como la fracción de la aceleración gravitatoria en  $g$ ). Para su conversión cada punto de respuesta ( $S_{a_i}, T_i$ )  $T_i$  viene hacer el periodo en segundos y cada punto viene hacer un punto de espectro de demanda ( $S_{a_i}, S_{d_i}$ ).

$$S_a = \frac{T^2 * S_{a_i} * g}{4\pi^2} \quad (8)$$

### **Evaluación del Desempeño Sísmico de Aceptación:**

Con base en las respuestas proporcionadas por la SEAOC a partir de las evaluaciones de desempeño estructural, se evaluará el desplazamiento lateral máximo del nivel superiores de la estructura en relación con el "desplazamiento del techo" respecto a la base para cumplir con los objetivos de desempeño. Los valores de compensación objetivo deben ser inferiores a cada uno de los valores objetivo en la propuesta de SEAOC en la Tabla 6.

**Tabla 6***Desplazamientos objetivos máximos según sus niveles de desempeño*

Nivel de desempeño	Desplazamiento objetivo $D_t/H$ , %
Totalmente Operacional	$\leq 0.2$
Operacional	$\leq 0.5$
Seguridad de Vida	$\leq 1.5$
Pre Colapso	$\leq 2.5$
Colapso	$> 2.5$

**Fuente:** SEAOC

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Sismorresistente.** - Es un término utilizado para describir la capacidad de una estructura para resistir o soportar los efectos de un terremoto o sismo. Una estructura sismorresistente se diseña y construye teniendo en cuenta las fuerzas sísmicas a las que podría estar expuesta durante un evento sísmico. Los edificios sismorresistentes se diseñan siguiendo normativas y códigos de construcción específicos que consideran la ubicación geográfica, la actividad sísmica regional y otros factores relevantes. Estos edificios suelen incorporar características y técnicas de diseño que aumentan su capacidad para resistir las fuerzas horizontales y verticales generadas por un terremoto, como sistemas de refuerzo estructural, amortiguadores sísmicos, aisladores de base, entre otros. El objetivo de construir estructuras sismorresistentes es minimizar los daños a la propiedad y, lo más importante, proteger la vida humana durante un terremoto. Esto se logra mediante la implementación de prácticas de diseño y construcción que reducen la vulnerabilidad de las estructuras ante eventos sísmicos.

- **Comportamiento Sísmico.** - Se refiere al modo en que una estructura o material responde ante la acción de un terremoto o sismo. Esta respuesta puede variar dependiendo de varios factores, como el diseño estructural, la calidad de los materiales, la intensidad y la duración del sismo, entre otros. El comportamiento sísmico de una estructura puede involucrar diferentes fenómenos, incluyendo:
  - *Deformación elástica:* Las estructuras pueden deformarse de manera elástica durante un terremoto, lo que significa que recuperan su forma original una vez que cesa la fuerza sísmica.
  - *Deformación inelástica:* A medida que la intensidad del terremoto aumenta, las estructuras pueden experimentar deformaciones permanentes o inelásticas. Estas deformaciones pueden ocurrir en elementos estructurales como vigas, columnas, paredes, etc.
  - *Daño estructural:* En algunos casos, el terremoto puede causar daños en la estructura, como grietas en las paredes, fracturas en los elementos estructurales, desplazamientos, etc.
  - *Colapso:* En situaciones extremas, la estructura puede colapsar parcial o totalmente debido a la incapacidad de resistir las fuerzas generadas por el terremoto.

El estudio del comportamiento sísmico es fundamental para el diseño sísmico de estructuras, ya que permite comprender cómo diferentes tipos de construcciones reaccionan frente a eventos sísmicos y cómo pueden mejorarse para reducir la vulnerabilidad y aumentar la seguridad de las personas y los bienes en riesgo. Se emplean diversas técnicas de análisis y simulación para evaluar y predecir el comportamiento sísmico de las estructuras, lo que ayuda

a desarrollar estrategias de mitigación del riesgo sísmico y normativas de construcción más efectivas.

- **Análisis.** - Se refiere al proceso de examinar y evaluar su comportamiento bajo diversas cargas y condiciones. Este proceso implica aplicar principios de la ingeniería estructural para comprender cómo una estructura responde a las fuerzas externas, como cargas gravitatorias, viento, nieve, sismo, entre otras. El análisis de una estructura puede abordarse desde diferentes perspectivas y utilizando diversas técnicas, entre las que se incluyen:
  - *Análisis estático:* Se realiza considerando que la estructura está en equilibrio bajo cargas estáticas. Este tipo de análisis es común para evaluar el comportamiento de las estructuras bajo su propio peso, cargas de ocupación, viento y otros factores estáticos.
  - *Análisis dinámico:* Se centra en el comportamiento de la estructura en respuesta a cargas dinámicas, como las generadas por el viento, las oscilaciones causadas por fuerzas sísmicas o la acción de maquinaria en movimiento.
  - *Análisis modal:* Se utiliza para determinar las características modales de vibración de la estructura y cómo estas pueden influir en su comportamiento frente a cargas dinámicas, como en el caso de un terremoto.
  - *Análisis de elementos finitos:* Emplea modelos computacionales para dividir la estructura en elementos más pequeños, permitiendo un análisis detallado de su comportamiento, incluyendo deformaciones, tensiones y esfuerzos en cada parte de la estructura.

- *Análisis de estabilidad:* Se centra en evaluar la estabilidad global y local de la estructura, considerando factores como la resistencia a la compresión, flexión, torsión, y la capacidad para resistir desplazamientos laterales.

El análisis de una estructura es esencial en todas las etapas de su ciclo de vida, desde el diseño y la construcción hasta la inspección, mantenimiento y eventual demolición. Proporciona información crucial para garantizar la seguridad, la eficiencia y la durabilidad de la estructura, así como para cumplir con las normativas y estándares de construcción aplicables.

- **Análisis No lineal.** - Es un enfoque utilizado para evaluar el comportamiento de una estructura teniendo en cuenta la no linealidad de los materiales y las condiciones de carga. A diferencia del análisis lineal, que asume que las relaciones entre las fuerzas y las deformaciones son lineales y proporcionales, el análisis no lineal reconoce y modela las no linealidades inherentes en el comportamiento de la estructura. Existen varias formas de no linealidad que pueden ser consideradas en un análisis no lineal de estructuras:
  - *No linealidad geométrica:* Esta ocurre cuando las deformaciones grandes están presentes, lo que hace que las relaciones entre las fuerzas y las deformaciones ya no sean lineales. Por ejemplo, en una estructura sometida a grandes desplazamientos, los efectos de la no linealidad geométrica se vuelven significativos y deben ser considerados.
  - *No linealidad material:* Se refiere a las propiedades no lineales de los materiales de construcción. Esto puede incluir comportamientos como la fluencia, el endurecimiento o ablandamiento, la fractura, la plastificación, entre otros. Los materiales como el hormigón, el acero y la mampostería

pueden exhibir comportamientos no lineales bajo ciertas condiciones de carga.

- *No linealidad de contacto:* En estructuras compuestas por múltiples componentes que se tocan entre sí, como uniones de acero, conexiones de hormigón, etc., las interacciones entre estos componentes pueden ser no lineales.
- *No linealidad por grandes deformaciones:* Se refiere a situaciones en las que las deformaciones de la estructura son significativas y pueden afectar las relaciones entre fuerzas y deformaciones de manera no lineal.

El análisis no lineal es esencial en situaciones donde las condiciones de carga son complejas o las estructuras están sujetas a grandes deformaciones. Se utiliza ampliamente en el diseño sísmico de edificios, puentes, estructuras offshore, entre otros. Al tener en cuenta estas no linealidades, el análisis no lineal proporciona una evaluación más precisa del comportamiento estructural y ayuda a garantizar la seguridad y la eficiencia de las estructuras frente a cargas extremas.

- **Análisis Lineal.** - Es un enfoque comúnmente utilizado en ingeniería estructural y otros campos para estudiar el comportamiento de sistemas físicos bajo diferentes condiciones de carga. Se basa en la suposición de que las relaciones entre las fuerzas aplicadas y las deformaciones resultantes son lineales y proporcionales. En el contexto de la ingeniería estructural, el análisis lineal se aplica para predecir las respuestas de una estructura ante cargas conocidas, como la gravedad, el viento, el tráfico, entre otras. Las principales características del análisis lineal incluyen:

- *Linealidad de las relaciones fuerza-deformación:* En el análisis lineal, se asume que las relaciones entre las fuerzas aplicadas y las deformaciones resultantes son lineales. Esto significa que pequeñas variaciones en las cargas generan respuestas proporcionales en la estructura.
- *Suposición de pequeñas deformaciones:* El análisis lineal generalmente se realiza bajo la suposición de que las deformaciones de la estructura son pequeñas. Esta suposición simplifica los cálculos y las aproximaciones, lo que facilita el análisis.
- *Linealidad material:* Además de la linealidad en las relaciones fuerza-deformación, el análisis lineal también asume la linealidad en el comportamiento de los materiales utilizados en la estructura. Es decir, se supone que los materiales se comportan de manera elástica, es decir, que vuelven a su forma original cuando se eliminan las cargas.

El análisis lineal es especialmente útil para estructuras que experimentan cargas moderadas y donde las deformaciones son pequeñas en comparación con las dimensiones de la estructura. Sin embargo, puede no ser adecuado para situaciones en las que las cargas son grandes o cuando se producen grandes deformaciones, como en el caso de terremotos severos o cargas de viento extremas.

En resumen, el análisis lineal es una herramienta valiosa y ampliamente utilizada en la ingeniería estructural para comprender el comportamiento de las estructuras bajo cargas conocidas, pero tiene limitaciones en su capacidad para predecir el comportamiento no lineal o grandes deformaciones.

- **Demanda Sísmica.** – Se refiere a la cantidad de fuerza o desplazamiento que una estructura experimenta durante un terremoto o sismo. Es una medida de la

carga sísmica que actúa sobre la estructura y puede expresarse de varias maneras, dependiendo del contexto del análisis sísmico y del tipo de estructura considerada. La demanda sísmica puede ser expresada en términos de:

- *Fuerza sísmica:* Es la cantidad de fuerza horizontal que actúa sobre la estructura debido a la aceleración sísmica. Se expresa típicamente en términos de fuerza por unidad de masa (por ejemplo, en unidades de peso o newtons por kilogramo).
- *Desplazamiento sísmico:* Es la cantidad de movimiento lateral o rotacional que experimenta la estructura debido al terremoto. Se mide generalmente en unidades de longitud (por ejemplo, metros o centímetros).
- *Aceleración sísmica:* Es la tasa de cambio de velocidad de la estructura debido al terremoto. La aceleración sísmica se mide en unidades de aceleración (por ejemplo, en metros por segundo al cuadrado o g).

La demanda sísmica puede variar según varios factores, incluyendo la intensidad del terremoto, la duración del movimiento sísmico, la ubicación geográfica de la estructura, las características del suelo y las propiedades de la estructura misma.

El análisis de la demanda sísmica es fundamental en el diseño sísmico de estructuras, ya que ayuda a los ingenieros a determinar cómo las estructuras responderán a las fuerzas sísmicas y cómo pueden diseñarse para resistir de manera efectiva dichas fuerzas. Es importante que la capacidad de la estructura para resistir la demanda sísmica sea adecuada para garantizar la seguridad de las personas y los bienes en caso de un terremoto.

- **Peligro Sísmico.** - se refiere al riesgo potencial de que ocurra un terremoto en una determinada área geográfica. Incluye la evaluación de la probabilidad de

ocurrencia de terremotos, así como la intensidad y el impacto que estos eventos pueden tener en las personas, las estructuras y el entorno natural. El peligro sísmico se evalúa utilizando información sobre la actividad sísmica pasada, la ubicación de fallas geológicas activas, las características geológicas y tectónicas de la región, entre otros factores. La evaluación del peligro sísmico implica la consideración de varios aspectos:

- *Probabilidad de ocurrencia:* Se refiere a la frecuencia con la que se esperan terremotos en una determinada área durante un período de tiempo específico. Esta probabilidad se basa en el análisis de datos históricos de terremotos, así como en modelos sísmicos que tienen en cuenta la actividad tectónica y la geología de la región.
- *Intensidad sísmica:* Es una medida de la fuerza y la energía liberada por un terremoto en un lugar específico. La intensidad sísmica se expresa típicamente en escalas como la Escala de Mercalli Modificada (MM) o la Escala de Intensidad Sísmica Europea (EMS), y se utiliza para estimar los efectos del terremoto en la superficie terrestre y en las estructuras.
- *Amenaza de tsunamis:* En áreas costeras, el peligro sísmico también puede incluir la posibilidad de tsunamis generados por terremotos submarinos. Esto implica evaluar el riesgo de inundaciones costeras causadas por grandes olas generadas por el movimiento sísmico.
- *Vulnerabilidad de las estructuras:* Además de evaluar el peligro sísmico en sí mismo, también es importante considerar la vulnerabilidad de las estructuras y la infraestructura en la región. Esto incluye evaluar la capacidad de las edificaciones para resistir terremotos y la efectividad de los códigos de construcción sísmica.

La evaluación del peligro sísmico es fundamental para la planificación urbana, el diseño de infraestructuras resilientes y la mitigación del riesgo sísmico. Permite a las autoridades, ingenieros y planificadores tomar decisiones informadas para reducir el impacto de los terremotos en las comunidades y proteger la vida y la propiedad.

- **Propuesta SEAOC.** - Se refiere a una propuesta desarrollada por el Consejo de Ingenieros Estructurales de California (SEAOC por sus siglas en inglés), una organización profesional que representa a ingenieros estructurales en California, Estados Unidos. El SEAOC es conocido por su participación activa en el desarrollo de códigos de construcción, estándares y guías relacionadas con la ingeniería estructural. La propuesta de SEAOC puede abarcar una variedad de temas relacionados con la ingeniería estructural y la construcción, incluyendo:
  - *Normativas de construcción:* Propuestas de actualización o enmienda de los códigos de construcción existentes para abordar nuevas tecnologías, mejores prácticas, cambios en la comprensión de los riesgos sísmicos, etc.
  - *Directrices de diseño:* Propuestas para desarrollar directrices y recomendaciones de diseño que aborden problemas específicos de la ingeniería estructural, como la resistencia sísmica, la durabilidad de las estructuras, la seguridad contra incendios, entre otros.
  - *Investigación y desarrollo:* Propuestas para promover la investigación y el desarrollo en áreas relevantes para la ingeniería estructural, como nuevos materiales de construcción, métodos de análisis sísmico, sistemas estructurales innovadores, etc.

- *Educación y formación:* Propuestas para mejorar la educación y la formación de ingenieros estructurales, así como para promover la conciencia pública sobre temas relacionados con la ingeniería estructural y la seguridad de las construcciones.

Las propuestas de SEAOC suelen ser el resultado de un proceso colaborativo que implica a expertos en ingeniería estructural, académicos, profesionales de la industria de la construcción y otras partes interesadas. Estas propuestas pueden ser presentadas a organismos gubernamentales, comités de normativas de construcción, asociaciones profesionales y otros foros relevantes para su consideración y posible adopción.**Formulación de hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

**H.G.:** Efectivamente los desempeños estructurales del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas se encuentra en el nivel de desempeño funcional, debido a alta vulnerabilidad sísmica que demanda una edificación de categoría A2.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

**H.E.1.:** Utilizando los criterios establecidos por la norma E030 permitirá verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas.

**H.E.2.:** Utilizando los criterios establecidos por la norma E030 y el FEMA 440 permite determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas.

**H.E.3.:** Efectivamente los niveles de desempeño del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas se encuentran en un estado funcional frente a un sismo raro, debido que la estructura posee una alta vulnerabilidad sísmica.

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

- Análisis No Lineal Estático (Pushover).

### **2.5.2. Variable Dependiente**

- Análisis del comportamiento sísmico del Módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

**Tabla 7**

*Operacionalización de la Variable Independiente*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
<b>Análisis no lineal estático Pushover</b>	En este tipo de análisis, el modelo de la estructura incorpora directamente las características no lineales de la relación fuerza-deformación de los elementos y componentes individuales debidas a la respuesta inelástica. (Sarmiento, 2004)	Es una técnica que está siendo aceptada a nivel mundial para conocer el comportamiento no lineal de edificios.	Actividad sísmica	Registro sísmico Ondas sísmicas Sismicidad Sismos	Unidad	DISEÑO ESTRUCTURAL
			Determinación de operatividad de la edificación	Curva de capacidad estructural del módulo Punto de desempeño de la edificación Ductilidad Sobrerresistencia	Unidad	ETABS/EXCEL
			Desempeño sísmico	Nivel de desempeño sísmico Objetivos de desempeño	Unidad	ETABS/EXCEL

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 8**

*Operacionalización de la Variable Dependiente*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Análisis del Comportamiento Sísmico del Módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón</b>	Se analiza de la estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en más vulnerables o menos vulnerables ante un evento sísmico. Según (Oviedo, 2004).	Este análisis se requiere para saber el grado de desgaste o daño que sufre una estructura después de un sismo severo.	Material	Acero A36 Concreto Ladrillos	Unidad	Dossier de calidad
			Características sísmicas de la estructura	Capacidad portante del terreno Asentamientos Periodo natural de vibración Peso propio	Unidad	ETABS/EXCEL
			Comportamiento de los elementos estructurales	Columnas Vigas Placas Losas	Unidades	ETABS

**Fuente:** Elaboración Propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación aplicada se enfoca en utilizar el conocimiento adquirido en investigaciones para desarrollar nuevas tecnologías que puedan ser útiles en diversos campos profesionales. Además de buscar su aplicación práctica en diferentes contextos, también se busca que la información obtenida pueda ser utilizada universalmente y sirva como base para futuras investigaciones.

Para la presente investigación, los métodos a emplear se encuentran en la Norma Técnica Peruana E.030 diseño sismorresistente, analizando estructuralmente una edificación, ante esto se validará las técnicas además de tener un nivel descriptivo que consiste en hechos y características de un fenómeno o conocimiento para determinar su comportamiento. Se utilizarán teorías sobre el comportamiento sísmico para examinar la estructura del Módulo III e 3 niveles en la I.E. San Ramón, con el fin de obtener resultados que contribuyan a futuras investigaciones. De acuerdo con esta descripción, el estudio se clasifica como investigación aplicada.

### **3.2. Nivel de investigación**

Una investigación de nivel explicativo se centra en comprender las causas de los fenómenos sociales o físicos, además de explorar las relaciones entre diferentes conceptos y descripciones de fenómenos. Su principal objetivo es responder a los "por qué" de los acontecimientos, investigando cómo ocurren y en qué condiciones se desarrollan. En este caso específico, se analiza cómo la variable V1 (Análisis no lineal estático) afecta a la variable V2 (Comportamiento sísmico), dado que el desempeño sísmico influye en diversos aspectos de las estructuras y determina su comportamiento actual y futuro. Por tanto, esta investigación se enmarca en un nivel explicativo.

### **3.3. Métodos de investigación**

La investigación cuantitativa se caracteriza por utilizar datos que pueden ser expresados en números o cantidades, lo que permite trabajar con muestras representativas de universos extensos. Estos datos numéricos pueden ser analizados mediante métodos estadísticos para identificar patrones, relaciones y realizar generalizaciones. Por tal motivo en esta investigación se enmarcó en un método de investigación cuantitativa.

### **3.4. Diseño de investigación**

#### **3.4.1. Diseño No experimental**

Diseño transversal no experimental porque los eventos y fenómenos reales se analizan y estudian después de que ocurren. "Estos estudios manipularon variables sin darse cuenta, sino que simplemente observaron fenómenos en condiciones naturales y los analizaron" (Fernández, Baptista y Hernández 2014).

Tenemos que:

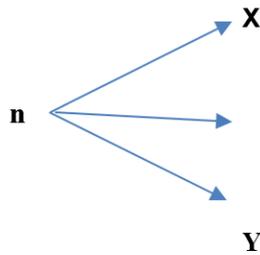
O = Es la evaluación de la variable

X = Variable Independiente: Análisis No Lineal Estático Pushover

Y = Variable dependiente: Análisis del comportamiento estructural

n = Muestra

r = Correlación entre ambas variables



### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Para estudiar tal proyecto de investigación, será necesario tomará como población el edificio construido dentro de la I.E. San Ramón perteneciente a la Ciudad de Chulucanas, Piura.

#### **3.5.2. Muestra**

Para el estudio del siguiente proyecto de investigación se tomará como muestra el módulo III (cuenta con tres niveles) de Sector Secundaria de la I.E. San Ramón en la Ciudad de Chulucanas, Piura.

Actualmente esta Institución Educativa fue culminada la construcción en el año 2022, está destinado a brindar servicios educativos públicos que cuenta con 15 módulos, dentro de ellos tenemos Servicios Educativos, para Primaria, Secundaria, y de Inicial.

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

La recopilación de los datos para este estudio se realizó mediante los planos y los resultados obtenidos al modelar el procedimiento en Etabs para el análisis Pushover y su respectiva interpretación para el desempeño estructural.

### **3.6.1. Técnicas de Gabinete**

Se emplearon técnicas y herramientas para procesar los datos y realizar el modelado, junto con el análisis de la estructura utilizando el software Etabs v16 v.a. Los planos estructurales y arquitectónicos proporcionaron la información necesaria sobre las dimensiones de la edificación.

### **3.6.2. Técnicas de Campo**

Se utilizaron técnicas de observación para verificar los planos, lo que implicó la toma de notas y fotografías como registro.

## **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

- **Procesamientos de todos los datos:** vienen hacer los pasos realizados para la transformación, organización, verificación y extracción de todos los datos arrojados para su posterior aplicación por los métodos donde tenemos que acreditar y garantizar su eficiencia y su utilidad.

Una vez se obtuvo el expediente técnico del proyecto, se procedió a procesar y analizar los diversos datos recopilados. Los resultados fueron obtenidos mediante el uso del software Etabs v16 v.a. y también mediante hojas de cálculo en Excel.

## **3.8. Tratamiento estadístico**

Los datos serán analizados estadísticamente utilizando exclusivamente valores promedio, desviación estándar, así como valores máximos y mínimos, tal como lo requiere la normativa peruana para este tipo de investigaciones.

## **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La tesis es original, y está de acuerdo con los parámetros establecidos por la Universidad. Se ha cumplido fielmente con los lineamientos establecidos y requeridos por la Universidad.

Esta investigación tomó en cuenta la validez de los resultados y la fiabilidad de los datos recopilados. Se obtuvo la información necesaria a partir del expediente técnico de la I. E. San Ramón en la ciudad de Chulucanas en el departamento de Piura. Esto facilitó el uso de los planos arquitectónicos y estructurales del Módulo III de 3 niveles, para llevar a cabo el modelado y análisis correspondiente. Es importante destacar que todo el proceso se llevó a cabo siguiendo los principios éticos y profesionales adecuados.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción del trabajo de campo

##### 4.1.1. Ubicación Colegio San Ramón

El módulo está construido dentro del colegio San Ramón que se encuentra ubicado en el Jr. Apurímac, en la ciudad de Chulucanas.

#### Figura 17

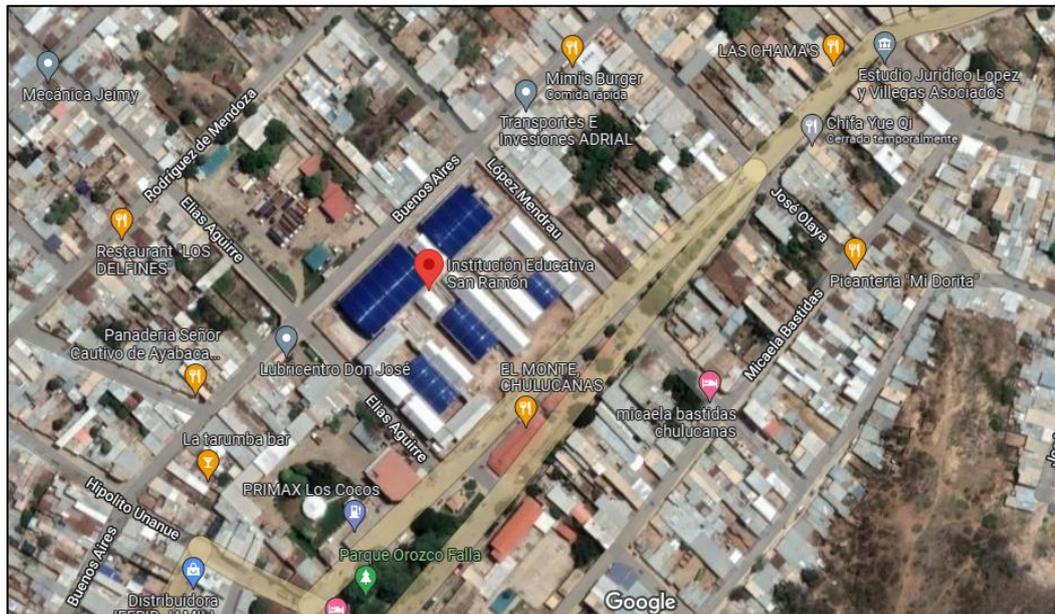
*Ubicación del Colegio San Ramón*



**Fuente:** Tomado en obra (2022)

**Figura 18**

*Ubicación Geográfica del colegio San Ramón*



**Fuente:** Sacado de Google Maps

**4.1.2. Descripción del proyecto gráficamente**

**Descripción de planos arquitectónica del Módulo III:**

El colegio San Ramón se encuentra conformado por 15 módulos, todos estos módulos fueron construidos durante el año 2021 y a principios del año 2022, de estos 15 módulos solo tomaremos un módulo, que viene hacer el módulo III que cuenta con 3 niveles, el cual someteremos a un análisis estático no lineal, obteniendo la curva de capacidad donde podemos evaluar el estado en el que se puede encontrar la estructura frente a cargas sísmicas por medio de la curva de capacidad sectorización, mediante la proposición del SEAOC.

Nuestro módulo cuenta con los siguientes ambientes mostrados a continuación en la figura 19. Todos los planos están adjuntados en el ANEXO 10:

## Figura 19

### Modulo III



**Fuente:** Elaboración Propia

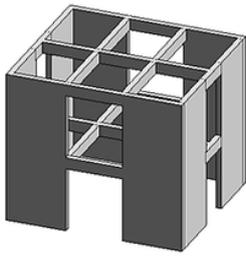
### Descripción estructural del proyecto

El módulo III, fue analizado con los criterios estructurales mencionados. Para la dirección Y contamos con un sistema de muros estructurales donde encontramos placas, vigas y columnas, debido al voladizo que genera un desplazamiento en esa dirección se implementó placas, las placas ayudaran a compensar los desplazamientos que se genera en la estructura. En nuestra dirección “X” contamos con un Sistema Estructural de pórticos que se conforma por vigas y columnas.

En ambos sentidos se consideró controlar los desplazamientos laterales de entre piso, para las cargas de sismo. Se tomaron en cuenta las cargas de gravedad teniendo en consideración la norma E.020 cargas y el modelo constructivo de Hognestad. Posteriormente representaremos en la tabla 9 los sistemas estructurales que se utilizó para la evaluación del desempeño.

Todos los sistemas estructurales según la norma E-030 son clasificados dependiendo sus materiales a utilizar, según en la norma E-030 en el artículo 3.4 tabla 9.

**Tabla 9**  
*Sistemas Estructurales*

Dirección X	Dirección Y
Sistema de Pórticos	Sistema de Muro Estructurales
 <p data-bbox="517 824 577 842">Pórticos</p>	 <p data-bbox="995 828 1114 846">Muros de Carga</p>

Es uno de los sistemas más utilizados en nuestro país, cuyos elementos estructurales consisten en vigas y columnas formando pórticos, y que basa su éxito en su durabilidad y la solidez.

Para que actúe como un pórtico rígido el sistema es fundamental el diseño para proporcionarle conexiones rígidas y con capacidad de transmitir momentos.

Este sistema nos facilita ejecutar todas las modificaciones que una requiera en el interior de la vivienda debido a que los muros no soportan cargas por eso pueden moverse. Viniendo hacer un sistema que posee la versatilidad que se obtiene de los espacios y de que permite el uso de ladrillos.

Pero es un sistema dominado por desplazamiento laterales ya que debido a ello se diseña el sistema estructural de pórticos. No dejando de lado que es un sistema muy costos y pesado.

En un sistema estructural que también se le conoce como muros de corte, son elementos verticales de un sistema resistente de una edificación que transmiten cargas verticales, soportan a los diafragmas horizontales y transmiten a los niveles inferiores las cargas horizontales que actúan en un mismo plano las cuales son originadas por sismo o por viento.

Este sistema posee de una gran resistencia y generalmente son ubicados en el perímetro. La responsabilidad sísmica cae en gran porcentaje en estos elementos estructurales. Debido a eso se requiere de un planteamiento cuidadoso para evitar torsiones en planta, dado que los muros suelen inducir una gran rigidez en planta atrayendo así el centro de rigidez, creando una excentricidad muy alta entre en centro de rigidez y el centro de cortante, esta excentricidad muy alta aumenta los momentos de torsión y como consecuencia la torsión en planta, por ende,

---

La resistencia sísmica de ese sistema, debe proporcionar por lo menos el 80% de la fuerza cortante que actúa en la base según la norma E-030, para verificaciones del sistema estructural.

es recomendable tener en cuenta su ubicación y su distribución, la cual sea simétrica para evitar el desbalance del centro de rigidez y el centro de corte de cada nivel de la estructura.

La resistencia sísmica de este sistema, debe proporcionar como mínimo el 70% de la fuerza cortante que actúa en la base según la norma E.030, para verificaciones del sistema estructural.

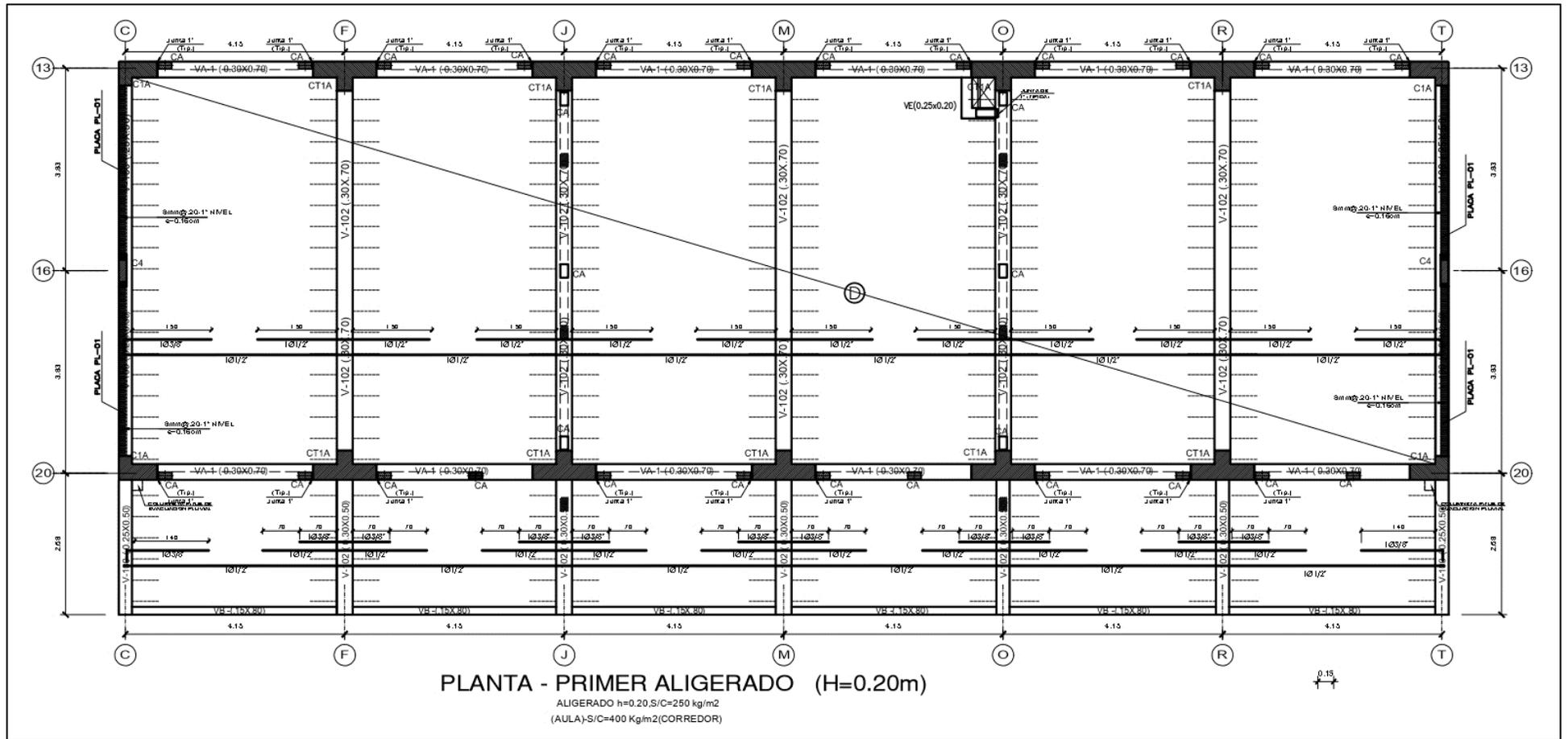
---

**Fuente:** Elaboración Propia

En nuestra investigación desarrollaremos: Los metrados de carga y modelado estructural mediante el software Etabs, demostraremos el comportamiento de miembros verticales para validación de análisis lineal y análisis no lineal para obtener desempeño estructural. Posteriormente de la figura 20 hasta la 27 mostraremos las secciones de la estructura analizada.

**Figura 20**

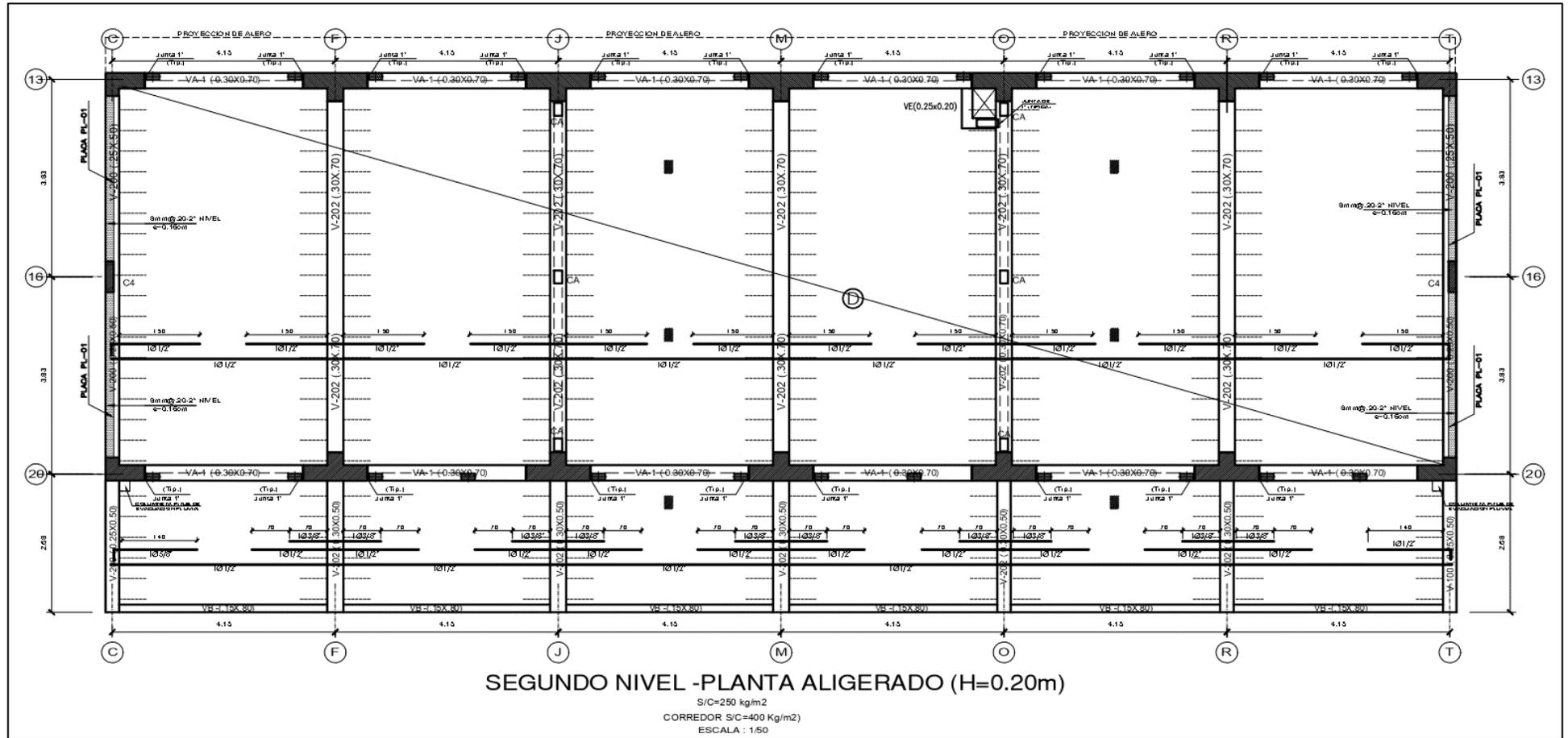
*Plano de estructura primer nivel, vista en planta*



**Fuente:** I.E. San Ramón, Expediente Técnico

**Figura 21**

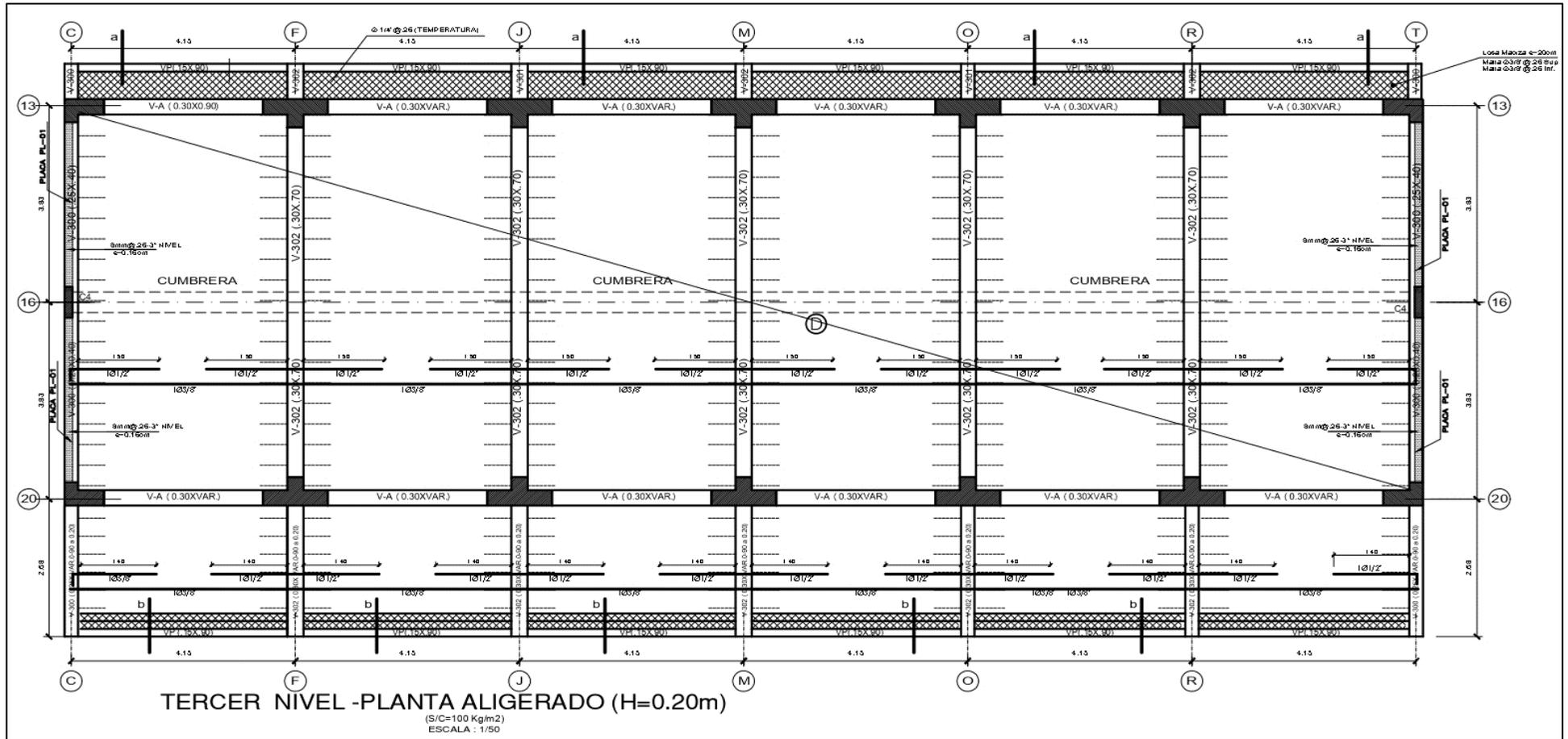
*Plano de estructura segundo nivel, vista en planta*



**Fuente:** I.E. San Ramón, Expediente Técnico

**Figura 22**

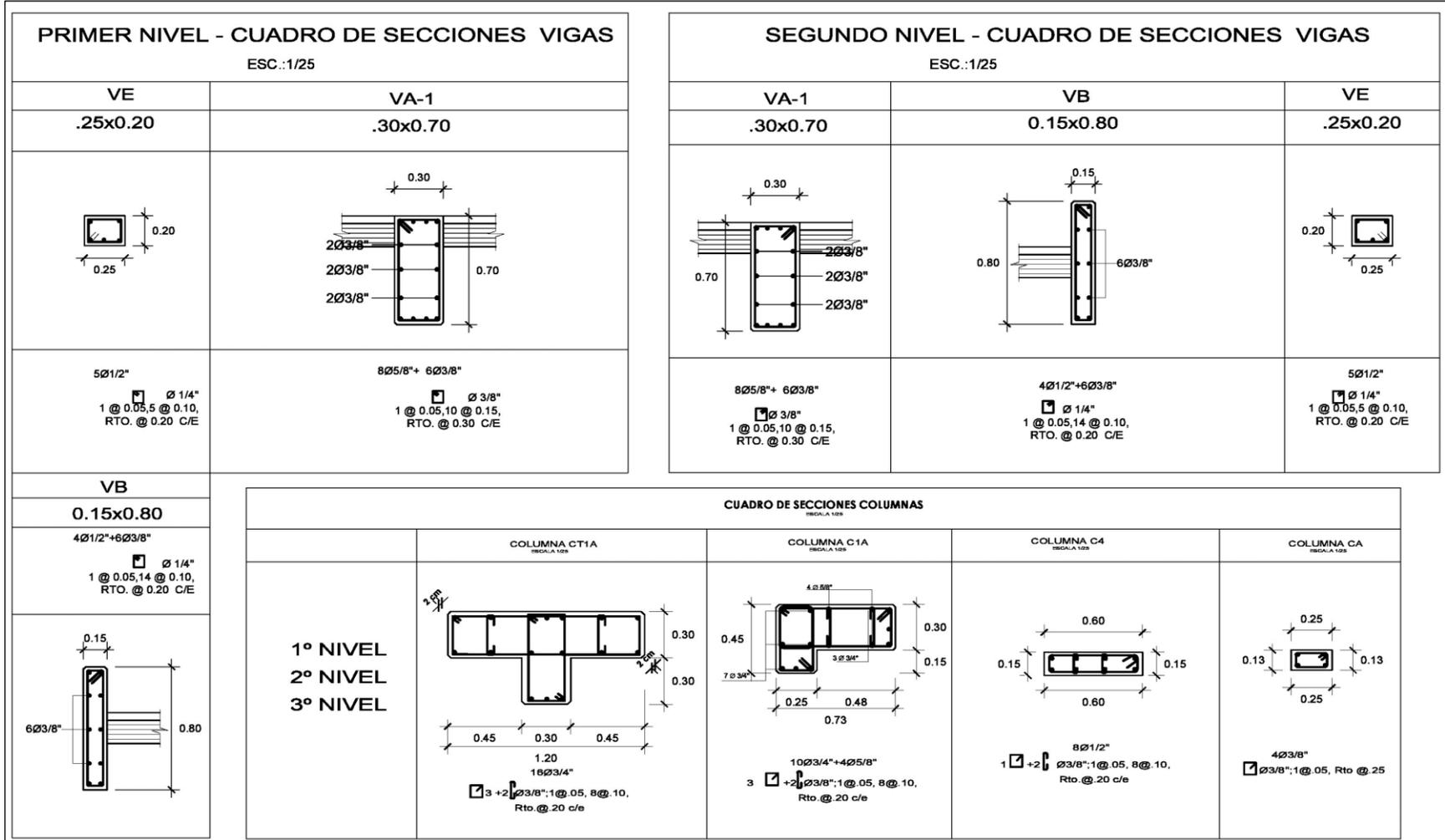
*Plano de estructura tercer nivel, vista en planta*



**Fuente:** I.E. San Ramón, Expediente Técnico

**Figura 23**

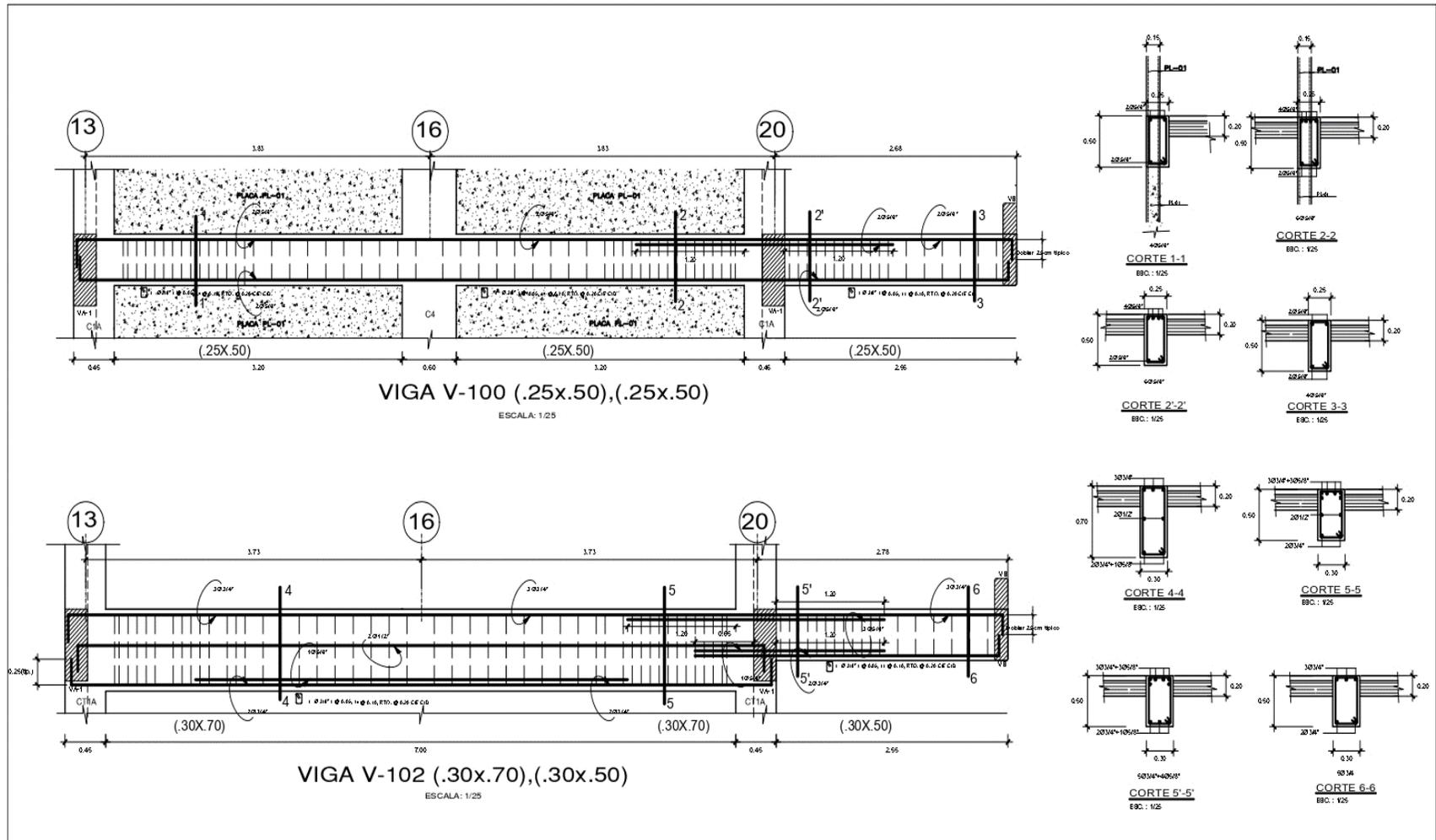
*Plano de estructura, secciones de columnas y vigas*



**Fuente:** I.E. San Ramón, Expediente Técnico

**Figura 24**

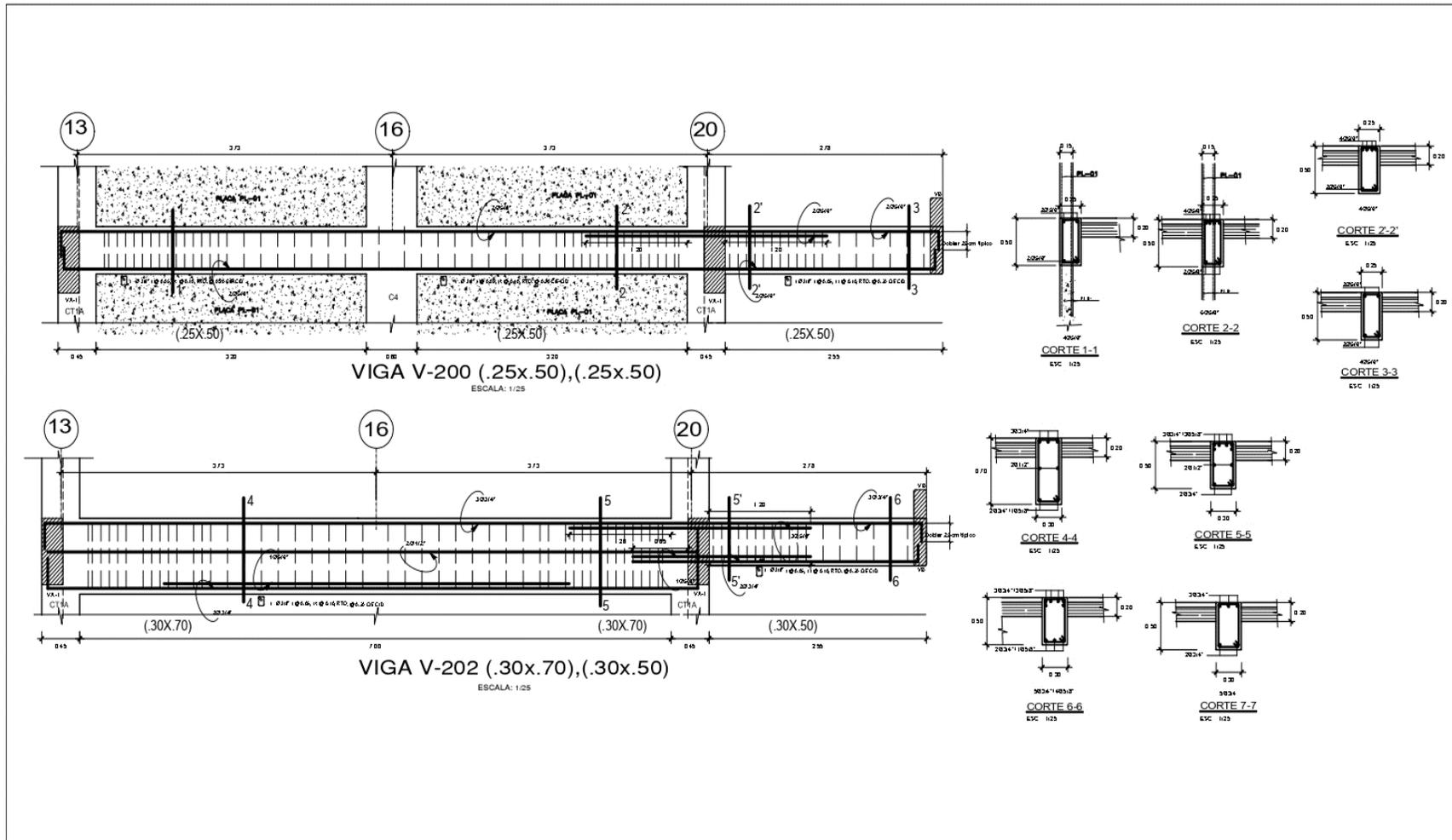
*Plano de estructura secciones de vigas de primer nivel en el sentido Y-Y*



**Fuente:** Expediente Técnico de I.E. San Ramón

**Figura 25**

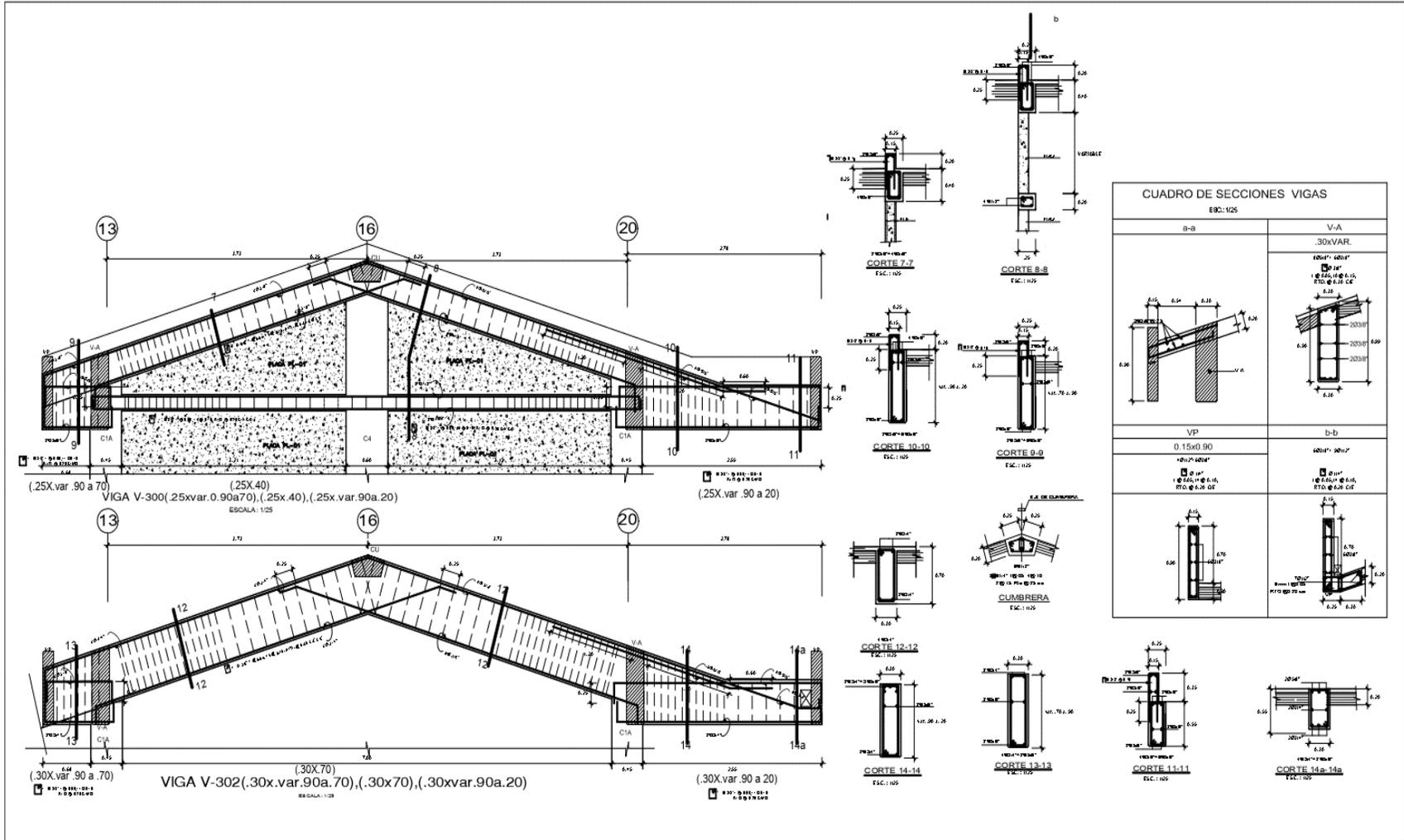
*Plano de estructura secciones de vigas de segundo nivel en el sentido Y-Y*



**Fuente:** Expediente Técnico de I.E. San Ramón

**Figura 26**

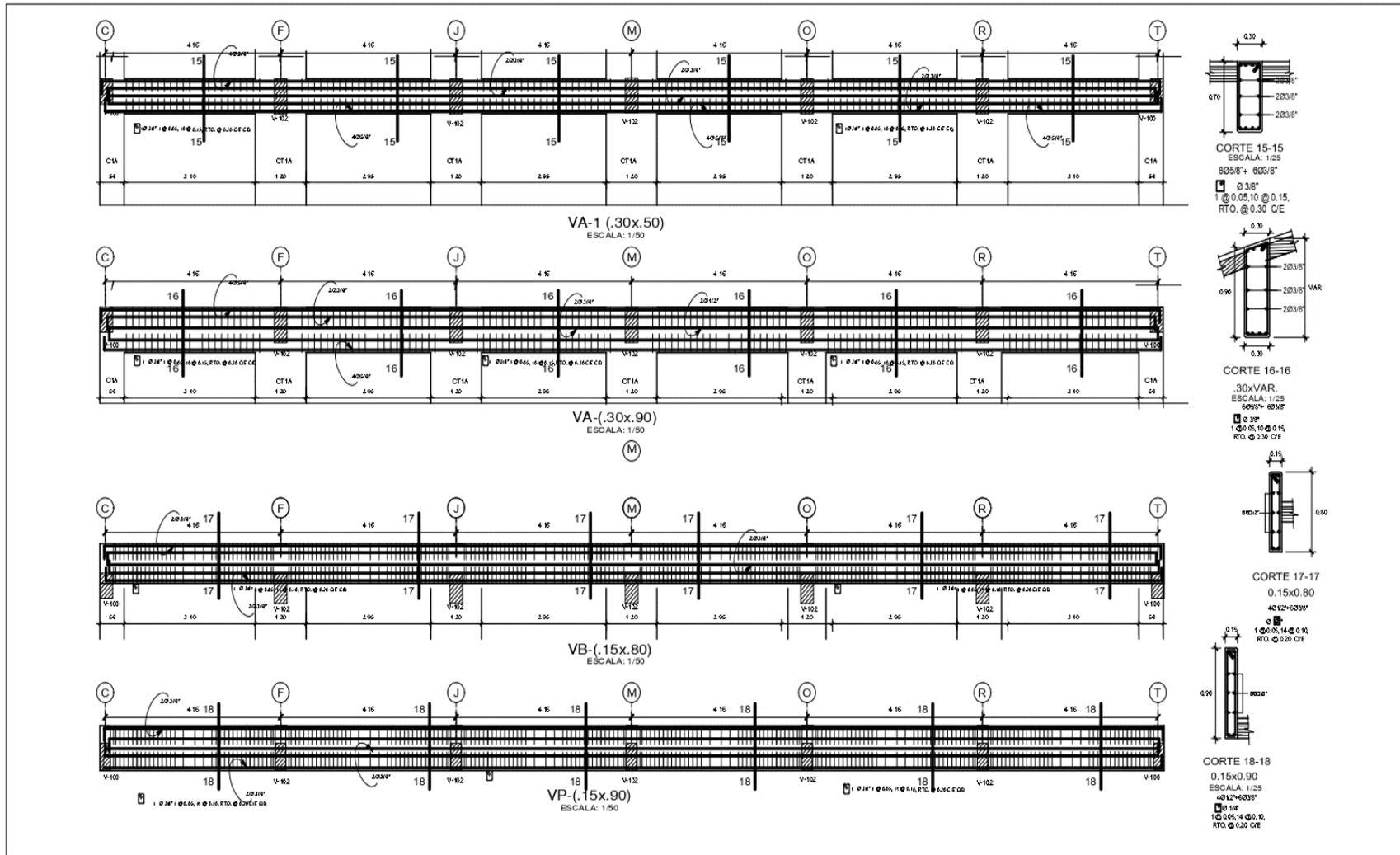
*Plano de estructura secciones de vigas de tercer nivel en el sentido Y-Y*



**Fuente:** Expediente Técnico de I.E. San Ramón

**Figura 27**

*Plano de estructura secciones de vigas en los tres niveles en el sentido X-X*



**Fuente:** Expediente Técnico de I.E. San Ramón

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Modelamiento computacional de la estructura existente en Etabs

#### Condiciones Generales de Diseño:

##### *Estudio de suelos:*

- CL Arcillas.
- Cap. Adm = 1.04 kg/cm<sup>2</sup> para zapatas corrida, profundidad de cimentación 1.50m.
- Cap. Adm = 0.73 kg/cm<sup>2</sup> en cimientos corridos, para 1.00m de profundidad.
- Profundidad mínima de cimentación = 1.00 m.

#### Estrado de Suelo considerando Zapatas y Cimentación:

- Primera capa de 0.30m de espesor “afirmado preparado” y compactado.
- Concreto, Solado C:H (1:10) con espesor mínimo de 0.10m.

#### Materiales: Propiedades y características

Las propiedades y características del concreto son:

- Resistencia a la compresión:  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad:  $E_c$ : 217,370 kg/cm<sup>2</sup> = 2 173,7065
- Módulo de poisson: 0.20:  $\nu$
- Refuerzo de acero:  $f_y$ : 4200 kg/cm<sup>2</sup>

#### Análisis sísmico:

##### *Normas técnicas empleadas:*

Las normas tomadas en cuentas para el análisis son las siguientes:

- (E-020), Cargas.
- (E-030), Diseño sismorresistente.
- (E-060), Concreto Armado.
- (E-070), Albañilería.

### ***Cargas consideradas en la estructura:***

Al considerar las cargas se tiene en cuenta el peso de la estructura que conforma los elementos estructurales (vigas, columnas y losas). La siguiente tabla muestra cargas vivas y muertas basadas en estándares de ingeniería peruanos. Todas estas cargas que introduciremos se tienen en cuenta a la hora de formar el I.E. Módulo III de I.E. San Ramón de Chulucanas.

En la estructura contiene un techo que tiene una losa aligerada de  $h=20$ , lo que viene a cumplir las transacciones de carga de gravedad de las vigas y las columnas, donde también se puede utilizar como diagrama rígido para las cargas laterales.

#### **Tabla 10**

*Pesos propios de la estructura según reglamento de la NTP E0.020*

Peso Unitario del Concreto	2.400 kgf/m <sup>2</sup>
Peso específico del Acero	7.850 tonf/m <sup>3</sup>
Peso específico de la Albañilería	1.800 tonf/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Norma E.020

#### **Tabla 11**

*Cargas Muertas en kg/m<sup>2</sup> en cuenta según la NTP E0.020*

P. de tabiquería	235 kgf/m <sup>2</sup>
P. de acabados	100 kgf/m <sup>2</sup>
P. de ladrillo de techo	72 kgf/m <sup>2</sup>

**Fuente:** Expediente técnico

#### **Tabla 12**

*Cargas Vivas por kg/m<sup>2</sup> en cuenta según la NTP E0.020*

Sobrecarga Aulas	235 kgf/m <sup>2</sup>
Sobrecarga para pasadizo y escaleras	400 kgf/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de la Azotea	100 kgf/m <sup>2</sup>

**Fuente:** Norma E.020

El peso de la tabaquería se anexará en el anexo 08 juntamente con el metrado de cargas Posteriormente presentamos en la figura 28 la estructura modelada en 3D con sus respectivos cortes y elevaciones.

**Figura 28**

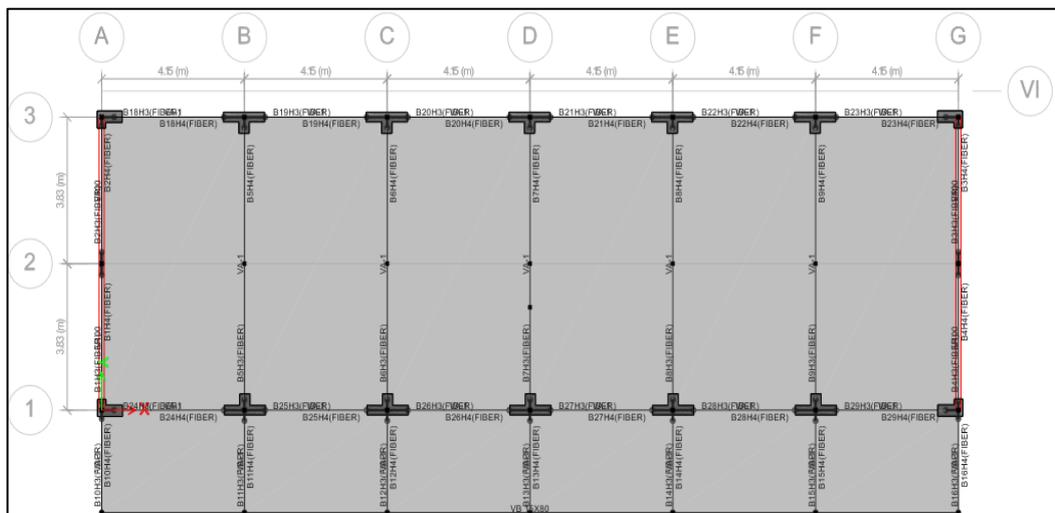
*Modelamiento tridimensional*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 29**

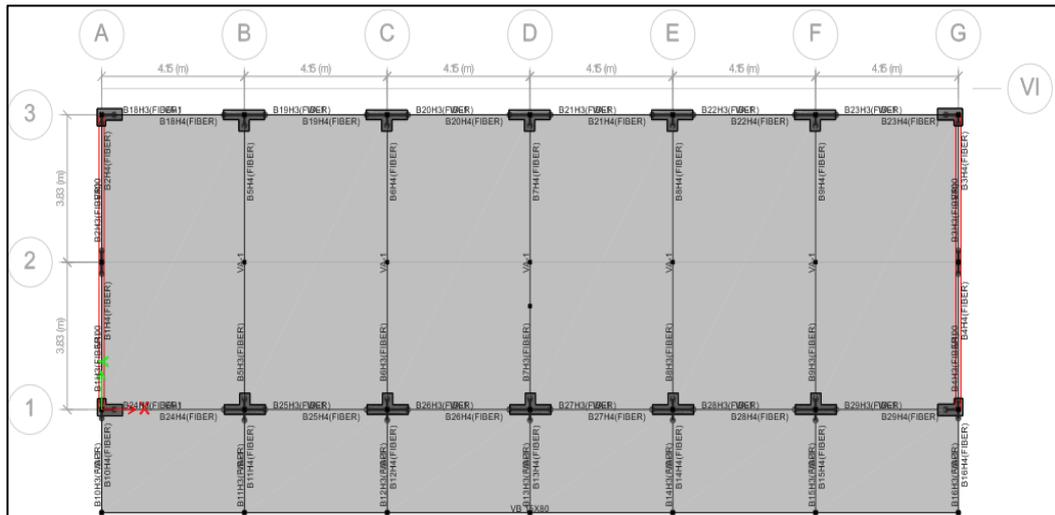
*Modelamiento, planta de primer piso*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 30**

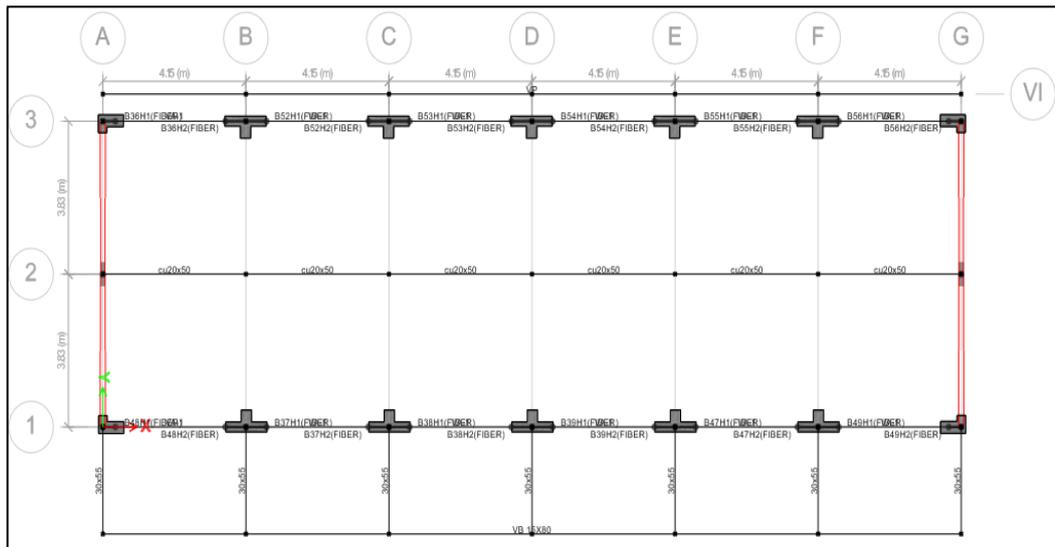
*Modelamiento, planta de segundo piso*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 31**

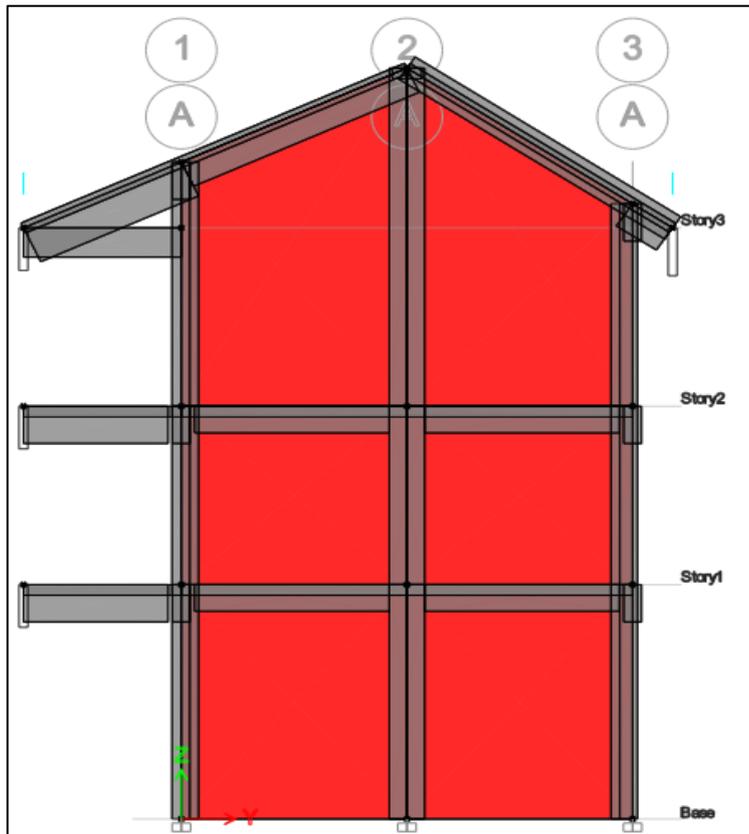
*Modelamiento, planta de tercer piso*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 32**

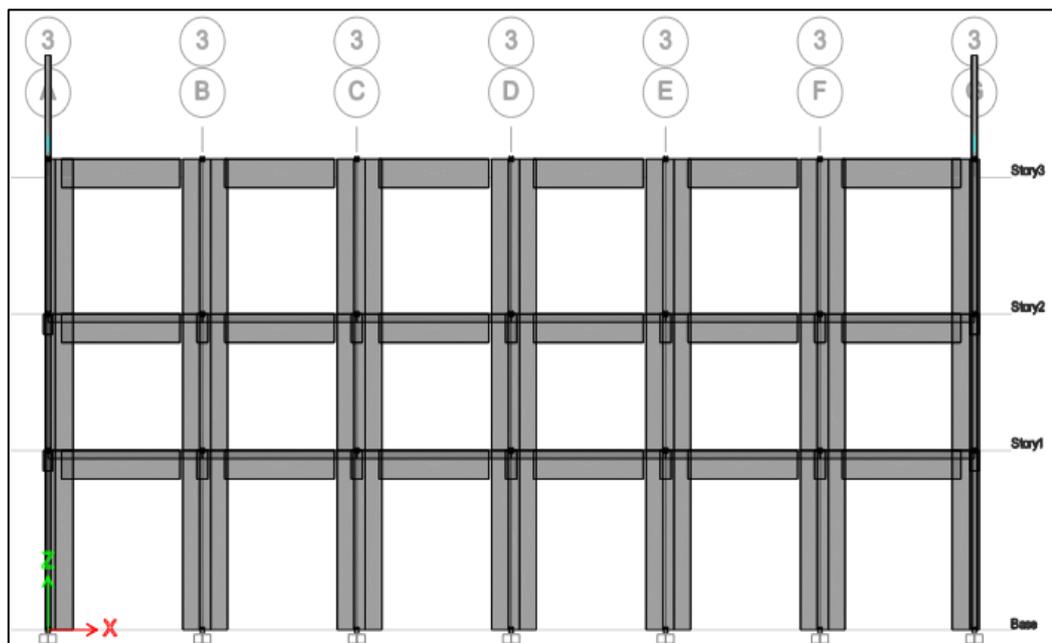
*Modelamiento, elevación eje A-A y G-G*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 33**

*Modelamiento, elevación eje 1-1 y 3-3*



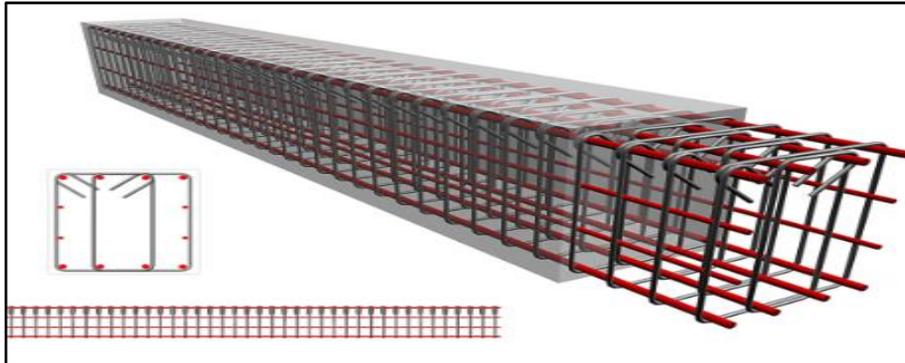
**Fuente:** Elaboración Propia

## **Análisis de los elementos estructural existente:**

*Aceros de refuerzos:* Como su nombre lo indica es empleado para reforzar la estructura. Que se incrusta en el concreto de manera que puede soportar los esfuerzos a compresión y a tensión.

**Figura 34**

*Aceros de refuerzos*



**Fuente:** Elaboración Propia

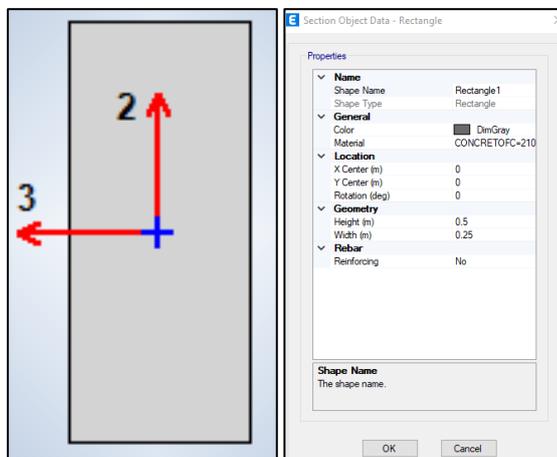
## ***Refuerzos de las vigas existentes:***

Se presentará a continuación los elementos estructurales existente, plasmado en el software Etabs. Donde se especificará los refuerzos en las secciones de las columnas y vigas.

## **DIRECCIÓN Y: VIGAS 100 – 200 – 300**

**Figura 35**

*Secciones de vigas 100 – 200 – 300*



**Fuente:** Elaboración Propia

**PRIMER PISO V – 25 X 50:** Representada en el plano como viga V – 100.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos más 2 varillas de 5/8” adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 7.92\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

**PRIMER PISO V – 25 X 50 (PASADIZO):** Representada en el plano como viga V – 100.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos más 2 varillas de 5/8” adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 7.92\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

**SEGUNDO PISO V – 25 X 50:** Representada en el plano como viga V – 200.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

**SEGUNDO PISO V – 25 X 50 (PASADIZO):** Representada en el plano como viga V – 200.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos más 2 varillas de 5/8” adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 7.92\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

**TERCER PISO V – 25 X 50:** Representada en el plano como viga V – 300.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

**TERCER PISO V – 25 X 50:** Representada en el plano como viga V – 300.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 1/2” en la parte superior continuos que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 2.534\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 1/2” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 2.534\text{cm}^2)$ .

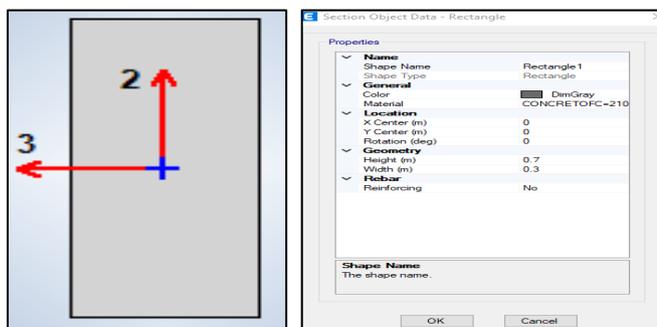
**TERCER PISO V – 25 X 50 (ALEROS):** Representada en el plano como viga V – 300.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8 en la parte superior continuos más 2 varillas de 5/8” adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 7.92\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 5/8 en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

### VIGAS 102 – 202 – 302

**Figura 36**

*Detalles, Vigas 102 – 202 – 302*



**Fuente:** Elaboración Propia

**PRIMER PISO V – 30 X 70:** Representada en el plano como viga V – 102.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 03 varillas de acero de  $\frac{3}{4}$ " en la parte superior continuos más 02 varilla de  $\frac{1}{2}$ " adicionales de acero en el centro, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} + 1.267\text{cm}^2 \times 02 = 11.084 \text{ cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de  $\frac{3}{4}$  en la parte inferior continuos más 01 varilla de  $\frac{5}{8}$ " adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 01 \text{ und} + 2 \times 1.267 = 7.68\text{cm}^2)$ .

**PRIMER PISO V – 30 X 50 (PASADIZO):** Representada en el plano como viga V – 102.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 03 varillas de acero de  $\frac{3}{4}$ " en la parte superior continuos más 03 varillas de  $\frac{5}{8}$ " adicionales del acero en el extremo izquierdo, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} = 14.49\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de  $\frac{3}{4}$  en la parte inferior continuos más 01 varilla de  $\frac{5}{8}$ " adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 01 \text{ und} = 7.68\text{cm}^2)$ .

**SEGUNDO PISO V – 30 X 70:** Representada en el plano como viga V – 202.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 03 varillas de acero de  $\frac{3}{4}$ " en la parte superior continuos más 02 varilla de  $\frac{1}{2}$ " adicionales de acero en el centro, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} + 1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 11.084\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de  $\frac{3}{4}$  en la parte inferior continuos más 01 varilla de  $\frac{5}{8}$ " adicionales de acero en el centro, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 01 \text{ und} = 7.68\text{cm}^2)$ .

**SEGUNDO PISO V – 30 X 50 (PASADIZO):** Indicado en el plano como viga V – 202.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 03 varillas de acero de 3/4” en la parte superior continuos más 03 varillas de 5/8” adicionales del acero en el extremo izquierdo, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} = 14.49\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 3/4 en la parte inferior continuos más 01 varilla de 5/8” adicionales de acero al extremo derecho, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 01 \text{ und} = 7.68\text{cm}^2)$ .

**TERCER PISO V – 30 X 70:** Representada en el plano como viga V – 302.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 3/4” en la parte superior continuos, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 5.70\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 3/4 en la parte inferior continuos, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 5.70\text{cm}^2)$ .

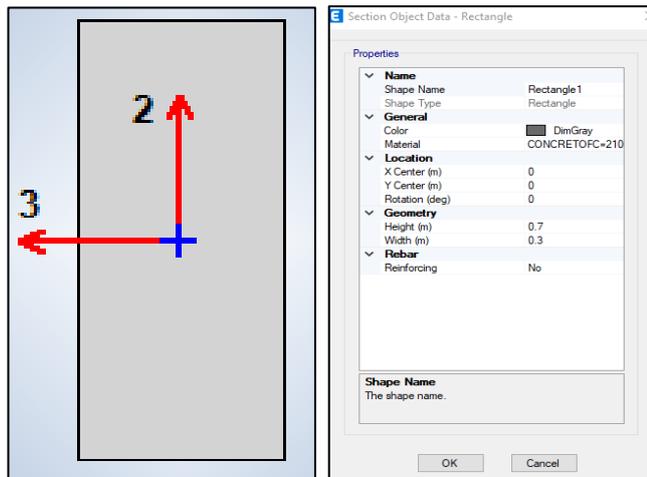
**TERCER PISO V – 30 X Var (ALERO):** Representada en el plano como viga V – 302.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 3/4” en la parte superior continuos más 03 varillas de 5/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} = 11.64\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 2 varillas de acero de 3/4 en la parte inferior continuos, que equivale a  $(2.85\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 5.70\text{cm}^2)$ .

**DIRECCIÓN X: VIGAS VA – 1 – Var**

**Figura 37**

*Secciones en los ejes VA-1*



**Fuente:** Elaboración Propia

**PRIMER PISO V – 30 X 70:** Representada en el plano como viga VA – 1.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 04 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos más 02 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 9.35\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 04 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos más 04 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 10.776\text{cm}^2)$ .

**SEGUNDO PISO V – 30 X 70:** Representada en el plano como viga VA – 1.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 04 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos más 02 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 9.35\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 04 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos más 04 varillas de 3/8” adicionales del acero en

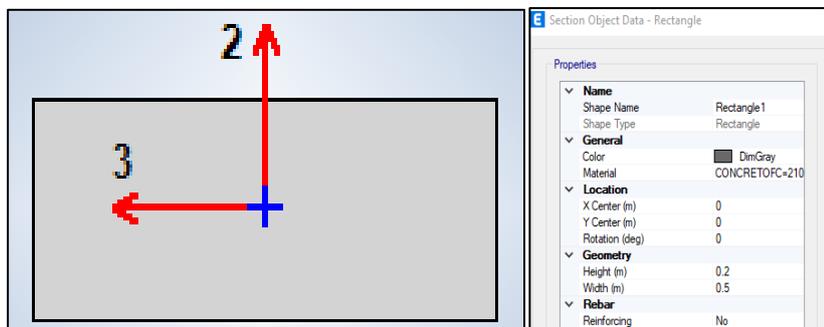
el extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 10.776\text{cm}^2)$ .

**TERCER PISO V – 30 X 90:** Representada en el plano como viga VA.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 04 varillas de acero de 5/8” en la parte superior continuos más 02 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 9.35\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 04 varillas de acero de 5/8” en la parte inferior continuos más 04 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 10.776\text{cm}^2)$ .

**Figura 38**

*Cumbrera (20 x 50)*



**Fuente:** Elaboración Propia

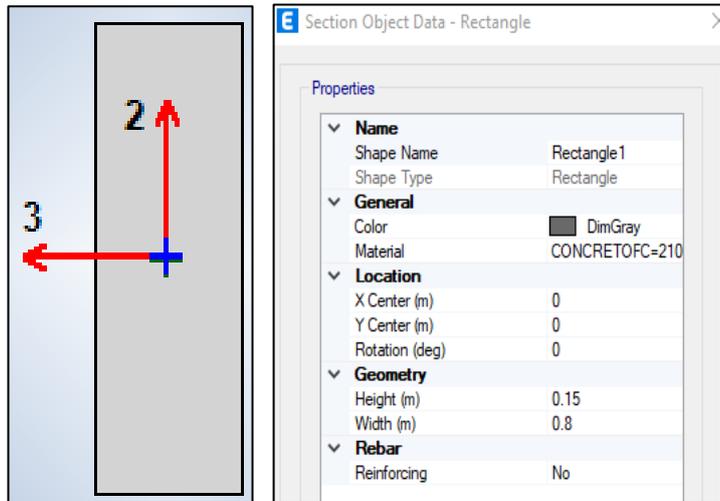
**TERCER PISO V – 20 X 50:** Representada en el plano como viga **CUMBRERA**.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 3 varillas de acero de 1/2” en la parte superior continuos que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 03 \text{ und} = 3.801\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 3 varillas de acero de 1/2” en la parte inferior continuos que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} = 3.801\text{cm}^2)$ .

**VIGAS VB-VP**

**Figura 39**

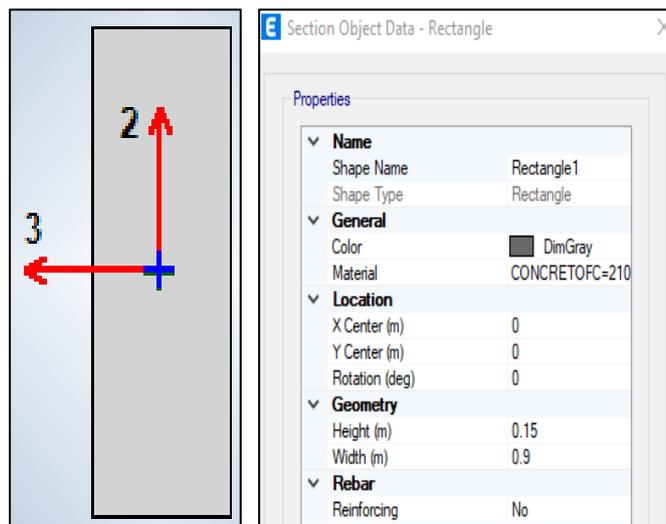
*Sección de VB (15 x 70)*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 40**

*Sección de VP (15 x 80)*



**Fuente:** Elaboración Propia

**PRIMER PISO V – 15 X 80:** Representada en el plano como viga VB.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 1/2” en la parte superior continuos más 02 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .

- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 1/2” en la parte inferior continuos más 04 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 5.386\text{cm}^2)$ .

**SEGUNDO PISO V – 15 X 80:** Representada en el plano como viga VB.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 1/2” en la parte superior continuos más 02 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 1/2” en la parte inferior continuos más 04 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 5.386\text{cm}^2)$ .

**TERCER PISO V – 15 X 90:** Representada en el plano como viga VP.

- **Acero negativo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 1/2” en la parte superior continuos más 02 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 3.96\text{cm}^2)$ .
- **Acero positivo:** De los resultados verificados, con 02 varillas de acero de 1/2” en la parte inferior continuos más 04 varillas de 3/8” adicionales del acero en el extremo derecho, que equivale a  $(1.267\text{cm}^2 \times 02 \text{ und} + 0.713\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 5.386\text{cm}^2)$ .

**Tabla 13***Verificación de refuerzos de vigas existentes “hoja de resumen - 1”*

Cuantías y Refuerzos de las Vigas				
Vigas VA – VA – 1				
DIRECCIÓN	PISO	VIGAS	Acero Negativo	Acero Positivo
X	PRIMER PISO	V-30x70	= 4 @ 5/8” + 4 @ 3/8”	= 4 @ 5/8” + 2 @ 3/8”
		Viga VA-1	=4 x 1.98cm <sup>2</sup> + 2x0.713 = 9.35 cm <sup>2</sup>	=4x1.98cm <sup>2</sup> + 2x0.713= 7.92 cm <sup>2</sup>
	SEGUNDO PISO	V-15x80	= 2 @ 1/2” + 2 @ 3/8”	= 2 @ 1/2” + 4 @ 3/8”
		Viga VB	=2 x 1.267cm <sup>2</sup> + 2x0.713 = 3.96 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.267cm <sup>2</sup> + 4x0.713 = 5.386 cm <sup>2</sup>
	TERCER PISO	V-30x70	= 4 @ 5/8” + 4 @ 3/8”	= 4 @ 5/8” + 2 @ 3/8”
		Viga VA-1	=4 x 1.98cm <sup>2</sup> + 4x0.713 = 10.776 cm <sup>2</sup>	=4x1.98cm <sup>2</sup> + 2x0.713= 7.92 cm <sup>2</sup>
	SEGUNDO PISO	V-15x80	= 2 @ 1/2” + 2 @ 3/8”	= 2 @ 1/2” + 4 @ 3/8”
		Viga VB	=2 x 1.267cm <sup>2</sup> + 2x0.713 = 3.96 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.267cm <sup>2</sup> + 4x0.713 = 5.386 cm <sup>2</sup>
	TERCER PISO	V-30xVar	= 4 @ 5/8” + 4 @ 3/8”	= 4 @ 5/8” + 2 @ 3/8”
Viga VA-1		=4 x 1.98cm <sup>2</sup> + 4x0.713 = 10.776 cm <sup>2</sup>	=4x1.98cm <sup>2</sup> + 2x0.713= 7.92 cm <sup>2</sup>	
TERCER PISO	V-15x90	= 2 @ 1/2” + 2 @ 3/8”	= 2 @ 1/2” + 4 @ 3/8”	
	Viga VP	=2 x 1.267cm <sup>2</sup> + 2x0.713 = 3.96 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.267cm <sup>2</sup> + 4x0.713 = 5.386 cm <sup>2</sup>	

**Fuente:** Elaboración Propia**Tabla 14***Verificación de refuerzos de las vigas existentes “hoja de resumen - 2”*

Cuantías y Refuerzos de las Vigas				
Vigas 100 – 200 – 300				
DIRECCIÓN	PISO	VIGAS	Acero Negativo	Acero Positivo
Y	PRIMER PISO	V-25x50	= 2 @ 5/8”	= 2 @ 5/8”
		V-100	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>
	SEGUNDO PISO	V-25x50	= 2 @ 5/8” + 2 @ 5/8”	= 2 @ 5/8”
		(Pasadizo)	=4 x 1.98cm <sup>2</sup> = 7.92 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>
	TERCER PISO	V-25x50	= 2 @ 5/8”	= 2 @ 5/8”
		V-200	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>
	SEGUNDO PISO	V-25x50	= 2 @ 5/8” + 2 @ 5/8”	= 2 @ 5/8”
		(Pasadizo)	=4 x 1.98cm <sup>2</sup> = 7.92 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>
	TERCER PISO	V-25x50	= 2 @ 5/8”	= 2 @ 5/8”
V-300		=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>	
TERCER PISO	V-25x50	= 2 @ 5/8” + 2 @ 5/8”	= 2 @ 5/8”	
	(Aleros)	=4 x 1.98cm <sup>2</sup> = 7.92 cm <sup>2</sup>	=2 x 1.98cm <sup>2</sup> = 3.96 cm <sup>2</sup>	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 15**

*Verificación de refuerzos de las vigas existentes “hoja de resumen - 3”*

Cuantías y Refuerzos de las Vigas Existentes				
VIGAS 102 – 202 – 302				
DIRECCIÓN	PISO	VIGAS	Acero Negativo	Acero Positivo
YY	PRIMER PISO	V-30x70	$= 3 @ 3/4'' + 2 @ 1/2''$ $= 3 \times 2.85 \text{cm}^2 + 2 \times 1.267 \text{cm}^2 =$ $11.084 \text{cm}^2$	$= 2 @ 3/4'' + 1 @ 5/8''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 + 1 \times 1.98 = 7.68 \text{cm}^2$
	V-102	V-30x50 (Pasadizo)	$= 3 @ 3/4'' + 3 @ 5/8''$ $= 3 \times 2.85 \text{cm}^2 + 3 \times 1.98 =$ $14.49 \text{cm}^2$	$= 2 @ 3/4'' + 1 @ 5/8''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 + 1 \times 1.98 = 7.68 \text{cm}^2$
	SEGUNDO PISO	V-30x70	$= 3 @ 3/4'' + 2 @ 1/2''$ $= 3 \times 2.85 \text{cm}^2 + 2 \times 1.267 \text{cm}^2 =$ $11.084 \text{cm}^2$	$= 2 @ 3/4'' + 1 @ 5/8''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 + 1 \times 1.98 = 7.68 \text{cm}^2$
	V-202	V-30x50 (Pasadizo)	$= 3 @ 3/4'' + 3 @ 5/8''$ $= 3 \times 2.85 \text{cm}^2 + 3 \times 1.98 =$ $14.49 \text{cm}^2$	$= 2 @ 3/4'' + 1 @ 5/8''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 + 1 \times 1.98 = 7.68 \text{cm}^2$
	TERCER PISO	V-30x70	$= 2 @ 3/4''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 = 5.70 \text{cm}^2$	$= 2 @ 3/4''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 = 5.70 \text{cm}^2$
	V-302	V-30xVar (Alero)	$= 2 @ 3/4'' + 3 @ 5/8''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 + 3 \times 1.98 =$ $11.64 \text{cm}^2$	$= 2 @ 3/4''$ $= 2 \times 2.85 \text{cm}^2 = 5.70 \text{cm}^2$

**Fuente:** Elaboración Propia

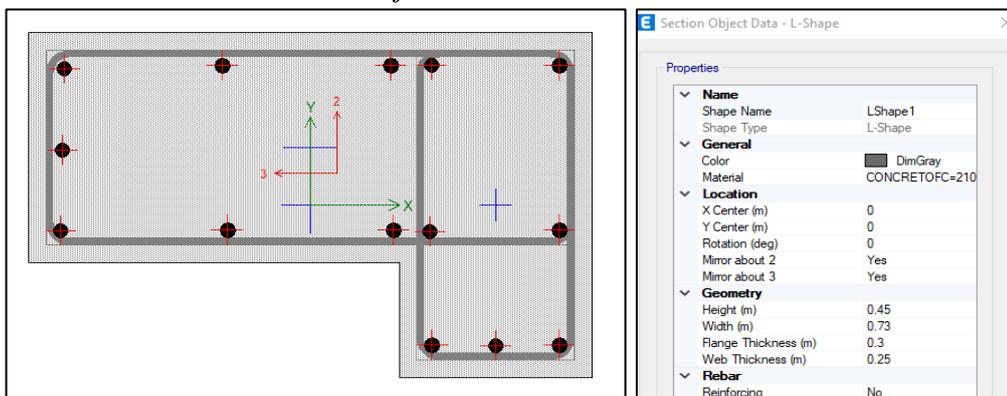
**Refuerzos de las columnas existentes:**

Secciones de las columnas existentes, con los aceros de refuerzos ingresados en las columnas.

**DIRECCIÓN Y – Y: COLUMNAS C1A, C4**

**Figura 41**

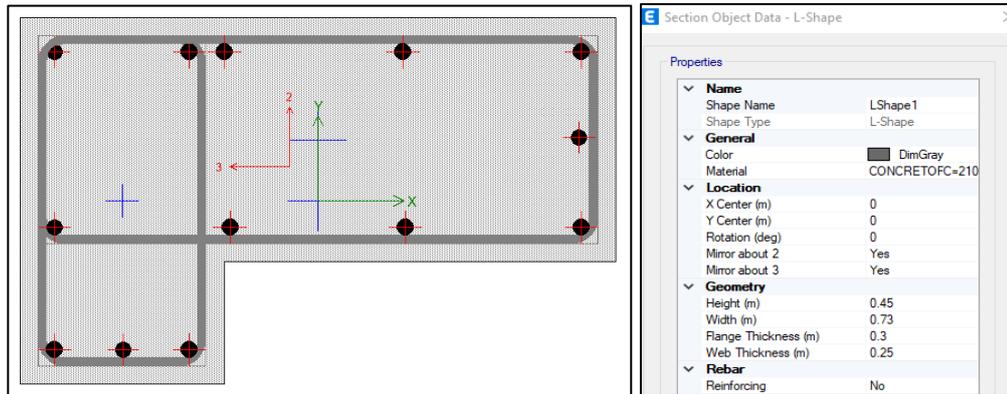
*Detalles de la columna C1A eje G – G*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 42**

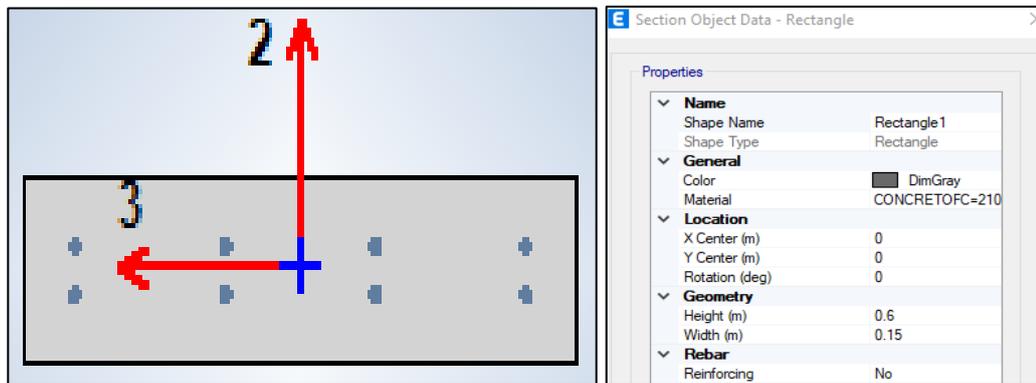
*Detalles de la columna C1A eje A – A*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 43**

*Detalles de la columna C4*



**Fuente:** Elaboración Propia

**COLUMNAS C – 4 = “15 X 60”:**

Cuenta con 08 varillas de ½” que viene hacer equivalente a  $1.27\text{cm}^2 \times 08 \text{ und} = 10.16\text{cm}^2$ , representada en el plano como columna C – 4.

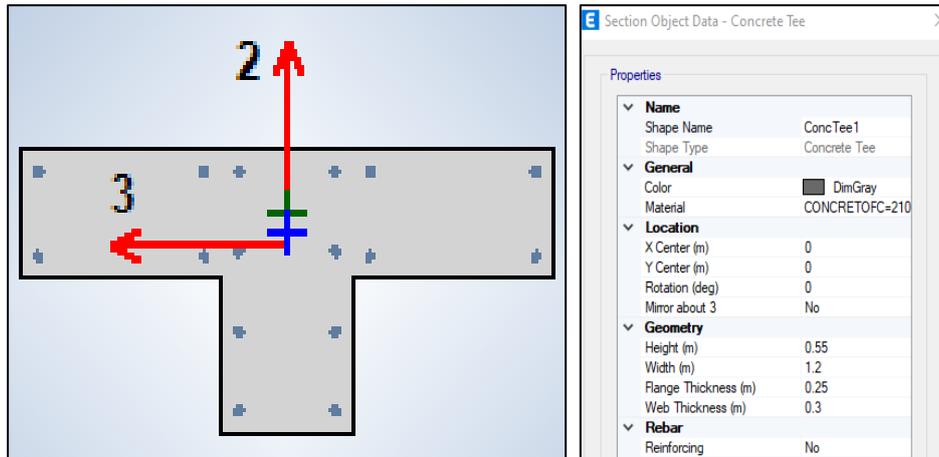
**COLUMNAS C1A = “30x70” - “25x45”:**

Cuenta con 10 varillas de 3/4” de acero continuos, más 04 varillas de 5/8” de acero que viene hacer equivalente a  $2.85\text{cm}^2 \times 10 \text{ und} + 1.98\text{cm}^2 \times 04 \text{ und} = 36.42\text{cm}^2$  de aceros continuos, representada en el plano como columna C1A.

**DIRECCIÓN X: COLUMNAS CT1A**

**Figura 44**

*Detalles de la Columnas CT1A*



**Fuente:** Elaboración Propia

**COLUMNAS CT1A = “120 X 30” - “60 x 30”: EJE 1**

Cuenta con 16 varillas de 3/4” que viene hacer equivalente a  $2.85\text{cm}^2 \times 16$  und =  $45.6\text{cm}^2$  de aceros continuos, representada en el plano como columna CT1A.

**COLUMNAS CT1A = “120 X 30” - “60 x 30”: EJE 2**

Cuenta con 16 varillas de 3/4” que viene hacer equivalente a  $2.85\text{cm}^2 \times 16$  und =  $45.6\text{cm}^2$  de aceros continuos, representada en el plano como columna CT1A.

**Tabla 16**

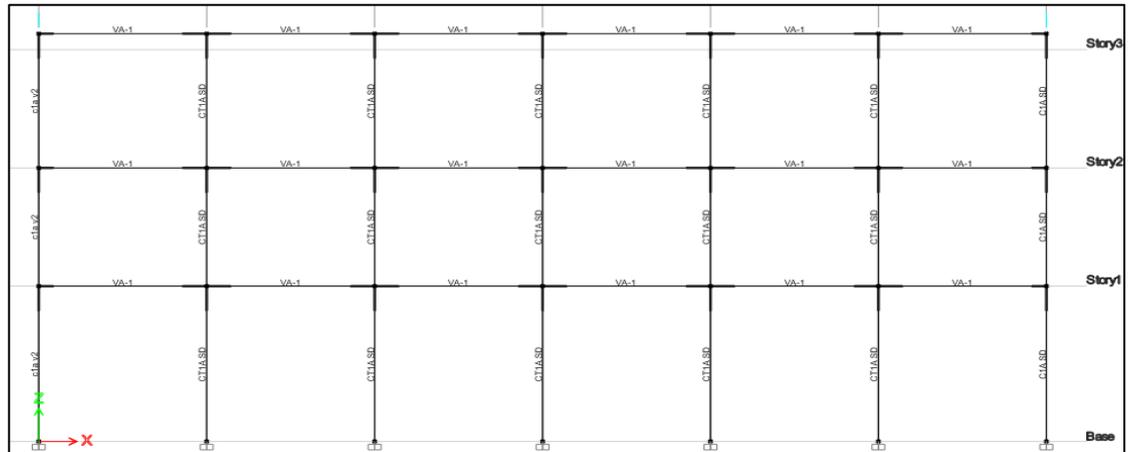
*Verificación de refuerzos de las columnas existentes*

Columnas			
Piso	Secciones	Aceros Longitudinales	Estribos
PISO 1,2,3	C-4	= 8 @ 1/2” = 8 x 1.267cm <sup>2</sup> = 10.136cm <sup>2</sup>	= 3 @ 3/8”, 1 @ .05, Rto @ .25
	C1A	= 10 @ 3/4” + 4 @ 5/8” = 10x2.85cm <sup>2</sup> + 4x1.981cm <sup>2</sup> = 36.424cm <sup>2</sup>	= 5 @ 3/8”, 1 @ .05, 8 @ .10, Rto @ .20 c/e
	CT1A	= 16 @ 3/4” = 16 x 2.85cm <sup>2</sup> = 45.6cm <sup>2</sup>	= 5 @ 3/8”, 1 @ .05, 8 @ .10, Rto @ .20 c/e

**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 45**

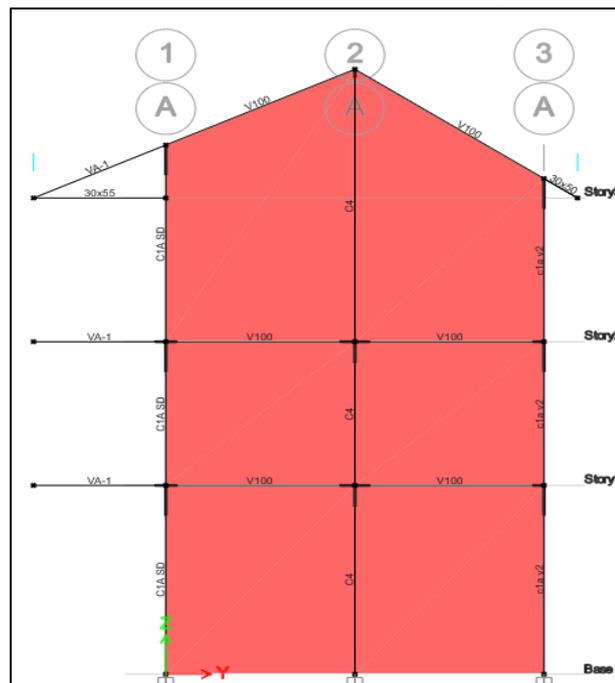
*Visualización lateral de columnas y vigas*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 46**

*Visualización lateral de columnas y vigas*



**Fuente:** Elaboración Propia

### 4.3. Prueba de Hipótesis

#### 4.3.1. Definición de parámetros sísmico según la Norma E030

**Espectro inelástico de pseudo aceleraciones:**

Ciertos parámetros sísmicos en esta tesis están tomados de documentos técnicos con análisis de suelos. Para desarrollar nuestro análisis estático no lineal

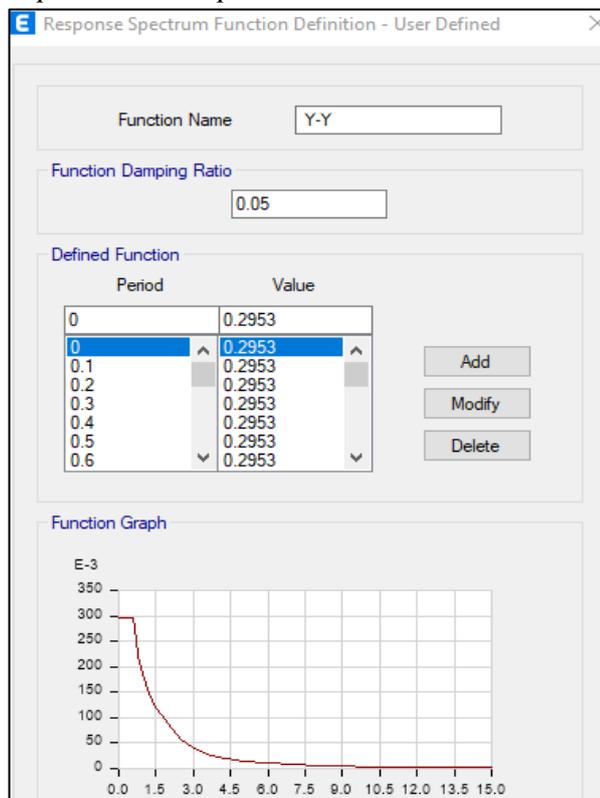
Pushover, tuvimos que considerar los parámetros de la norma técnica peruana de diseño sísmico E-0.30. Donde nos indica, tener como requisito la ubicación del edificio de la I.E. San Ramón en el departamento de Piura acorde al factor de zonificación sísmica, lo encontramos en la Zona 4, factor de zona de 0.45 y un factor de categoría de edificaciones “U” = 1.5 (correspondiente a una categoría “A2”, Edificaciones esenciales) que ante un evento sísmico sirve como refugio.

El tipo de suelo es “S2”, el cual es un suelo intermedio, alcanzando un factor de aplicación del suelo de 1.05 y un período de  $TL=2.5 \times (T_p/T)$  y  $T_p=0.6$ . Para el coeficiente de amortiguamiento se considera un sistema de pórtico con  $R=8$  en la dirección X y un sistema de muro estructural con  $R=6$  en la dirección Y. También tiene una aceleración gravitacional de  $981 \text{ cm/s}^2$ .

***Espectro de respuesta:***

**Figura 47**

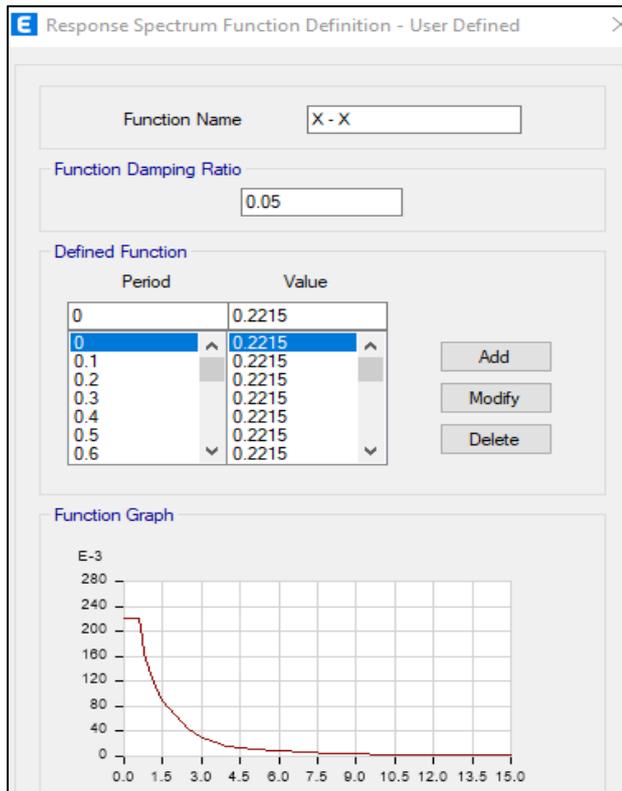
*Espectros de respuesta en la dirección Y*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 48**

*Espectro de respuesta en la dirección X*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 17**

*Factor de zona "Z"*

<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
<b>4</b>	<b>0.45</b>
<b>3</b>	<b>0.35</b>
<b>2</b>	<b>0.25</b>
<b>1</b>	<b>0.10</b>

**Fuente:** NTP E.030

**Factor de Uso:**

**Tabla 18**

*Factor de Uso para edificaciones*

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

**Nota:** NTP E-030

**Parámetros de Sitio:** El tipo de perfil más cercano a las condiciones del sitio se tendrá en cuenta utilizando los valores del factor de suelo expuesto "S" y sus períodos  $T_p$  y  $T_l$  de las Tablas 19 y 20.

**Tabla 19**

*Factor de suelo*

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Fuente:** NTP E-030

**Tabla 20**

*Periodos  $T_p$  y  $T_l$*

	PERÍODOS " $T_P$ " Y " $T_L$ "			
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_P$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**Fuente:** NTP E-030

**Rigidez lateral:**

En la dirección Y contamos con muros estructurales que se establece un  $R_o=6$  y en la dirección X contamos con pórticos que se establece un  $R_o=8$ , de acuerdo con la norma E-030. Para nuestro análisis estático no lineal utilizaremos las dos direcciones, mediante el rango no lineal se evaluará el desempeño estructural del edificio.

**Tabla 21**

*Resumen de rigidez lateral de placas y columnas*

Rox = 8	Roy = 6
En el eje X con un: Sistema Pórticos	En el eje Y con un: Sistema Muros Estructural

**Fuente:** Recuperado de la Norma E030, R.N.E.

**Factores de Irregularidad (Ia, Ip):**

Según la estructura existente a evaluar no presenta irregularidades por lo tanto le corresponde:

- “Ia = 1.0” estructura regular (ambas direcciones).
- “Ip = 1.0” estructura regular (ambas direcciones).

**Factor de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R:**

Se viene a determinar con el Ro, Ia, Ip:

$$R = R_o * I_a * I_p \tag{9}$$

$$\begin{aligned} R_x &= 8 * 1 * 1 \\ R_x &= 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_y &= 6 * 1 * 1 \\ R_y &= 6 \end{aligned}$$

**Período fundamental de Vibración:**

Se utiliza para evaluar el estado de seguridad de las estructuras y se está convirtiendo en un parámetro esencial en el diseño sísmico.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \tag{10}$$

Según la NTP E. 030:

C<sub>T</sub> = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

C<sub>T</sub> = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

C<sub>T</sub> = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

*Periodo fundamental en la dirección x – x:*

$$Tx = \frac{11.90}{35}$$

$$Tx = 0.34 \text{ seg}$$

*Periodo fundamental en la dirección y – y:*

$$Ty = \frac{11.90}{60}$$

$$Ty = 0.1983 \text{ seg}$$

***Estimación del Peso de la Edificación:***

Se calcula mediante la suma de la carga muerta más un porcentaje de la carga viva, también conocida como sobrecarga, que se determina de la siguiente manera:

**Figura 49**

*Estimación de Peso*

- |  |
|--|
| <p>a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.</p> <p>b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.</p> <p>c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.</p> <p>d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.</p> <p>e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.</p> |
|--|

**Fuente:** NTP E-030

***Resumen de los parámetros sísmicos:***

Se tomarán en consideración los parámetros sísmicos siguientes:

*Sa; Aceleración Espectral:*

$$Sa = \frac{ZUSC}{R} \times g \tag{11}$$

**Tabla 22***Parámetros Sismorresistentes Según E-030*

<b>Parámetros Sismorresistentes según E – 030</b>		
<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Z	Edificio se encuentra en la ciudad de Chulucanas, parte costa, Z4.	0.45
S2	Según estudios de vulnerabilidad sísmica	1.05
Tp(S)	Periodo del suelo.	0.6
Tl(S)	Periodo del suelo.	2
U	Edificaciones Esenciales “Categoría A2”	1.5
Rox	Sistemas Estructural (Pórticos)	8
Roy	Sistemas Estructural (Muros estructurales)	6
La	Factores de Irregularidad en altura	1.0
lp	Factores de Irregularidad en planta	1.0
Rx	Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8
Ry	Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	6
C	Factor de Amplificación Sísmica	2.5

**Fuente:** Elaboración propia

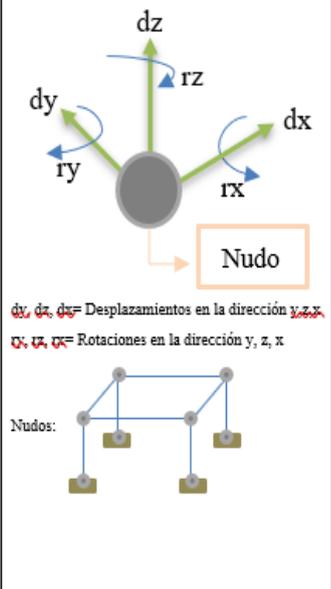
Según lo estudio en el expediente técnico, fueron determinados los parámetros sísmicos S y Tp, con los valores obtenidos se puede determinar el espectro inelástico de pesudos aceleración, según la norma E030.

***Grados de libertad:***

Los grados de libertad, viene hacer la representación numérica de la movilidad de un mecanismo cualquier instante en el tiempo. Considerando 6 grados de libertad representado en la figura 50.

**Figura 50**

*Grados de libertad*

GRADO DE LIBERTAD	Los grados de libertad provienen de un nudo formado por la unión de los elementos estructurales, nudos que según las sollicitaciones tienen distintas propiedades.
 <p><math>dx, dy, dz</math> = Desplazamientos en la dirección <math>x, y, z</math>. <math>rx, ry, rz</math> = Rotaciones en la dirección <math>x, y, z</math>.</p> <p>Nudos:</p>	<p>Como se referencio los nudos poseen diferentes propiedades dependiendo la estructura en estudio. Teniendo la propiedad de desplazarse y rotar provocado por cargas en la estructura.</p> <p>En un espacio tridimensional como es el nuestro caso, un nudo es capaz de desplazarse en las tres direcciones y también es capaz de rotar en las tres direcciones. Donde podemos concluir con un total de 6 grados de libertad para cada nudo.</p> <p>Entonces un modelo tridimensional cuenta con 6 grados de libertad por nudo.</p>

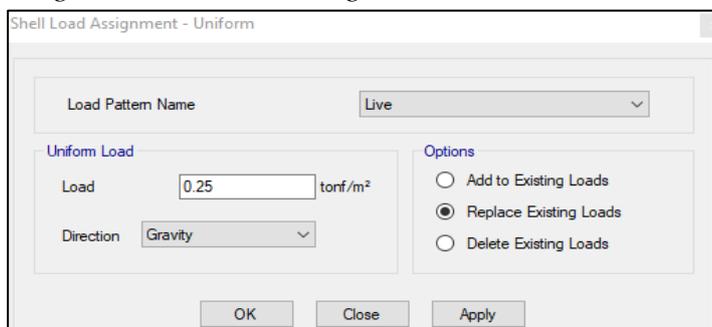
**Fuente:** Elaboración propia

**Parámetros para el Análisis Estático No Lineal modelado en Etabs:**

- **Introducción de las cargas gravitacionales:** Introducción de las cargas muertas y las cargar vivas en las figuras 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57. Los metrados de la tabiquería se anexaron en el anexo 08 de metrado de cargas de la estructura.

**Figura 51**

*Cargas vivas de aulas, Asignación*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 52**

*Cargas vivas de pasadizos, Asignación*

The screenshot shows the 'Shell Load Assignment - Uniform' dialog box. The 'Load Pattern Name' is set to 'Live'. Under 'Uniform Load', the 'Load' value is 0.4 tonf/m<sup>2</sup> and the 'Direction' is Gravity. Under 'Options', the 'Replace Existing Loads' radio button is selected. The 'OK', 'Close', and 'Apply' buttons are visible at the bottom.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 53**

*Cargas vivas de Techo, Asignación*

The screenshot shows the 'Shell Load Assignment - Uniform' dialog box. The 'Load Pattern Name' is set to 'Live'. Under 'Uniform Load', the 'Load' value is 0.1 tonf/m<sup>2</sup> and the 'Direction' is Gravity. Under 'Options', the 'Replace Existing Loads' radio button is selected. The 'OK', 'Close', and 'Apply' buttons are visible at the bottom.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 54**

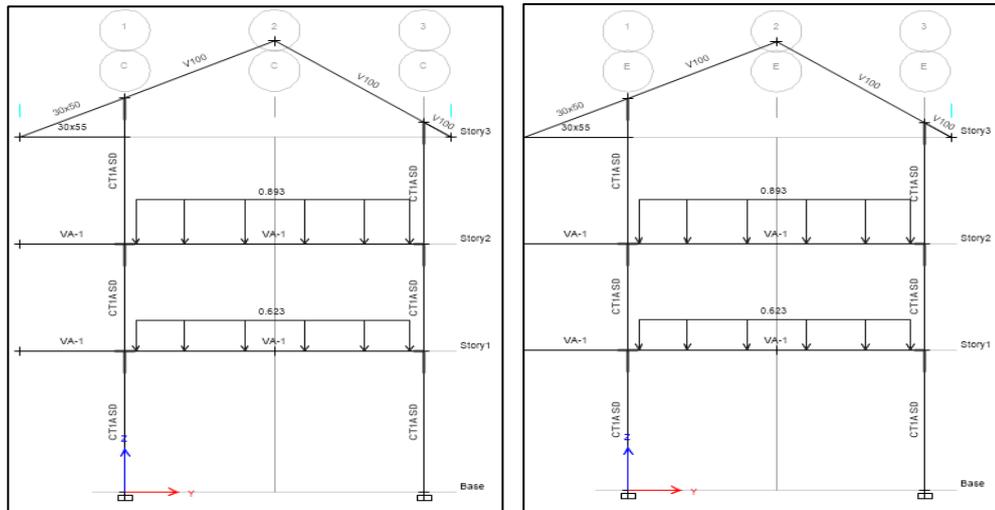
*Cargas Muertas, Asignación*

The screenshot shows the 'Shell Load Assignment - Uniform' dialog box. The 'Load Pattern Name' is set to 'Dead'. Under 'Uniform Load', the 'Load' value is 0.172 tonf/m<sup>2</sup> and the 'Direction' is Gravity. Under 'Options', the 'Replace Existing Loads' radio button is selected. The 'OK', 'Close', and 'Apply' buttons are visible at the bottom.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 55**

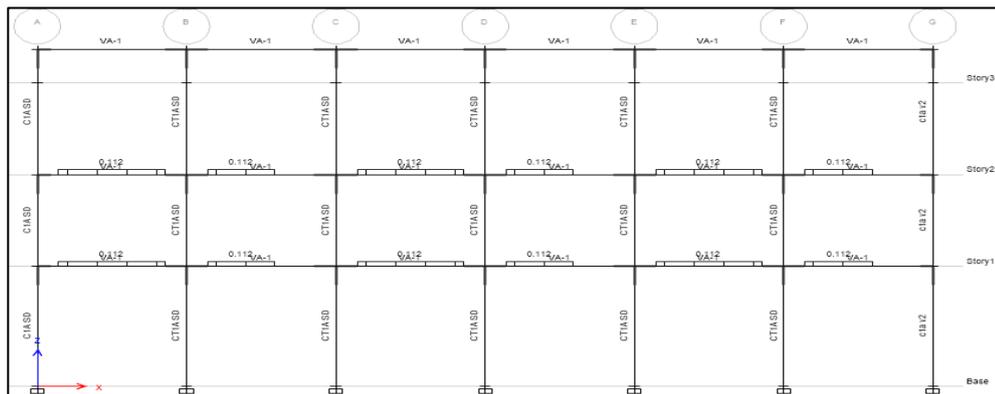
*Cargas Muertas, tabiquería en las vigas centrales dirección Y*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 56**

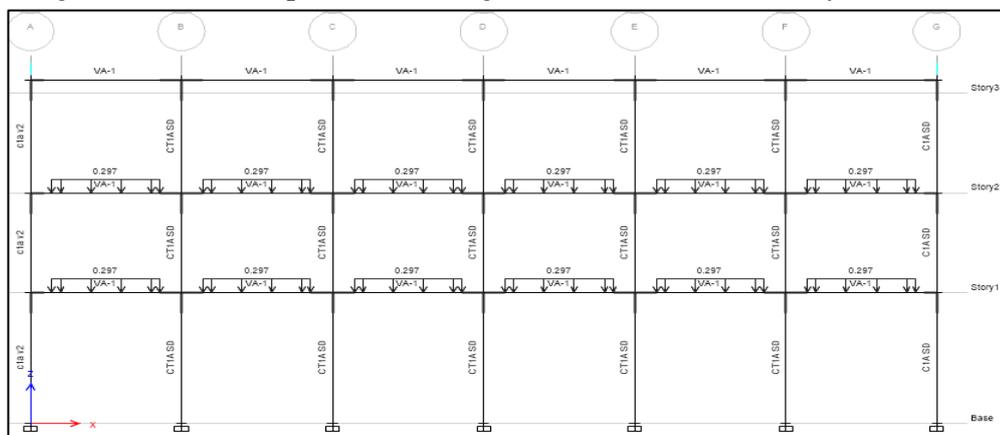
*Cargas Muertas, tabiquería en las vigas centrales dirección X eje 1*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 57**

*Cargas Muertas, tabiquería en las vigas centrales dirección X eje 3*

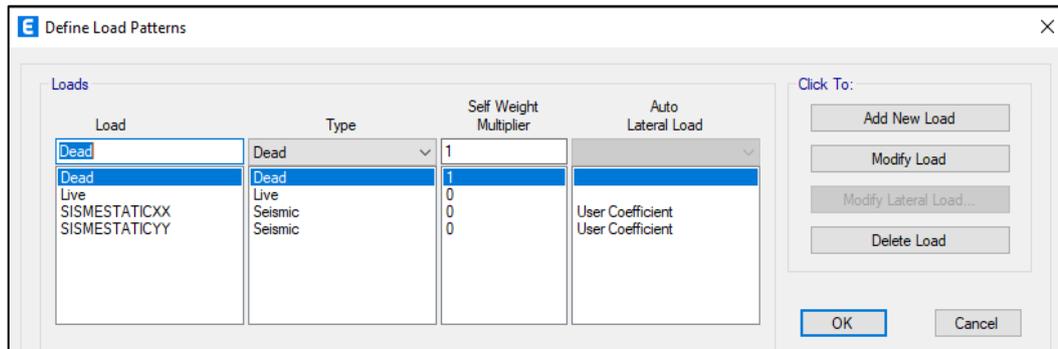


**Fuente:** Elaboración propia

- **Patrones de carga, definición:** Priorizamos en asignar los patrones de carga viva y muerta figura 58. Utilizamos para verificación de análisis lineal.

### Figura 58

Patrones de carga, definición

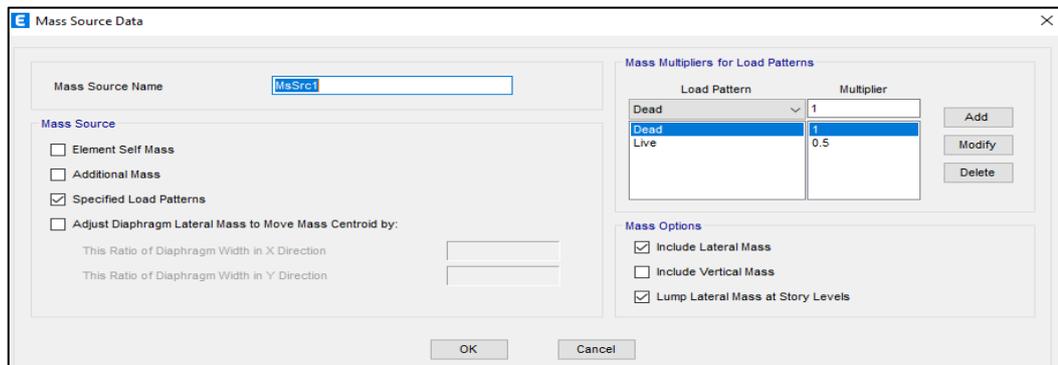


**Fuente:** Elaboración propia

- **Masa, definición:** Se considera según la Norma E-030, donde menciona que viene hacer la carga muerta al 100% y la carga viva al 50%.

### Figura 59

Masa, definición

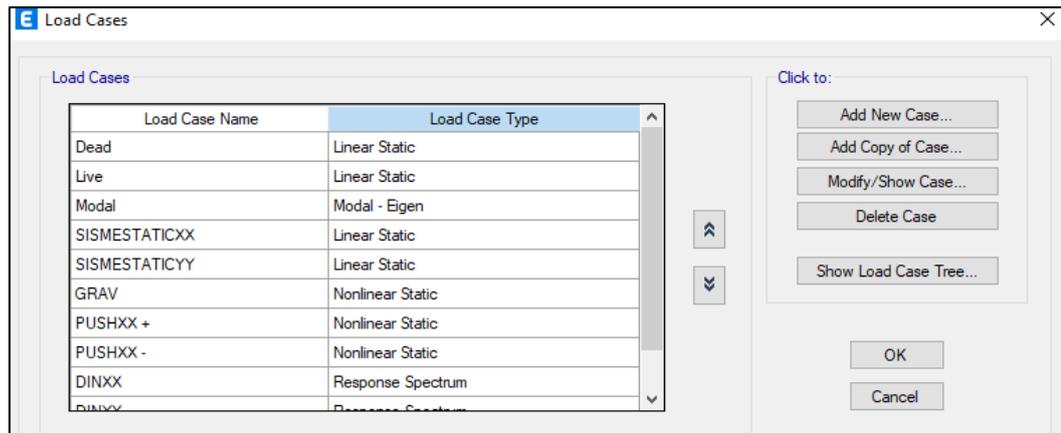


**Fuente:** Elaboración propia

- **Casos de carga:** En este caso vamos a asignar los casos de cargas como las cargas gravitacionales y la carga Pushover en nuestro análisis no lineal, los demás casos solo se asignaron para verificación del análisis lineal y corroborar mediante la Norma E.030 si la estructura cuente con lo requerido.

**Figura 60**

*Casos de carga*



**Fuente:** Elaboración propia

**Análisis Lineal:**

*Análisis y comportamiento estructural:*

• **Desplazamientos Máximos esperados:**

En la NTP E-030 nos menciona que, a fin de hallar el máximo desplazamiento, debemos de hacer la multiplicación del valor obtenidos por el 75% del factor de reducción, en las tablas 23 y 24 podemos visualizar los desplazamientos correspondientes en las direcciones “X” y “Y”.

**Tabla 23**

*Máximos desplazamientos en la dirección X – X*

Piso #	He <sub>i</sub> (m)	D <sub>i</sub> (elástico) (m)	75% R R = 8	D <sub>i</sub> (inelástico) (m)	D <sub>i</sub> (m)	Distorsión	(D <sub>i</sub> /He <sub>i</sub> ) R.N.E.	Verificación
3	3.80	0.005396	6.000	0.0324	0.010	0.0027	0.007	Ok
2	3.35	0.003707	6.000	0.0222	0.010	0.0029	0.007	Ok
1	4.40	0.00211	6.000	0.0127	0.013	0.0029	0.007	Ok

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 24***Máximos desplazamientos en la dirección Y – Y*

Piso #	He <sub>i</sub> (m)	D <sub>i</sub> (elástico) (m)	75% R R = 6	D <sub>i</sub> (inelástico) (m)	D <sub>i</sub> (m)	Distorsión	(D <sub>i</sub> /He <sub>i</sub> ) R.N.E.	Verificación
3	3.80	0.003693	4.500	0.0166	0.011	0.0030	0.007	Ok
2	3.35	0.001194	4.500	0.0054	0.003	0.0008	0.007	Ok
1	4.40	0.000562	4.500	0.0025	0.003	0.0006	0.007	Ok

**Fuente:** Elaboración propia

Se puede concluir que las distorsiones en la dirección “X” y “Y”, son  $DX = 0.0029$  y  $DY = 0.0030$ . Por lo que se concluye que cumple con la requerido por la norma E – 030.

- **Verificación del Sistema Estructural:**

La NTP E – 030 menciona que los sistemas de pórticos tengan menos del 80 % de las fuerzas de la base actuando sobre los elementos del pórtico y que los sistemas de muros estructurales tengan al menos el 70 % de las fuerzas actuando sobre la base. Las fuerzas cortantes corresponden en la parte inferior de la estructura.

**Tabla 25***Verificación del Sistema Estructural*

Verificación del sistema estructural en la dirección X – X					
Dirección	Cortantes en la base (tn)	80% V. Estático NTP E.030	Cortantes en columnas (tn)	Verificación	Califica como pórtico
X	188.72	150.98	169.40	ok	---
Verificación del sistema estructural en la dirección Y – Y					
Dirección	Cortantes en la base (tn)	80% V. Estático NTP E.030	Cortantes en columnas (tn)	Verificación	Califica como pórtico
Y	254.79	178.35	181.85	ok	

**Fuente:** Elaboración propia

- **Fuerzas cortante Mínimas:**

La norma E.030 especifica en el apartado de fuerzas cortantes mínimas que la fuerza cortante no podrá ser inferior al 80% de valor obtenido, también indica que puede ser escalado con el propósito de cumplir las cortantes mínimas. Los esfuerzos cortantes de la dirección Y, y la dirección X se obtienen mediante análisis dinámico y estático, teniendo en cuenta que al momento de escalar la estructura va a requerir de más acero de refuerzo en los elementos estructurales.

**Tabla 26**

*Cortante en la base*

Dirección	Cortantes Estático (tn)	80% V. Estático NTP E.030	Cortantes Dinámico (tn)	Verificación
X	190.97	152.86	171.52	ok
Y	254.79	203.94	181.85	No cumple

**Fuente:** Elaboración propia

Entre ellos, el valor observado y el valor de la fuerza de corte se basan en el análisis estático, se concluye que se debe escalar en la dirección Y para compensar la capacidad que se requiere. En este caso no cumplimos con lo indicado en la NTE E.030 en la dirección Y, pero en la dirección X si cumple respecto a la NTE E.030. Eso quiere decir que el diseñador ha escalado en la dirección Y-Y en el modelo computacional.

- **Peso obtenidas del modelado estructural del Etabs**

A continuación, presentaremos las cargas por nivel de los elementos que componen la estructura, para ellos se ha previsto plasmar y adjuntará el metrado de carga. Con más detalle se puede visualizar en el ANEXO 08.

**Tabla 27***Peso por piso*

Altura	(m)	Peso por nivel	(ton.f)
h1	3.80	W1	280.84 ton.f
h2	3.35	W2	277.83 ton.f
h3	4.40	W3	217.08 ton.f

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.2. Propuesta del modelamiento computacional análisis no lineal para el diseño por desempeño

##### Modos de vibración de la estructura:

##### *Periodo de vibración:*

Consideremos 9 modos de vibración en la estructura, obteniendo 3 modos de vibración por piso, el primer modo está en la dirección X se obtuvo un período de 0.275 s y en nuestro segundo modo está en la dirección “Y” se obtuvo un período de 0.179 s. El estándar de participación masiva efectiva de 89% en la dirección “X” y en con una participación de masas efectiva de 68%. Donde en el anexo 09 se mostrará el cálculo manual de los 2 primeros modos de vibración para verificación. Para ello se presenta los resultados obtenidos por las figuras 61 y 62 y la tabla 28.

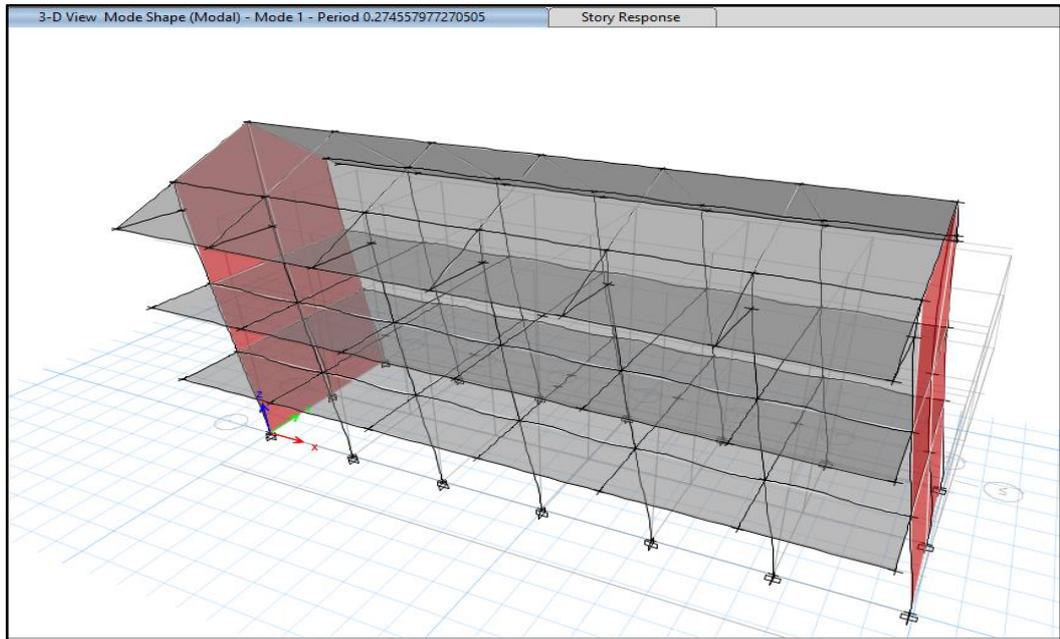
**Tabla 28***Modos de vibración*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
		sec					
Modal	1	0.275	0.8916	0.0000	0	0.8916	0.0000
Modal	2	0.179	0.0000	0.6849	0	0.8916	0.6849
Modal	3	0.121	0.0115	0.00002552	0	0.9031	0.6850
Modal	4	0.090	0.000004029	0.1142	0	0.9031	0.7992
Modal	5	0.084	0.0790	0.00000349	0	0.9821	0.7992
Modal	6	0.073	0.0074	0.0000	0	0.9895	0.7992
Modal	7	0.060	0.0000	0.1185	0	0.9895	0.9176
Modal	8	0.039	0.0104	0.0000	0	0.9999	0.9176
Modal	9	0.037	0.0000	0.0770	0	0.9999	0.9946

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 61**

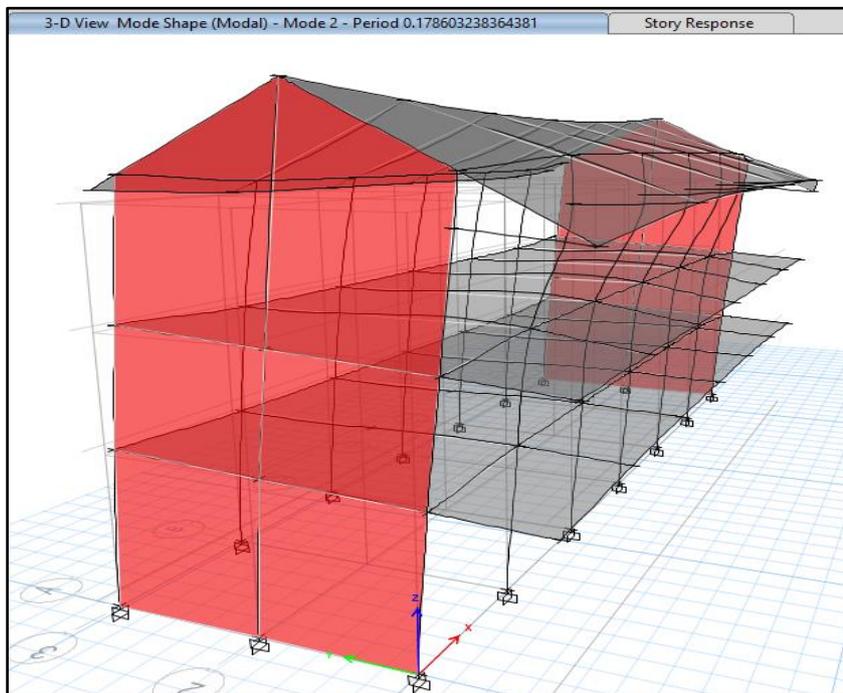
*Primer modo de vibración*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 62**

*Segundo modo de vibración*



**Fuente:** Elaboración propia

- **Definición de caso no lineales:** Se procede a definir los casos utilizados como la carga gravitacional, Pushover X y Pushover Y. En las figuras 63, 64 y 65.

**Figura 63**

*Carga gravitacional*

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:** Load Case Name: GRAV; Load Case Type: Nonlinear Static; Mass Source: Previous; Analysis Model: Default.
- Initial Conditions:**  Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State;  Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included).
- Loads Applied:** A table with columns 'Load Type', 'Load Name', and 'Scale Factor'. It contains two rows: 'Load Pattern' (Dead) with a scale factor of 1, and 'Load Pattern' (Live) with a scale factor of 0.5.
- Other Parameters:** Modal Load Case: Modal; Geometric Nonlinearity Option: None; Load Application: Full Load; Results Saved: Final State Only; Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis; Nonlinear Parameters: Default - Iterative Event-to-Event.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 64**

*Pushover X*

The screenshot shows the 'Load Case Data' dialog box with the following settings:

- General:** Load Case Name: PUSHXX; Load Case Type: Nonlinear Static; Mass Source: Previous; Analysis Model: Default.
- Initial Conditions:**  Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State;  Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included). Nonlinear Case: GRAV.
- Loads Applied:** A table with columns 'Load Type', 'Load Name', and 'Scale Factor'. It contains one row: 'Mode' with a load name of 1 and a scale factor of 1.
- Other Parameters:** Modal Load Case: Modal; Geometric Nonlinearity Option: None; Load Application: Displacement Control; Results Saved: Multiple States; Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis; Nonlinear Parameters: User Defined - Event-to-Event Only.

**Fuente:** Elaboración propia

## Figura 65

### Pushover Y

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	2	1

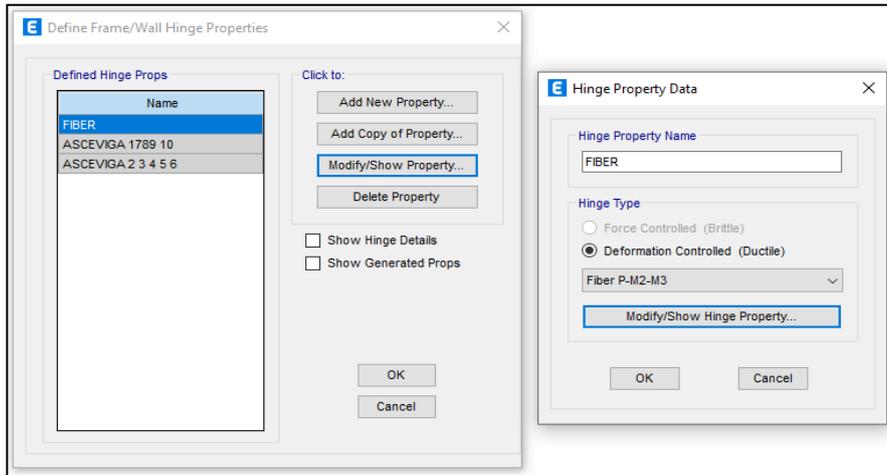
**Fuente:** Elaboración propia

Los casos mencionados, se utilizarán para obtener la curva capacidad de programa Etabs. En el caso de cargas gravitación se utilizará para la carga muerta el 100% y para la carga viva el 50%, para el caso Pushover X utilizando el primer modo de vibración con 0.275s y para el caso Pushover Y utilizando el segundo modo de vibración con 0.179s.

- **Rotulas plásticas:** Para ello se utilizó rotulas tipo Fiber. Considerando un 10% de su longitud en la cual debe situarse respecto a su intercepción de viga y columna, para ello se presenta el procedimiento de definición y asignación de las rotulas plásticas por medio de las figuras 66 y 67 y 68.

**Figura 66**

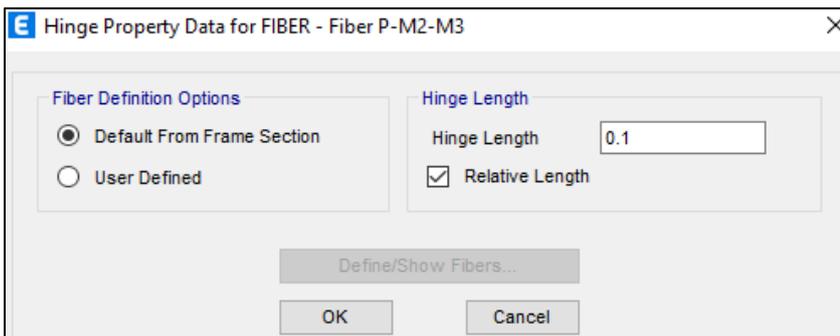
*Definición Marco – No Lineales Hinges*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 67**

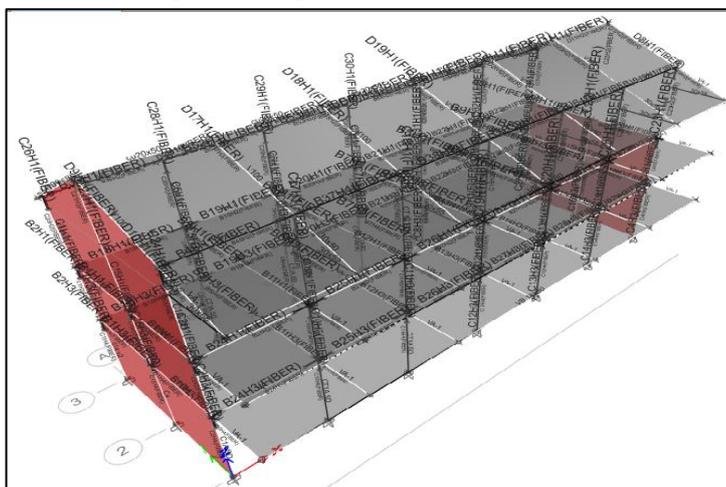
*Datos de Propiedades para FIBER*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 68**

*Datos de Propiedades para FIBER*



**Fuente:** Elaboración propia

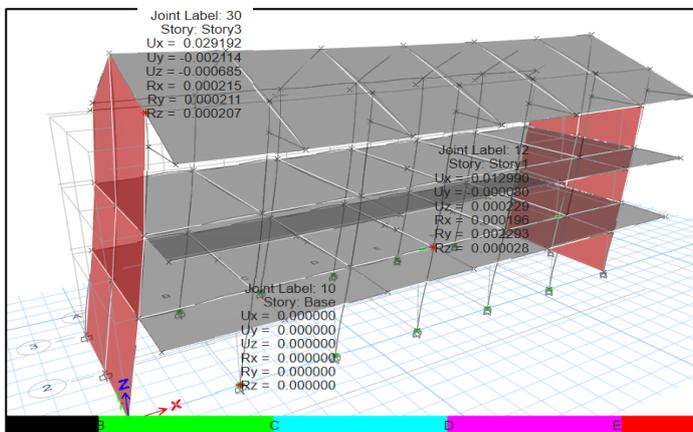
- **Mecanismo de fallas de la estructura:**

**Dirección X:**

Las rotulas aparecen en la base de las columnas CT y en una viga con un desplazamiento de 2.91 cm y el primer mecanismo de daño de la estructura se desliza 5.80 cm, encontrándose en un rango inelástico con un estado funcional. La estructura colapsa en la dirección X con un desplazamiento de 0.176 m en el eje 1-1, para ello se presenta los resultados obtenidos en las siguientes páginas.

**Figura 69**

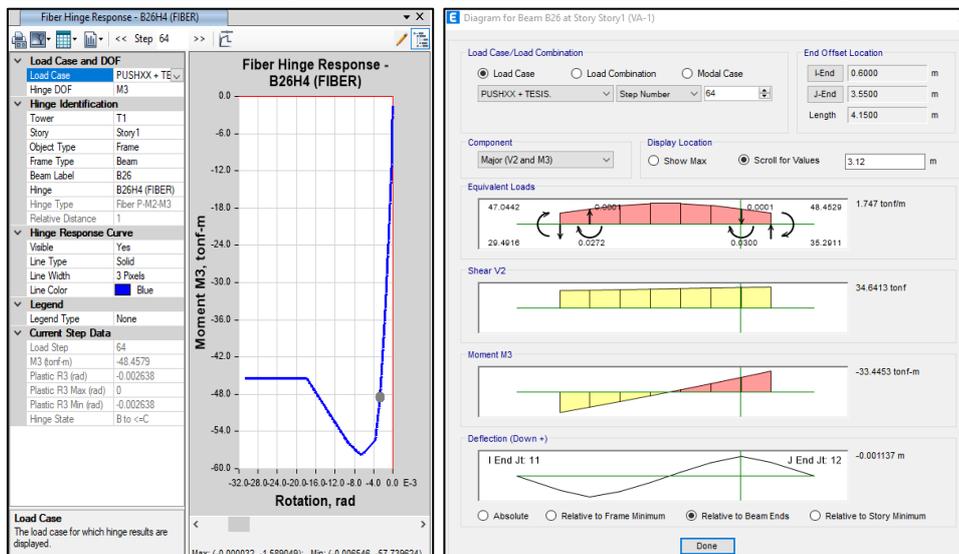
*Visualización de las primeras rotulas plásticas*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 70**

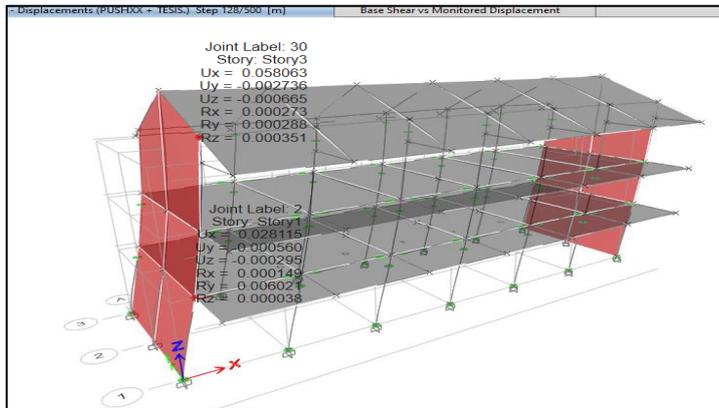
*Formación de Rotula plástica de la viga VA-1 – Dirección “X”, piso 1*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 71**

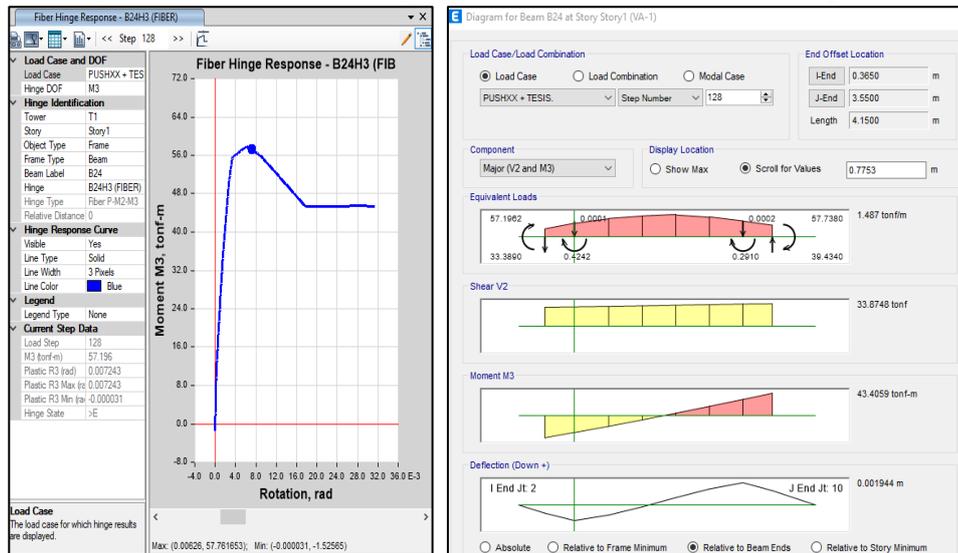
*Mecanismo de daño estructural en vigas, en el primer piso*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 72**

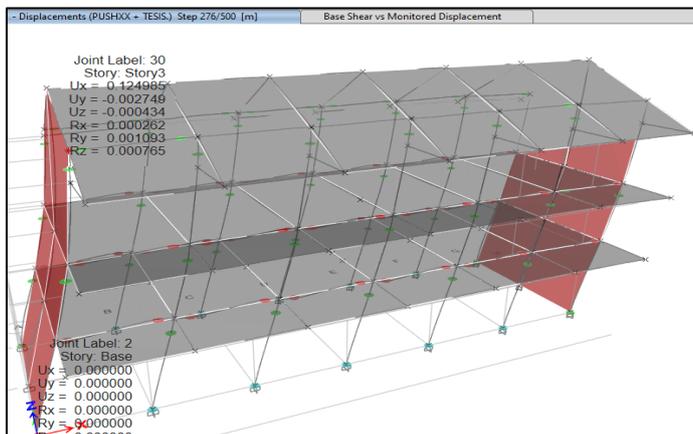
*Rotula producida ante el colapso en la VA-1 - Dirección "X", piso 1*



**Fuente:** Elaboración propia

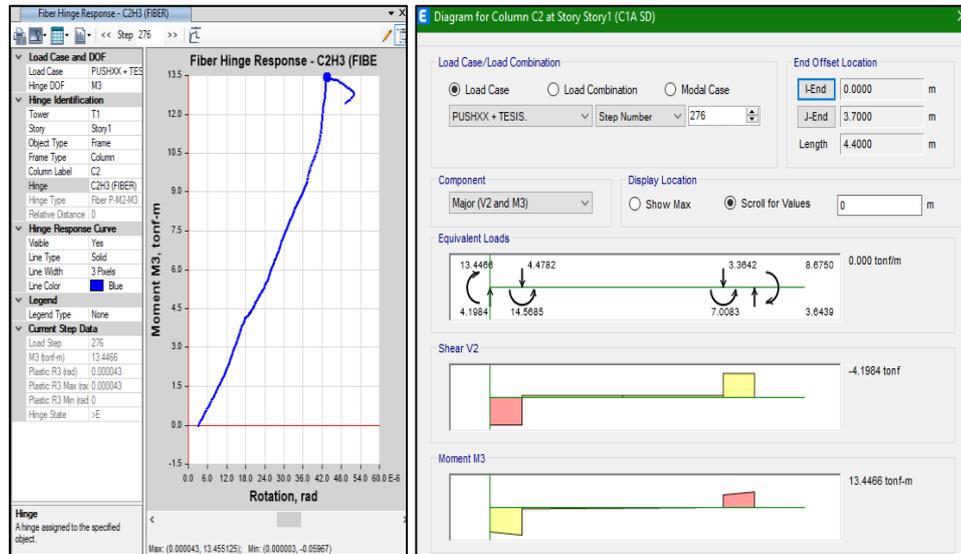
**Figura 73**

*Mecanismo de daño estructural en columnas*



**Figura 74**

*Formación de Rotula plástica M3 en la columna CL - Dirección "X"*

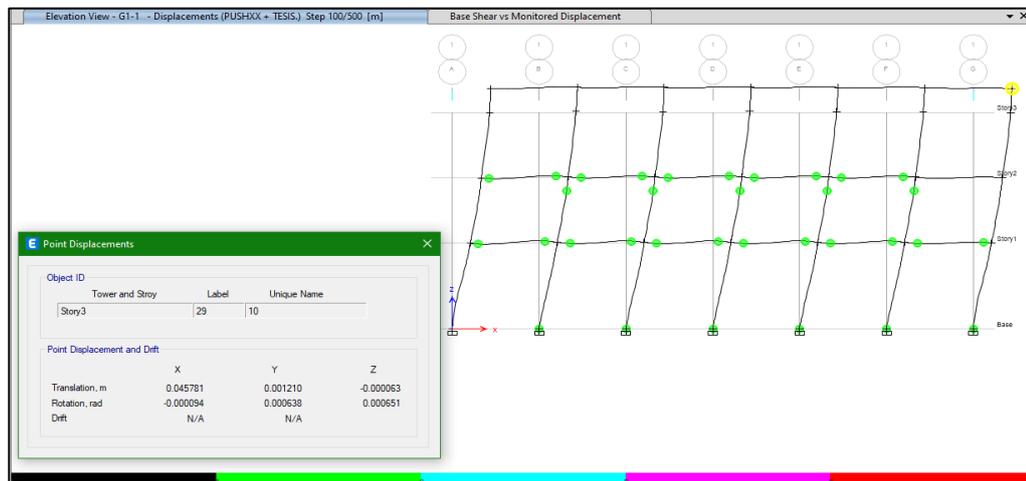


**Fuente:** Elaboración propia

- *Formulaciones de rotulas en la estructura hasta llegar al colapso:* Donde la estructura colapso en la dirección X con un desplazamiento de 0.176 m en el eje 1-1:

**Figura 75**

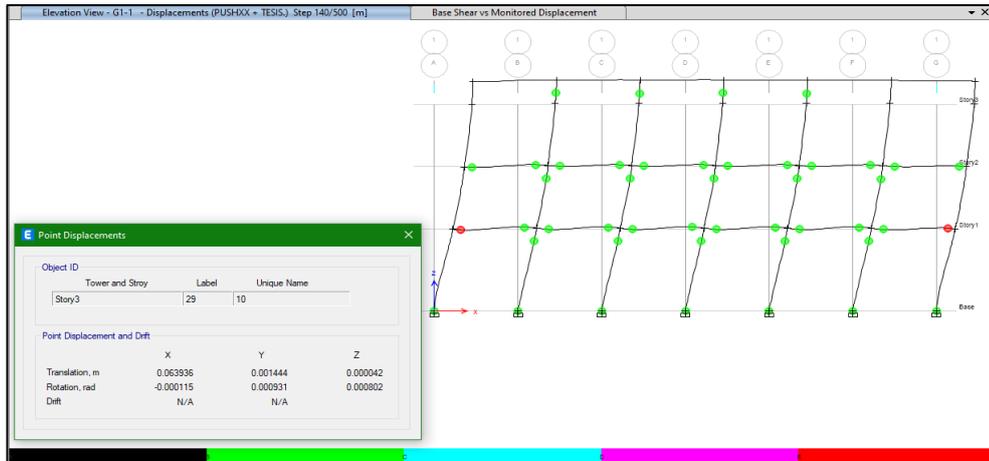
*Formulación de rotulas en el eje 1-1 en el paso 65*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 76**

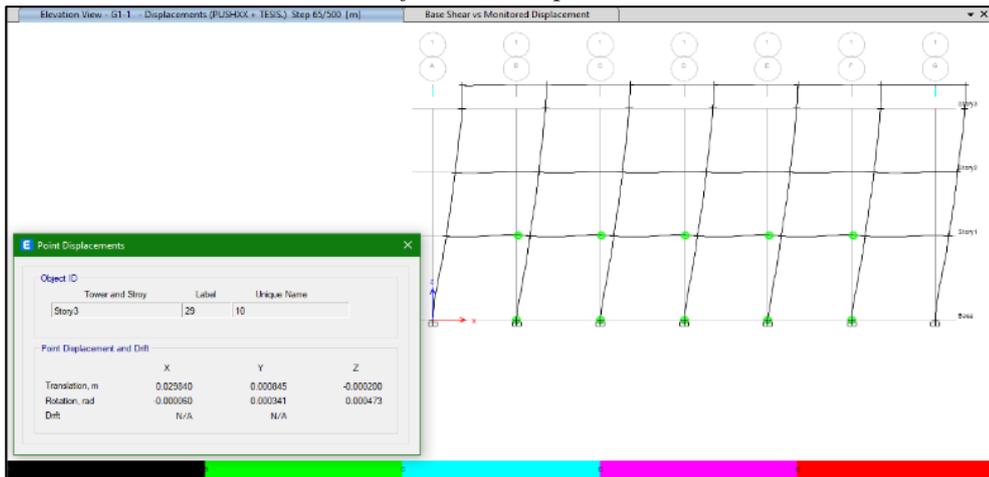
*Formulación de rotulas en el eje 1-1 en el paso 100*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 77**

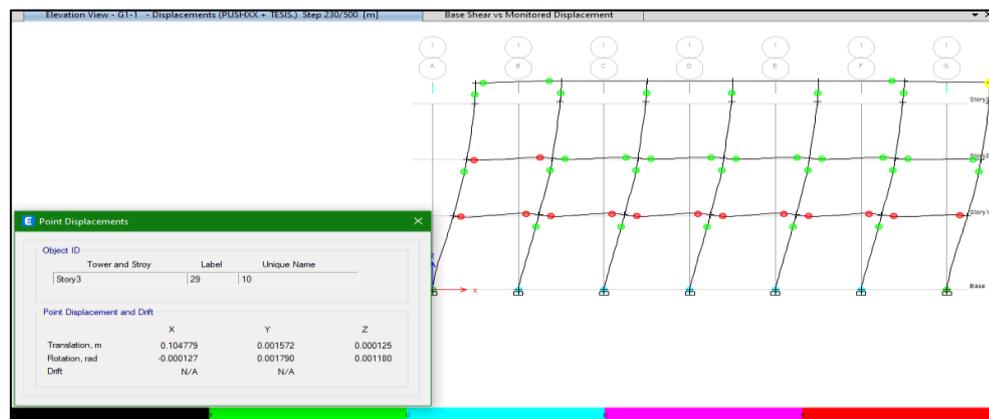
*Formulación de rotulas en el eje 1-1 en el paso 140*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 78**

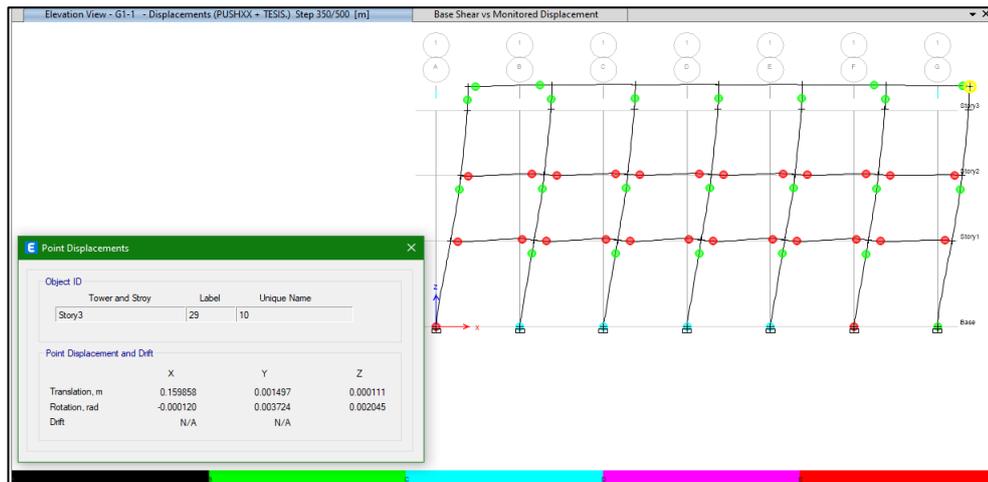
*Formulación de rotulas en el eje 1-1 en el paso 230*



**Fuente:** Elaboración propia

## Figura 79

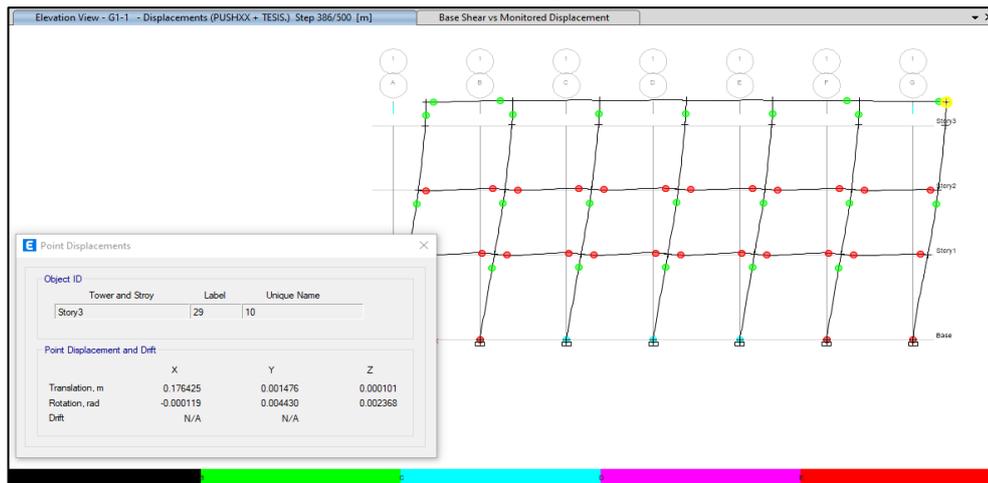
### Formulación de rotulas en el eje 1-1 en el paso 350



Fuente: Elaboración propia

## Figura 80

### Formulación de rotulas en el eje 1-1 en el paso 386

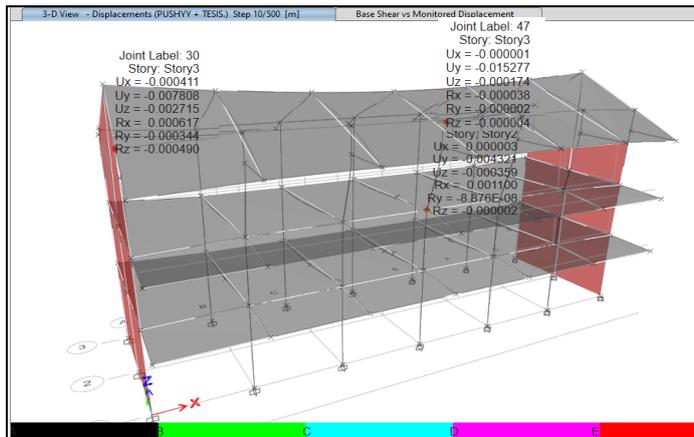


Fuente: Elaboración propia

- **Dirección Y:** Las rotulas aparecen en las columnas del segundo nivel con un desplazamiento de 1.50 cm causado en su eje D, se precisa debido a que todos sus ejes no tienen muros estructurales que soporten el desplazamiento ocasionado por el sismo raro y el primer mecanismo de daño la estructura se desplaza 4.56. Para ello se presenta la obtención de los resultados. La estructura colapsa en la dirección Y con un desplazamiento de 0.522 m en el eje D-D, para ello se presenta los resultados obtenidos en las siguientes páginas.

**Figura 81**

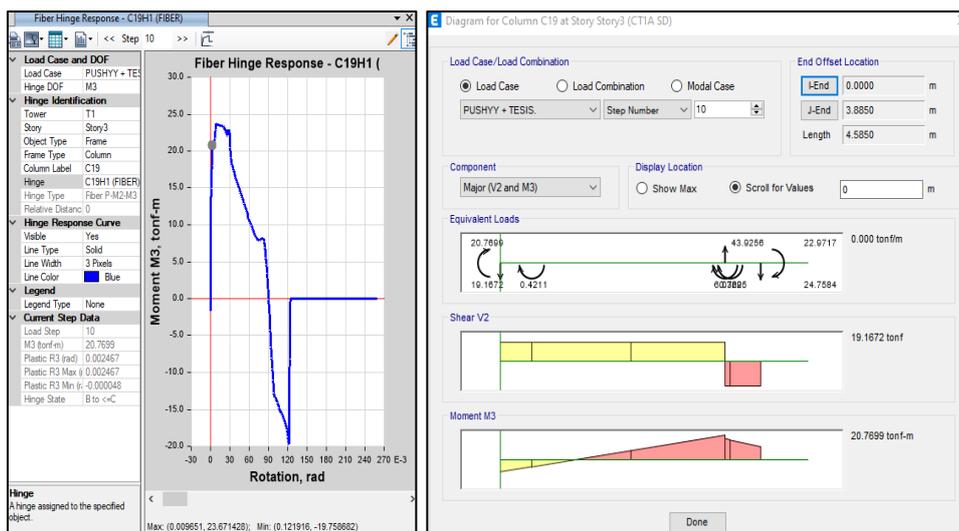
*Exhibición de las primeras rotulas plásticas en el segundo piso*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 82**

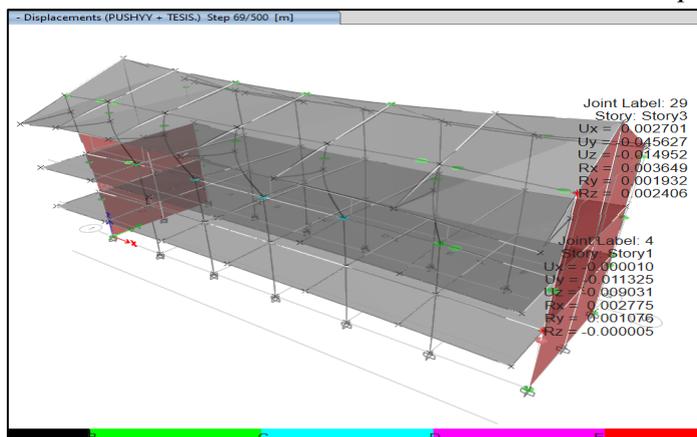
*Formación de Rotula plástica M3 en la columna CT en el segundo piso*



**Fuente:** Elaboración propia

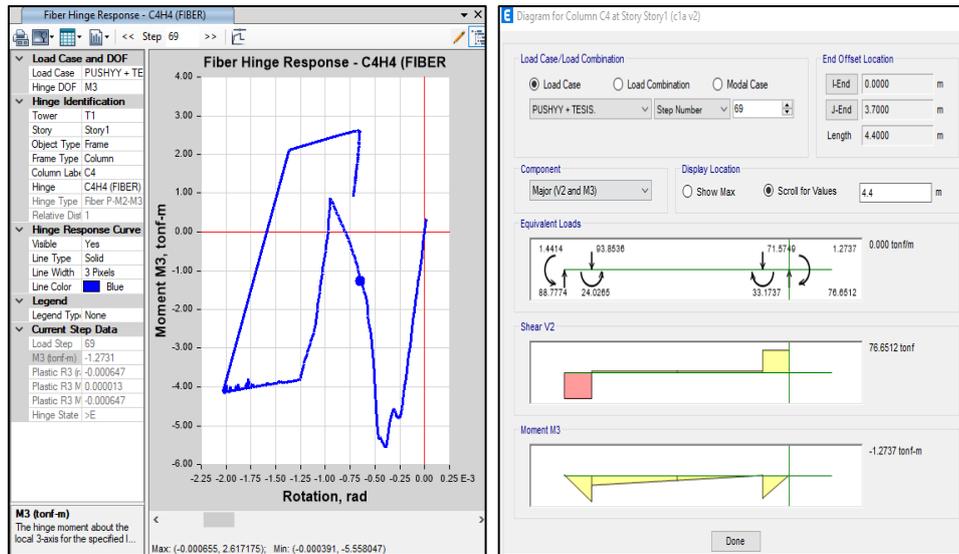
**Figura 83**

*Mecanismo de daño estructural en la columna en el primer nivel*



**Figura 84**

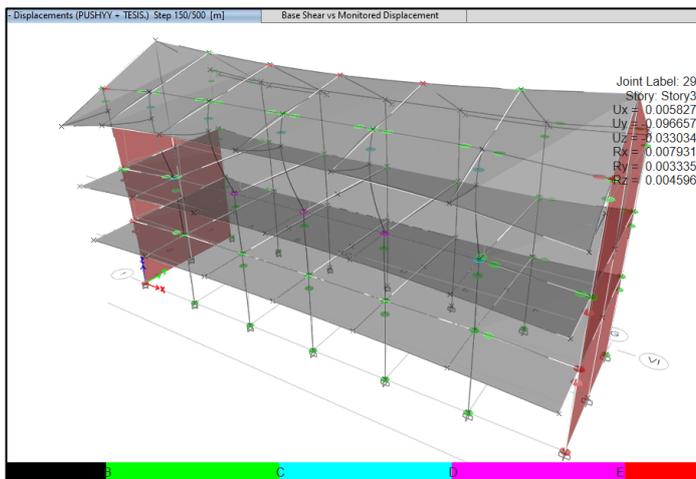
*Formación de Rótula plástica antes del colapso M3 en la columna CL, piso 1*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 85**

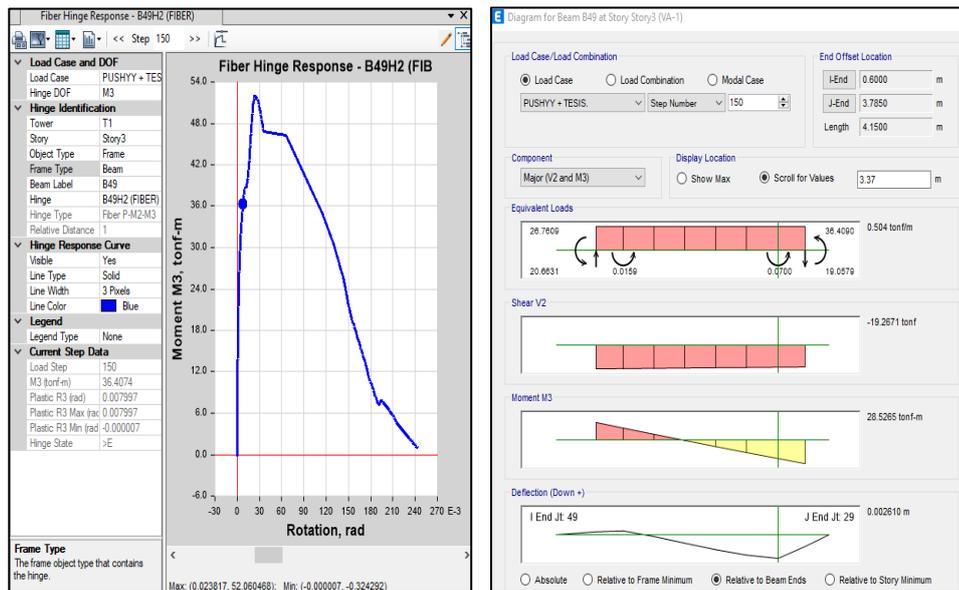
*Mecanismo de daño estructural en Vigas en el tercer nivel*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 86**

*Formación de Rotula plástica antes del colapso M3 en la viga VA, piso 3*

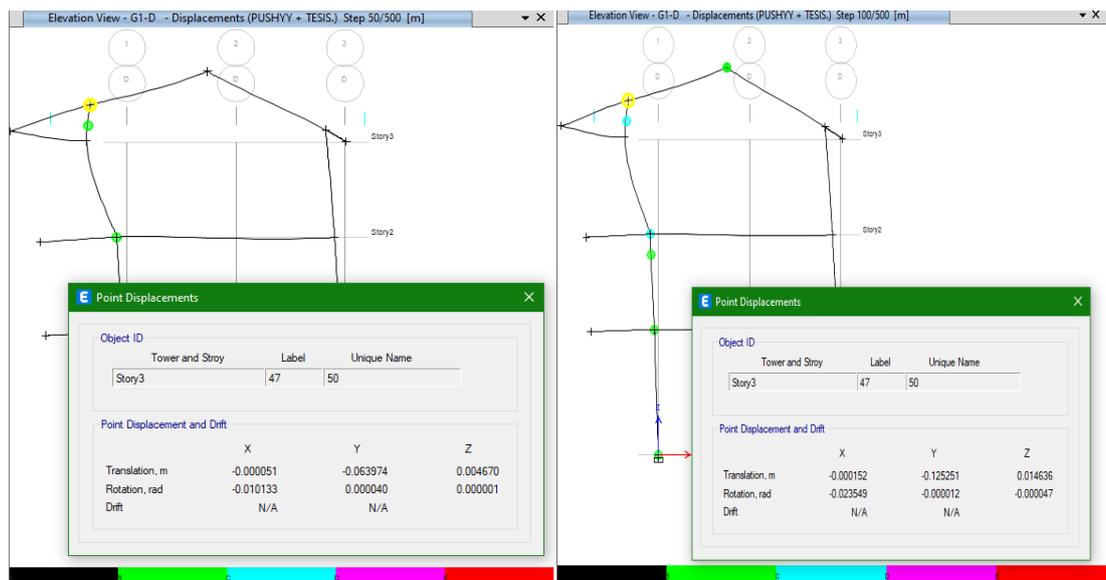


**Fuente:** Elaboración propia

- **Formulaciones de rotulas de la estructura:** Donde la estructura colapso en 0.52 m en el eje D debido a que no cuenta con un muro estructural en ese eje a diferencia en los ejes extremos.

**Figura 87**

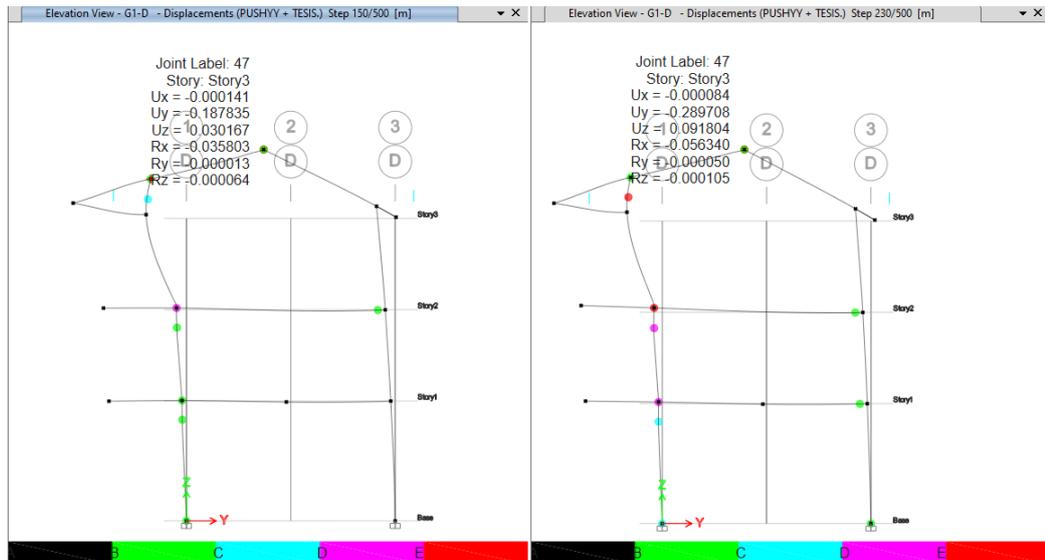
*Formulación de rotulas en el eje D-D en el paso 50 Y 100*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 88**

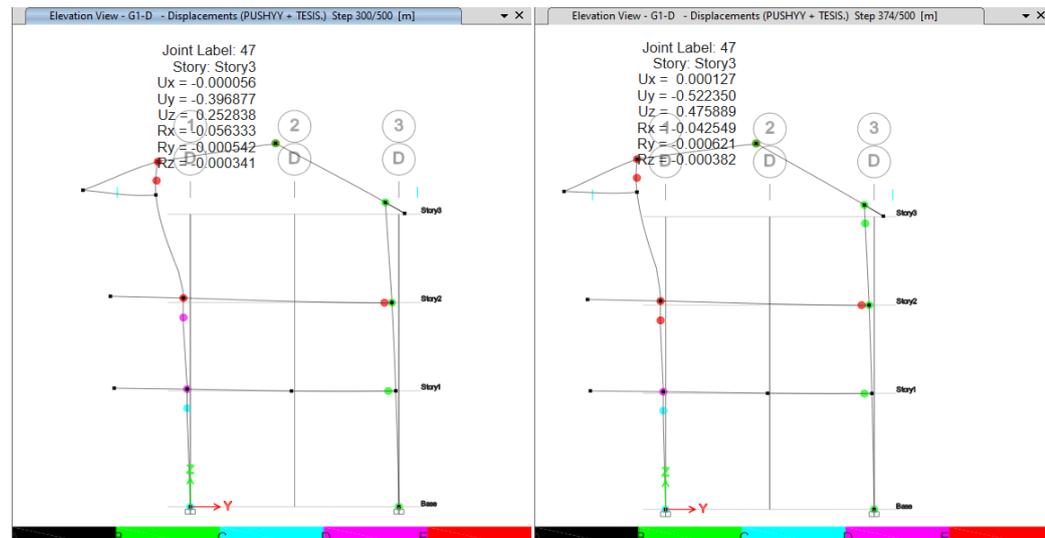
*Formulación de rotulas en el eje D-D en el paso 150 Y 230*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 89**

*Formulación de rotulas en el eje D-D en el paso 300 Y 374*

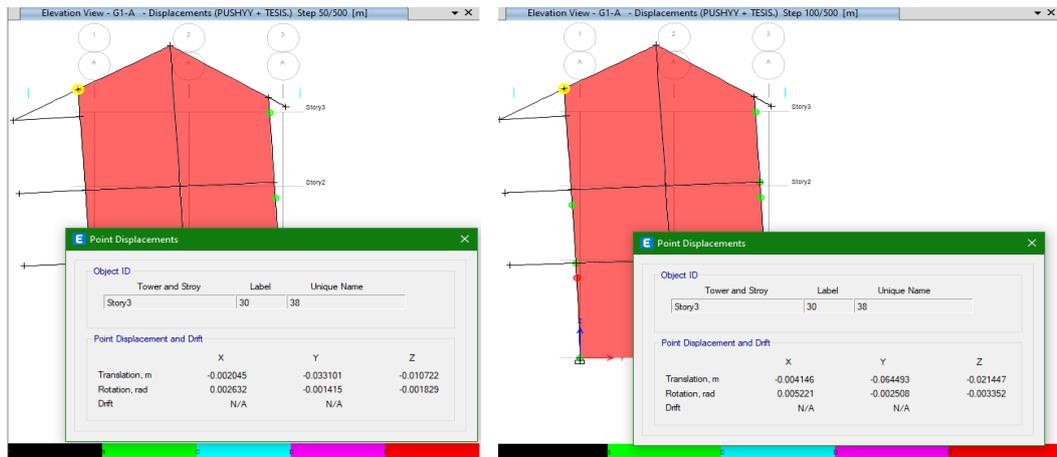


Fuente: Elaboración propia

- **Formulaciones de rotulas de la estructura:** Recorrido de la estructura en el eje A-A donde se desplaza 0.169m ante el colapso y es menor por el muro estructural que absorbe parte del sismo.

**Figura 90**

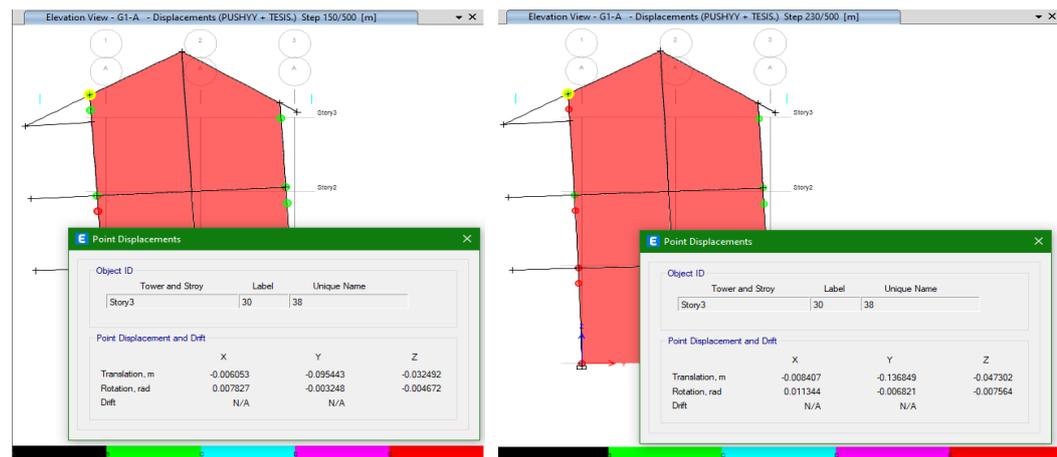
*Formulación de rotulas en el eje A-A en el paso 50 Y 100*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 91**

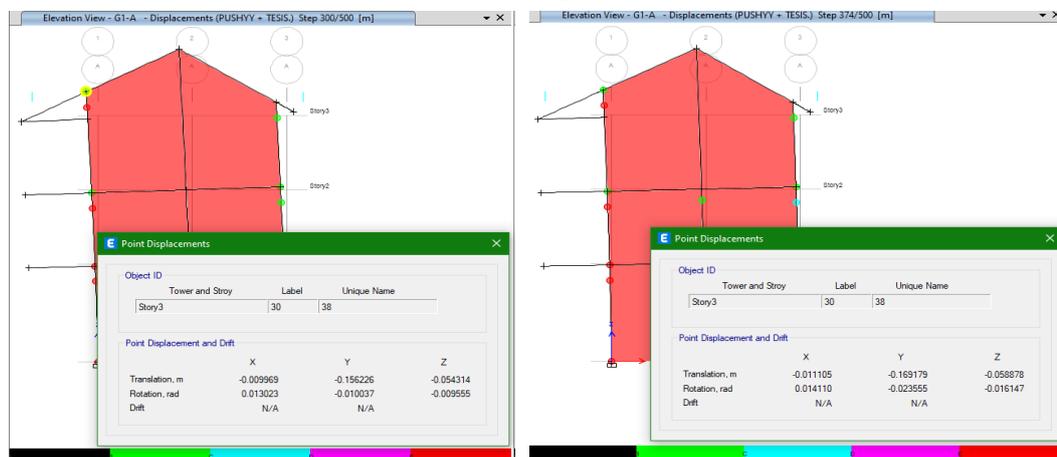
*Formulación de rotulas en el eje A-A en el paso 150 Y 230*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 92**

*Formulación de rotulas en el eje A-A en el paso 300 Y 374*



### Curva de capacidad:

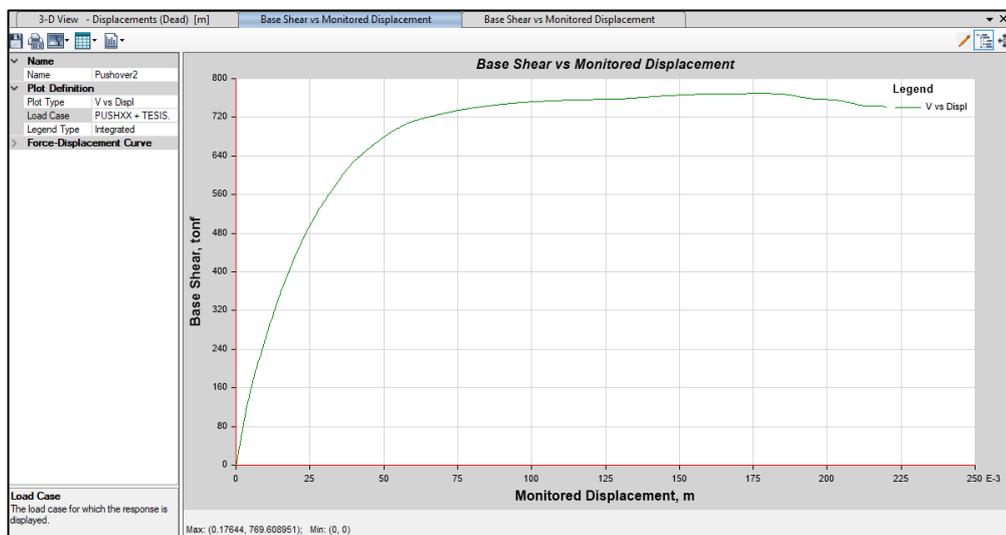
Dicha curva está en relación del desplazamiento y la cortante basal de nuestro nivel superior de nuestra edificación.

- **Curva de capacidad dirección X:**

Se presentará el estado final en la dirección, obteniendo un desplazamiento de 17.64cm y con una cortante basal de 769.61 toneladas.

### Figura 93

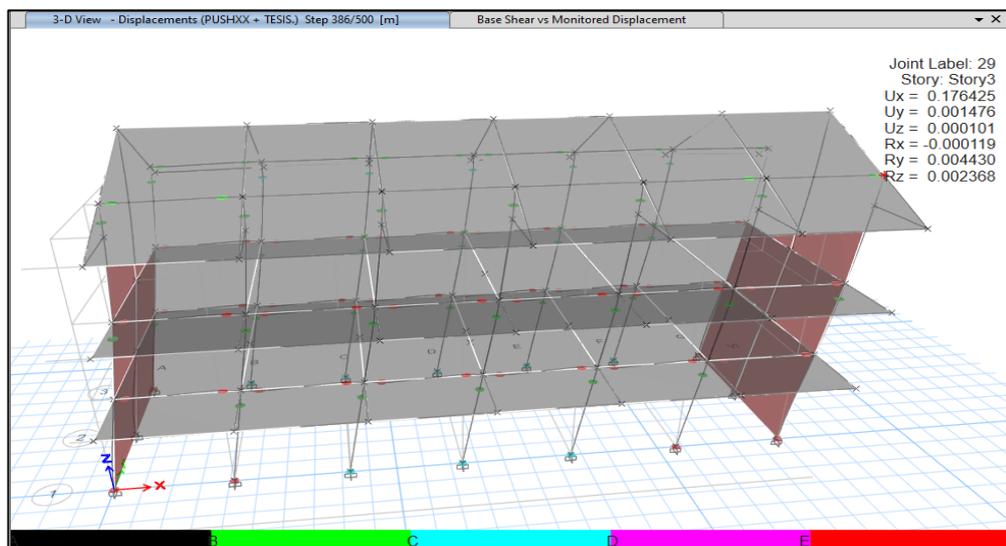
*Pushover X, curva de capacidad*



Fuente: Elaboración propia

### Figura 94

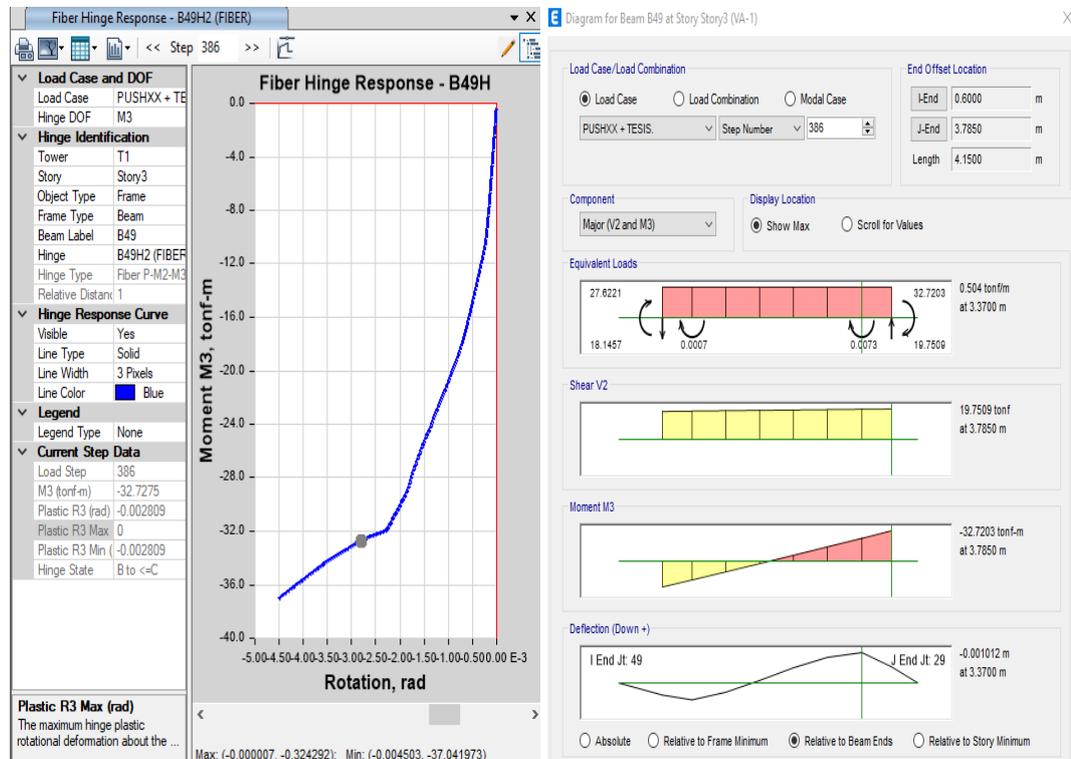
*Desplazamiento del punto de colapso en la dirección X en el eje 1-1*



Punto de colapso de la dirección X, done se genera el ultimo nudo de falla ante el colapso donde se muestra el desplazamiento de 17.64 cm.

**Figura 95**

*Nudo ultimo de falla ante el colapso, Viga VA-1, Piso 3 en la dirección X*



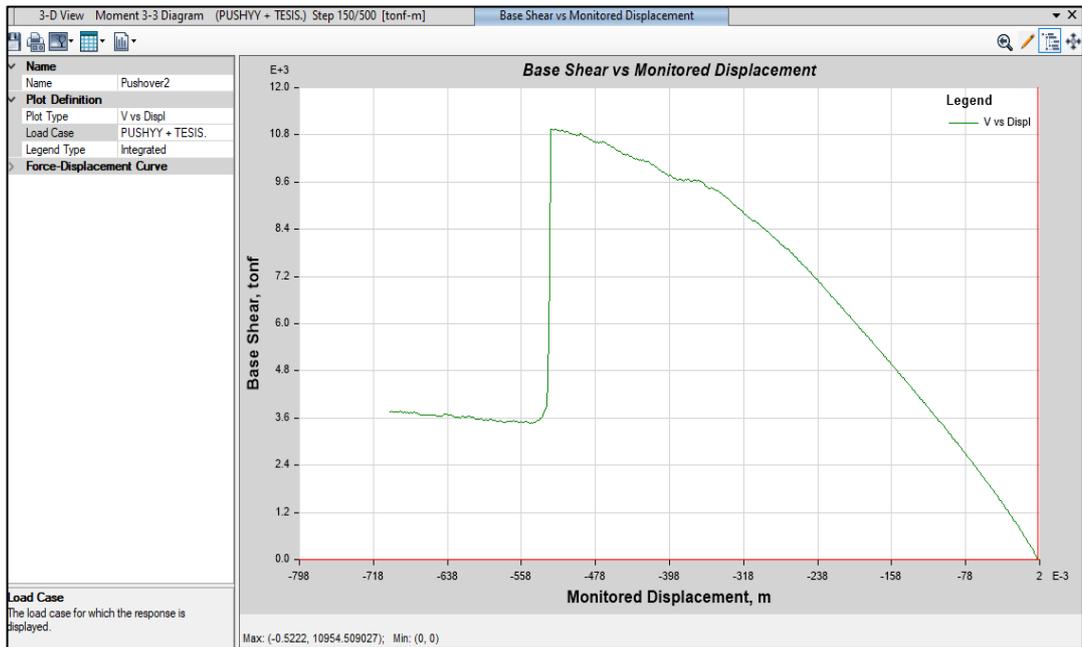
**Fuente:** Elaboración propia

- **Curva de capacidad dirección Y**

Se presentará el estado final en la dirección, obteniendo un desplazamiento máximo de 52.22 cm y con una cortante basal de 10954.51 toneladas producido en su eje central que viene hacer la dirección D donde colapsa, y también se obtuvo en el eje A que se encuentra en un extremo de la estructura en su dirección Y con un desplazamiento de 16.91 cm ocasionado por tener muro estructural en esa dirección.

**Figura 96**

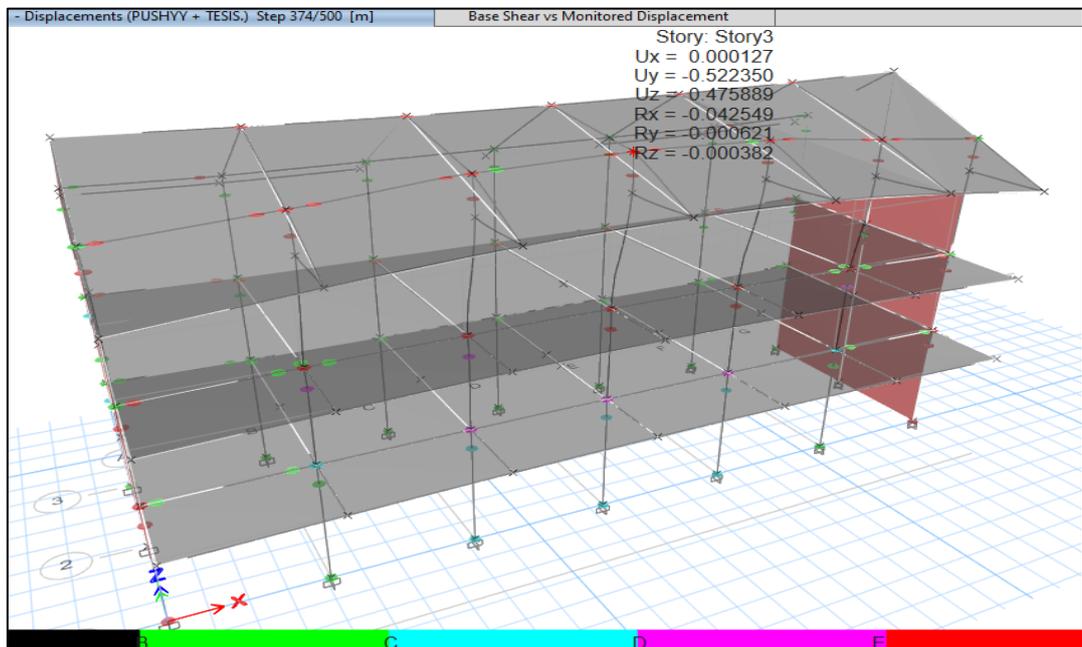
*Pushover Y, curva de capacidad*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 97**

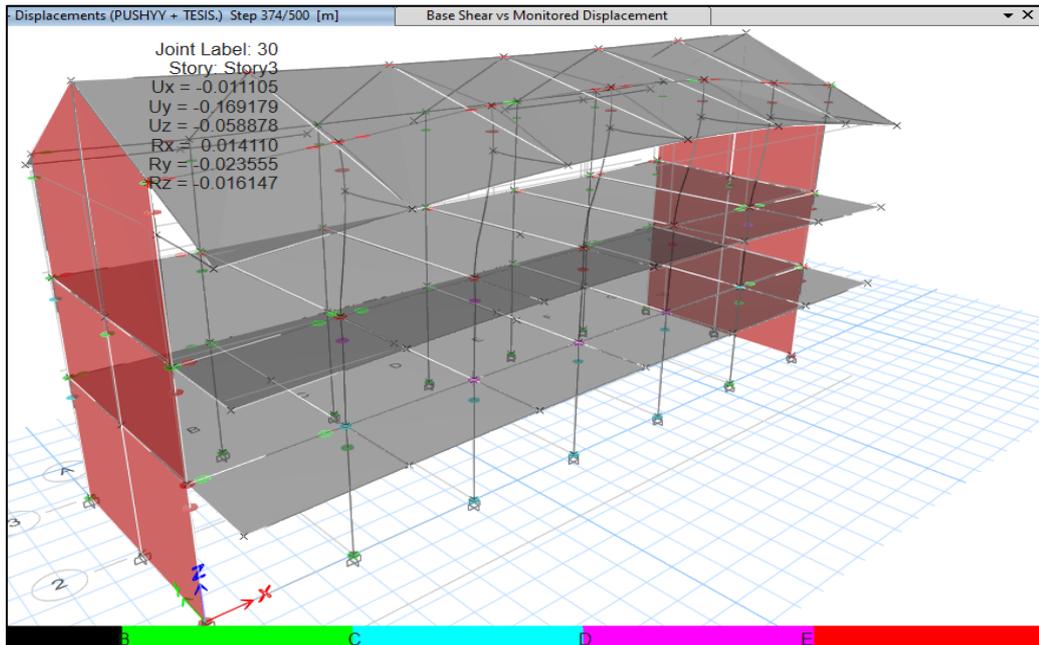
*Desplazamiento del punto de colapso en la dirección Y en su eje D*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 98**

*Desplazamiento del punto de colapso en la dirección Y en su eje A*

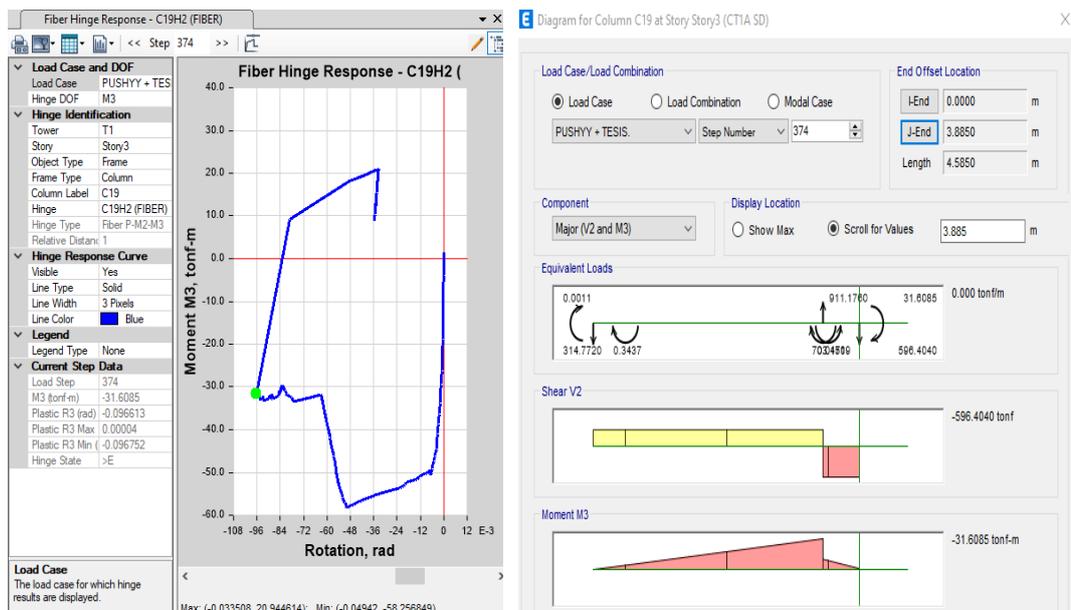


**Fuente:** Elaboración propia

Punto de colapso de la dirección Y, done se genera el ultimo nudo de falla ante el colapso donde se muestra el desplazamiento de 52.23 cm.

**Figura 99**

*Nudo ultimo de falla ante el colapso, Viga VA-1, Piso 3 en el eje D*

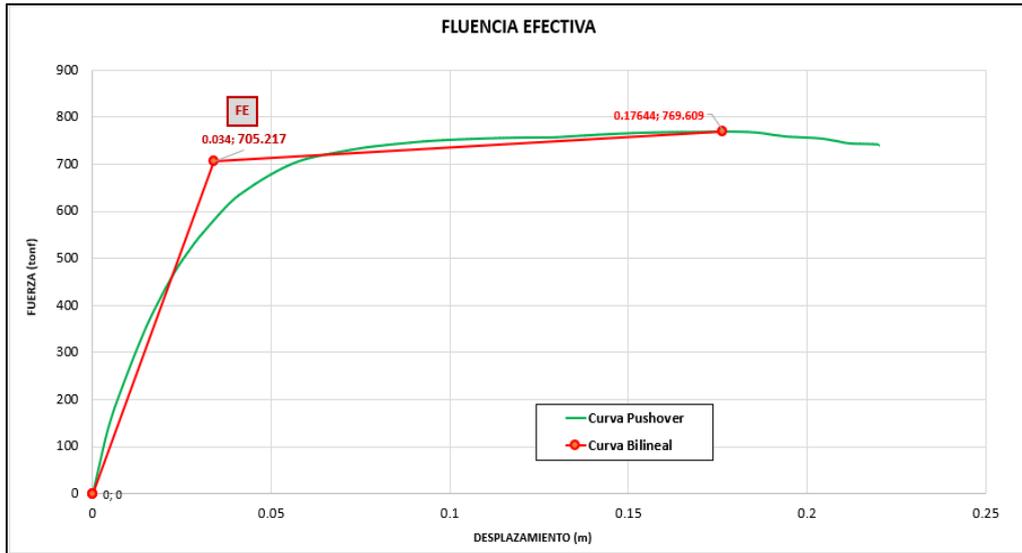


**Fuente:** Elaboración propia

- **Curva de capacidad idealizada:** Viene hacer representada por una curva idealizada que ocupa la misma área por debajo de la curva. Una vez que obtenemos la curva bilineal con un área equivalente al área bajo la curva Pushover, con un margen de error menor al 1% es aceptable.

**Figura 100**

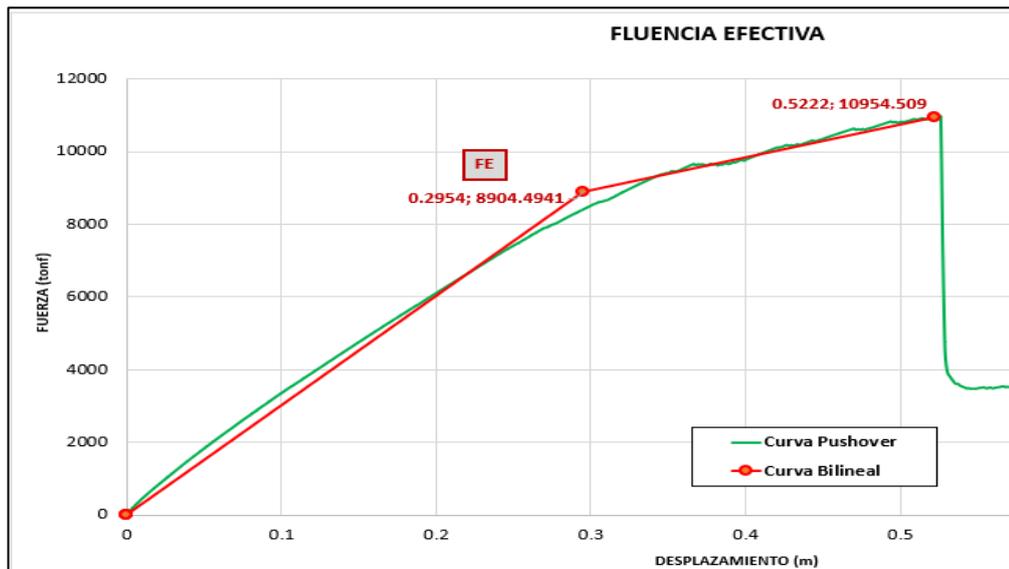
*Dirección X, curva de capacidad idealizada*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 101**

*Dirección Y, curva de capacidad idealizada*

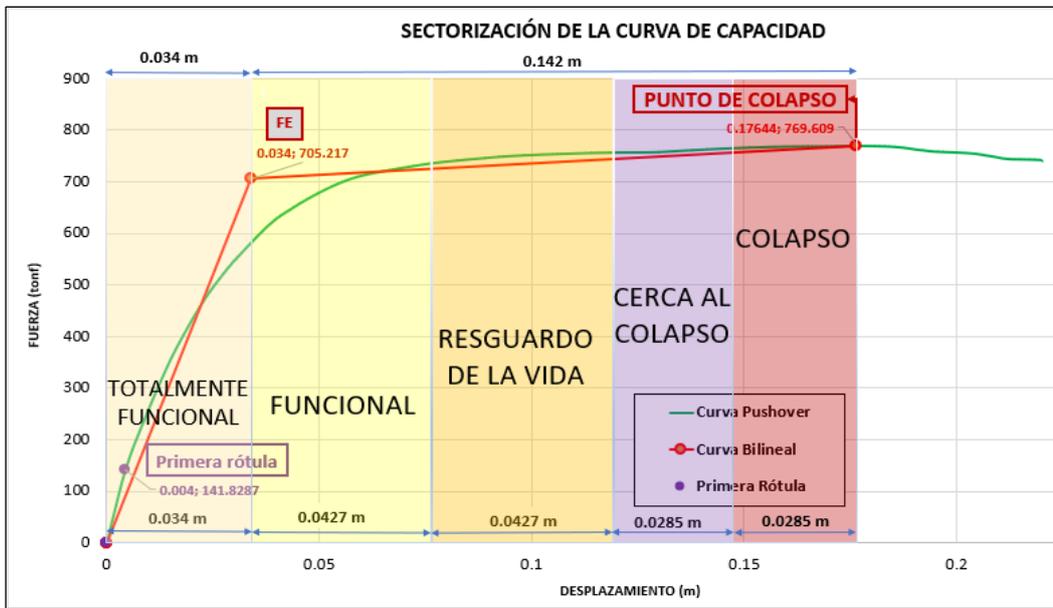


**Fuente:** Elaboración propia

Ahora, procederemos a determinar el desplazamiento inelástico ( $\Delta_p$ ), luego sectorizamos la curva de capacidad para así asignar los niveles de desempeños según al SEAOC.

**Figura 102**

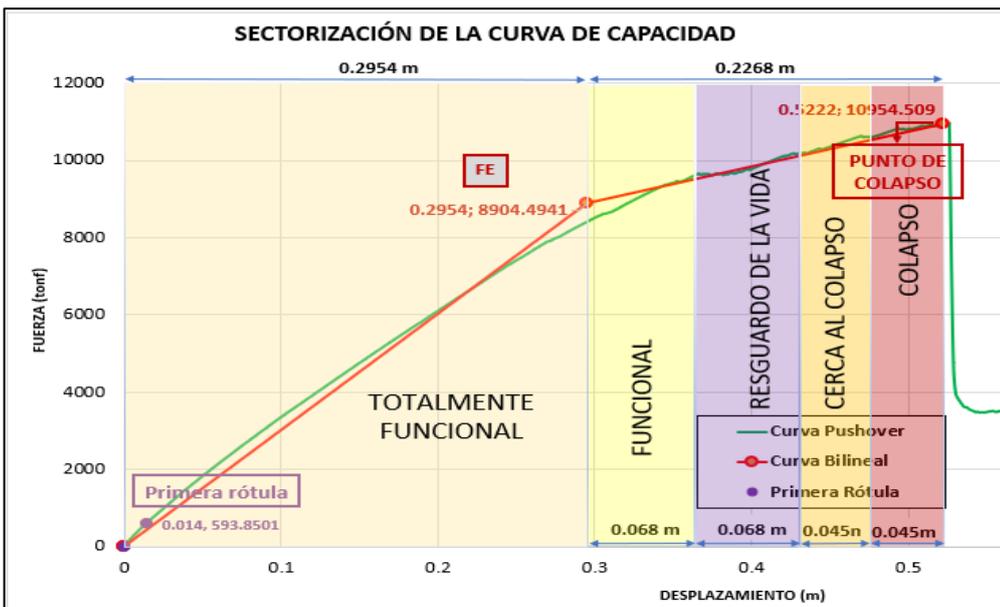
*Dirección X, Sectorización de la curva de capacidad Pushover*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 103**

*Dirección Y, Sectorización de la curva de capacidad Pushover*



Fuente: Elaboración propia

Usando las curvas de capacidad del sector y la clase de desempeño estructural para un sismo de diseño de Perú (E030), se puede obtener el desplazamiento de respuesta en la curva de capacidad y su nivel de desempeño correspondiente.

Para la elaboración del espectro de pseudo-aceleración del sismo raro, se considera los siguientes parámetros sísmicos:

**Tabla 29**

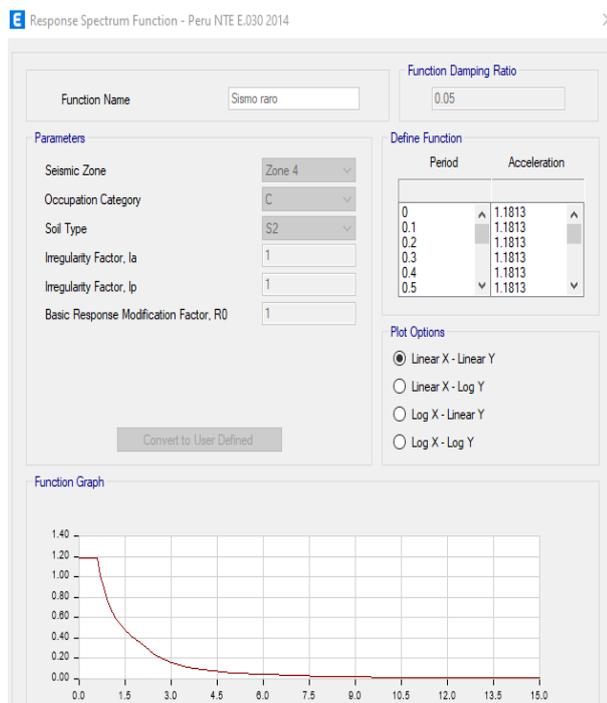
*Parámetros sísmicos para un sismo raro*

Parámetros sísmicos		Factor	
Zona sísmica	4	Z:	0.45
Categoría	B	U:	1.00
Tipo de suelo	S2 Suelos Intermedios	S:	1.05
		Tp:	0.60
		Tl:	2.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 104**

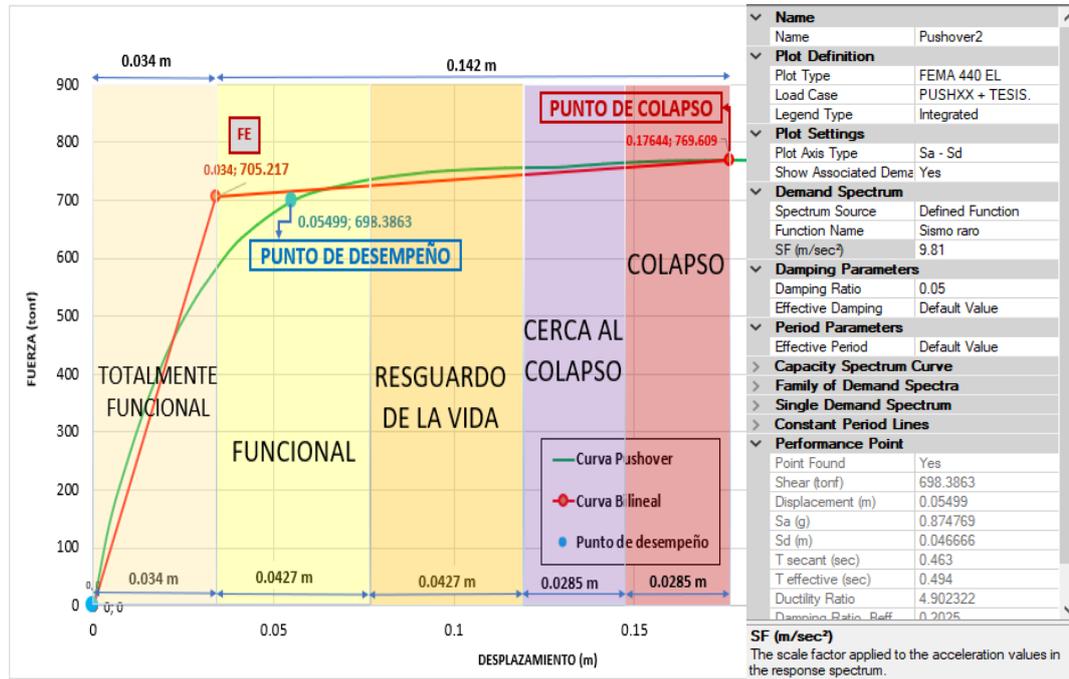
*Definición de parámetros para un sísmicos raro*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 105**

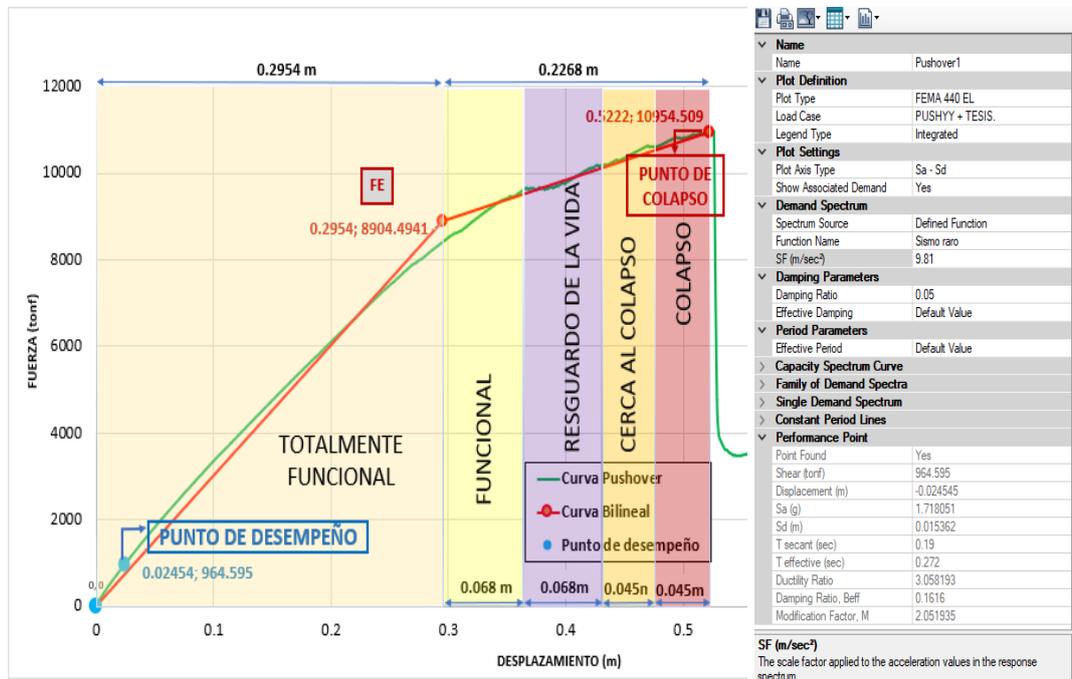
*Dirección X, desempeño estructural ante un sismo peruano*



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 106**

*Dirección Y, desempeño estructural ante un sismo peruano*



**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente se obtiene el desempeño y el estado de la estructura. Se procedió a plasmarlo en las tablas 28 y 29 los resultados obtenidos. Posteriormente de obtiene el objetivo de niveles de desempeño en la tabla 30.

**Tabla 30**

*Desplazamiento y fuerzas de la estructura ante un sismo peruano dirección X*

Dirección	Puntos importantes	Resultados	
		Curva de capacidad Pushover X	
		V (t)	D (m)
X	Fluencia efectiva	705.217	0.034
	Desempeño	698.386	0.054
	Colapso	769.609	0.176

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 31**

*Desplazamiento y fuerzas de la estructura ante un sismo peruano dirección X*

Dirección	Puntos importantes	Resultados	
		Curva de capacidad Pushover Y	
		V (t)	D (m)
Y	Fluencia efectiva	8904.494	0.295
	Desempeño	964.595	0.024
	Colapso	10954.51	0.522

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 32**

*Objetivos de niveles de desempeño*

Niveles de desempeño	Desplazamiento objetivo
Totalmente Funcional	$\leq 0.2$
Funcional	$\leq 0.5$
Protección de Vida	$\leq 1.5$
Cerca al colapso	$\leq 2.5$
Colapso	$\geq 2.5$

**Fuente:** SEAOC

Donde obtenemos que la estructura se encuentra en un estado funcional en la dirección X con un desplazamiento de  $0.054 \leq 0.500$  cumpliendo con los objetivos establecidos por SEAOC y en la dirección Y se obtiene un estado totalmente funcional que se encuentra en un rango elástico debido a la rigidez que genera las placas y las columnas en esa dirección, con un desplazamiento de  $0.024 \leq 0.200$  cumpliendo con los objetivos establecidos por SEAOC.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Por medio de los resultados obtenidos verificamos la validez de la primera hipótesis 1 que “Utilizando los criterios establecidos por la norma E030 permite verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas, en efecto con la con los criterios que están establecidos en la norma E030 se logró verificar las distorsiones, de igual forma que la tesis de (Cahuana y Ccaso 2021)

Respecto a la hipótesis específica 2, que: “Utilizando los criterios establecidos por la norma E030 y el FEMA 440 permite determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas”, y en efecto con los criterios de la norma E030 y el FEMA 440 se determinó la curva de capacidad para las dos direcciones, con un desplazamiento máximo en la dirección X de 0.176 m con una cortante en la base de 769.60 tn y con respecto a la dirección Y con un desplazamiento máximo de 0.522 m con una cortante en la base de 10954.51tn. La cortante basal mayor proviene de la dirección Y causado por los muros estructurales, donde se obtiene que toda la estructura no se desplaza uniforme en todos sus ejes, pero ambas direcciones cuentan con una buena capacidad de resistir ante un evento sísmico severo, de la misma forma que la tesis de posgrado de (Choque y Luque 2019).

Con relación a la hipótesis específica 3, se estableció que: “Efectivamente los niveles de desempeño del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas se encuentran en un estado funcional frente a un sismo raro, debido a que la estructura posee una alta vulnerabilidad sísmica”, en efecto para la dirección X se obtiene un nivel de desempeño funcional frente a un sismo raro. Pero en la dirección Y no se logra obtener un desempeño funcional referente a la hipótesis planteada debido a que la estructura es más resistente a un evento sísmico logrando obtener un nivel de desempeño totalmente funcional frente a un sismo raro utilizando un 5% amortiguamiento, de la misma forma que la tesis de posgrado de (Cahuana y Ccaso 2021).

La edificación cumple con la propuesta del SEAOC con sus objetivos de desempeño, logrando obtener que la edificación se encuentre en un estado funcional en la dirección X y con un estado totalmente funcional en la dirección Y, frente a un sismo severo Según la Norma E.030. Los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por (Cahuana y Ccaso 2021), donde concluyeron obtener un nivel de desempeño funcional frente a un sismo raro para una edificación de un módulo III de la comisaria de ciudad nueva, Tacna.

## CONCLUSIONES

- Mediante el análisis estático no lineal se evaluó el desempeño sísmico del módulo III de la I.E San Ramón y se concluyó que la edificación cumple con los objetivos de desempeño, debido a que en la dirección X para el sismo raro aplicado se obtuvo un nivel de desempeño funcional y en la dirección Y para el sismo raro aplicado se obtuvo un nivel de desempeño totalmente funcional. Esto se debe que en el diseño se empleó un adecuado coeficiente de reducción sísmica y la correcta ubicación de los muros estructurales.
- Mediante la utilización de los criterios establecidos por la norma E030 se logró determinar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas, Con un desplazamiento máximo en la dirección X de 0.0029 m y en nuestra dirección Y con un despeamiento máximo de 0.0030. De igual forma se verifico que el sistema estructural en la dirección X cumple con el 80% de la fuerza cortante en la base para sistemas de pórticos y para la dirección Y cumple con el 70% de la fuerza cortante en la base para sistemas de muros estructurales. Así mismo se verifico la cortante basal, que para la dirección X cumple con el 80%, y para la dirección Y no cumple con el 80% por lo que el diseñador ha tenido que escalar para esta dirección, acorde con la norma E-030.
- Mediante la utilización de los criterios establecidos por la norma E030 y el FEMA 440 se logró determinar la curva de capacidad del módulo III. Con un desplazamiento máximo de 0.176m para la dirección X y con una cortante basal de  $V=769.609$  tn mientras tanto en la dirección Y el desplazamiento máximo es de 0.522 m y con una cortante basal de  $V= 10954.51$  tn, El menor cortante basal corresponde a la dirección X que cuenta con un sistema de pórticos.

- Para el módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas se concluyó los niveles de desempeño mediante la sectorización de la curva de capacidad. Obteniendo en la dirección X un desplazamiento de 0.054m con una cortante basal de 698.386 tn encontrándose en un nivel de desempeño funcional y en la dirección Y se obtuvo un desplazamiento de 0.024 m con una cortante basal de 964.595 tn.

## **RECOMENDACIONES**

- Para obtener modelos más realistas se recomienda a los posteriores investigadores aplicar el análisis dinámico no lineal para la evaluación del desempeño sísmico de una estructura frente a un movimiento sísmico.
- Para obtener las condiciones sismo resistentes de acuerdo con la norma E-030 se recomienda realizar el análisis estático no lineal. Donde podemos obtener los desplazamientos y verificar la cortante basal.
- Al momento de diseñar una edificación, se recomienda al proyectista establecer de acuerdo al sistema estructural los coeficientes de reducción de fuerzas sísmicas que pueda soportar la fuerza cortante. Porque debido a ello depende la resistencia del edificio, por eso de gran importancia obtener la curva de capacidad para poder determinar si son aceptables los coeficientes de reducción sísmica aplicadas en la edificación.
- Se recomienda a los posteriores investigadores utilizar el método de espectro capacidad del FEMA 440 para determinar el punto frente a un sismo severo en relación a los niveles de desempeño.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAHUANA, M. y CCASO, G., 2021. Desempeño sísmico aplicando el análisis estático no lineal (Pushover) del módulo III de la comisaría de Ciudad Nueva, Tacna 2021. En: Accepted: 2021-11-15T23:44:14Z, Universidad Privada de Tacna [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2027>.
- CENSIS - Instituto Geofísico del Perú; [en línea], 2023. [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://ultimosismo.igp.gob.pe/>.
- CHOQUE, J. y LUQUE, E., 2019. Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030. [en línea]. [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8866>.
- DUARTE, C., MARTÍNEZ, M. y SANTAMARÍA, J., 2017. Análisis estático no lineal (Pushover) del cuerpo central del edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador [en línea]. bachelor. S.l.: Universidad de El Salvador. [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13405/>.
- FEMA 440, 2005. Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency. S.l.: s.n.
- FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. y HERNÁNDEZ, R., 2014. Metodología de la Investigación [en línea]. 6to. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.

GUEVARA, N., OSORIO, S. y VARGAS, E., 2017. Evaluación de la capacidad estructural del edificio de la Biblioteca de las Ingenierías y Arquitectura, utilizando análisis estático no lineal (Pushover). En: Accepted: 2017-03-02T16:28:15Z [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/160576>.

LLOCLLE, A., 2021. Evaluación de desempeño estructural utilizando Análisis Estático no lineal (Pushover) del bloque del nivel secundario del colegio Emblemático Ladislao Espinar ubicado en la ciudad de Espinar – Cusco. En: Accepted: 2021-06-09T02:47:20Z [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4515>.

MEJÍA, P. y RIVERA, J., 2020. Análisis estático no lineal de una estructura mediante el método de control de desplazamientos [en línea]. bachelorThesis. S.l.: Universidad de Cuenca. [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34528>.

MORA, E. y AGUIAR, R., 2015. PUSHOVER MULTIMODAL EN ESTRUCTURAS CON DISIPADORES DE ENERGÍA ADAS O TADAS MULTIMODAL PUSHOVER ON STRUCTURES WITH ADAS OR TADAS ENERGY DISSIPATORS. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, vol. 202,

NTP. E-030, 2018. Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. S.l.: El peruano.

ORELLANA, G. y PARRA MORA, J.L., 2017. Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial apoticado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (nec-se-re, 2015) [en línea]. bachelorThesis. S.l.: s.n. [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28524>.

- OTTAZZI, G., 2015. Apuntes del curso concreto armado I. Decimoquinta edición. S.I.:  
Universidad Católica.
- PAREDES, M., 2016. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover. En: Accepted: 2016-10-14T12:43:43Z, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/620673>.
- PINTO, B., 2020. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DESEMPEÑO DE UNA EDIFICACIÓN, CON EMPLEO DEL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL – PUSHOVER. En: Accepted: 2020-12-02T16:23:38Z, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4777>.
- QUINTO, W. y CHAVERRA, E., 2022. Análisis estático no lineal (pushover) y punto de desempeño sísmico en una edificación de tres pisos existente – revisión bibliográfica y caso ejemplo. En: Accepted: 2023-01-27T14:33:46Z [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/33261>.
- RIFFO, A., 2020. Evaluación del desempeño sísmico para edificios de marcos excéntricos de acero. En: Accepted: 2020-08-17T12:48:54Z [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/530>.
- RODRÍGUEZ, M. y BOTERO, J., 1995. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS CONSIDERANDO PROPIEDADES MECÁNICAS DE ACEROS DE REFUERZO MEXICANOS. Revista de Ingeniería Sísmica, no. 49, ISSN 2395-8251. DOI 10.18867/ris.49.268.

SAMILLÁN FARRO, R.D.J., 2019. Análisis del desempeño sísmico no lineal estático (pushover) en una edificación de ocho pisos Chiclayo-Lambayeque. En: Accepted: 2019-11-21T19:43:09Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [consulta: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38705>.

SEAOC, 1995. VISION 2000: Performance Based Seismic Engineering of Buildings. California: OES.

## **ANEXOS**

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER) DEL MÓDULO III DE 3 NIVELES EN LA I.E. SAN RAMÓN EN LA CIUDAD DE CHULUCANAS EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA, 2024”**

<b>Variables</b>	<b>Problema general y específicos</b>	<b>Objetivo general y específicos</b>	<b>Hipótesis general y específicos</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Conceptualización (V1), (V2)</b>	<b>Tipo, Diseño y Enfoque</b>	<b>Población y muestra de estudio</b>
<b>Análisis no lineal estático Pushover</b>	<p><b>P.G.</b> ¿Cuáles son los desempeños estructurales del módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura, 2024?</p> <p><b>P.E.1.</b> ¿Es posible verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas?</p>	<p><b>OG.</b> Determinar los desempeños estructurales del módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura, 2024.</p> <p><b>OE1.</b> Verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas.</p> <p><b>OE2.</b> Determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San</p>	<p><b>HG.</b> Efectivamente los desempeños estructurales del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas se encuentra en el nivel de desempeño funcional, debido a alta vulnerabilidad sísmica que demanda una edificación de categoría A2.</p> <p><b>HE1.</b> Utilizando los criterios establecidos por la norma E030</p>	<p>Materiales</p> <p>Características sísmicas de la estructura</p> <p>Comportamiento de los elementos estructurales</p> <p>Actividad sísmica</p>	<p>En este tipo de análisis, el modelo de la estructura incorpora directamente las características no lineales de la relación fuerza-deformación de los elementos y componentes individuales debidas a la respuesta inelástica. (Sarmiento, 2004)</p>	<p>Investigación Aplicada</p> <p>Diseños experimentales</p> <p>Enfoque cuantitativo</p>	<p>Para estudiar tal proyecto de investigación, será necesario tomará como población a las edificaciones construidas en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura.</p> <p>Para el estudio del siguiente proyecto</p>

<p><b>Análisis del Comportamiento Sísmico del Módulo III de 3 niveles en la I.E. San Ramón</b></p>	<p><b>P.E.2.</b> ¿Cómo determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas? <b>P.E.3.</b> ¿Cuáles son los niveles de desempeño del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas frente a un sismo raro?</p>	<p>Ramón de la ciudad de Chulucanas. <b>OE3.</b> Determinar los niveles de desempeño sísmico del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas frente a un sismo raro.</p>	<p>permitirá verificar las distorsiones de entrepiso del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas. <b>HE2.</b> Utilizando los criterios establecidos por la norma E030 y el FEMA 440 permite determinar la curva de capacidad del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas. <b>HE3.</b> Efectivamente los niveles de desempeño del módulo III de la I.E. San Ramón de la ciudad de Chulucanas se encuentran en un estado funcional frente</p>	<p>Determinación de operatividad de la edificación  Desempeño sísmico</p>	<p>Se analiza de la estructura debido a un evento sísmico de determinadas características. Estas estructuras se pueden calificar en más vulnerables o menos vulnerables ante un evento sísmico. Según (Oviedo, 2004).</p>	<p>de investigación se tomará como muestra el módulo 3 (cuenta con tres niveles) de Sector Secundaria de la Institución Educativa San Ramón en la Ciudad de Chulucanas en el Departamento de Piura.</p>
--	---	---	---	---	---	---

			a un sismo raro, debido que la estructura posee una alta vulnerabilidad sísmica.				
--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 02: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **ANEXO 02.01. GUÍA ETABS**

# **MODELAMIENTO Y EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL “PUSHOVER” DEL CASO DE ESTUDIO**

## **Guía para el modelamiento y Análisis Estático No Lineal en Etabs**

### ***Descripción del programa***

Es un programa de análisis y diseño de sistemas de construcción que ha estado en continuo desarrollo durante más de 37 años para brindarle herramientas confiables y fáciles de usar.

ETABS-20 tiene una interfaz gráfica, para poder modelar grades edificios con un amplio rango de modelamiento no lineal, Lo que la convierte en la herramienta elegida por los ingenieros en la industria de la construcción.

Este programa es muy sencillo de utilizar ya que se define por lógica. Las introducciones de los elementos estructurales son por elementos, por cada piso, de columna en columna, de viga en viga, de muro en muro. Donde simplifica y reduce gran cantidad de tiempo y poder obtener mayor precisión al momento de analizar los elementos introducidos.

### ***Resumen del procedimiento***

- **Realización de un nuevo modelado**

En esta parte se hace la creación de un nuevo archivo. Como todo programa se ejecuta automáticamente al iniciarse por la definición geométrica de la estructura. En este caso seleccionaremos la opción de GRID ONLY, que sirve para definir el modelamiento y para que el programa lo realice por defecto.

- **Definición de materiales y secciones transversales**

Se definirán los materiales y se colocaran las propiedades a los materiales que se van a utilizar en el desarrollo del modelo y también se definirán las secciones que vienen hacer los elementos estructura.

- **Modelado y presentación de los elementos de la estructura existente a desarrollar**

Se procederá a realizar el dibujo de los elementos de la estructura del modelo existente que viene hacer las columnas, vigas, muros, techos, y otros que van a conformar el modelado de la estructura.

- **Selección y asignación de los elementos estructurales**

Se seleccionará los distintos elementos de la estructura ya dibujados para poder asignar las secciones transversales que correspondan, ya que cada elemento se viene a comportar de manera diferente debido a aplicación en la estructura.

- **Asignación de las cargas de un elemento predeterminado**

Debidamente ya seleccionado los elementos donde se aplicarán las cargas, se procede a asignarlas ya sea cargas puntuales o cargas distribuidas como en este caso vienen hacer las cargas vivas, las cargas de tabiquería, acabados y cargas de sismo.

- **Asignación y definición de rótulas plásticas**

Ya determinadas y asignadas todos los elementos estructurales y todas las secciones transversales. Se procede a asignar las rótulas plásticas acuerdo al tipo de elementos estructurales (vigas y columnas).

- **Corrido para el Análisis del programa**

Ya culminado todos los pasos anteriores se procederá a correr el programa y poder obtener de los resultados del análisis.

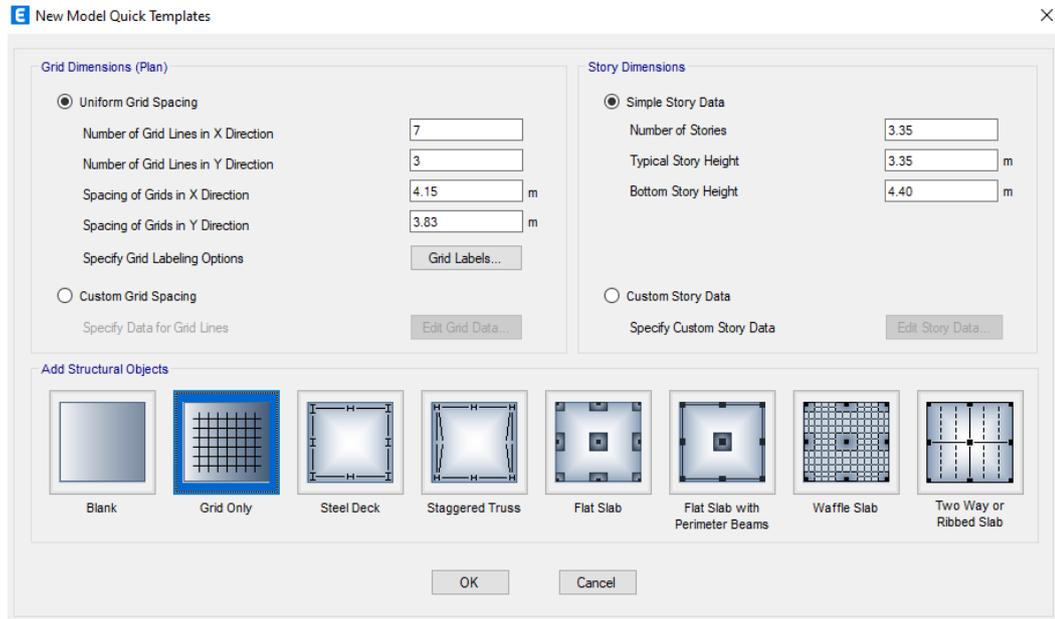
- **Obtención de resultados**

Ya corrido el programa se procederá a obtener los resultados del análisis, principalmente la Curva de capacidad, diagrama de esfuerzos y el periodo de frecuencia de la estructura. Vienen a ayudar a tomar decisiones sobre el fortalecimiento de la estructura.

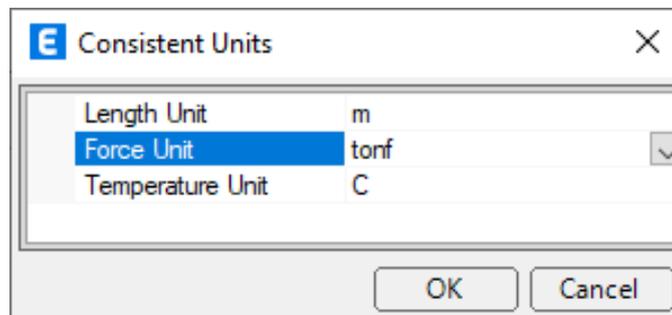
*Guía práctica de diseño en Etabs*

- **Creación de un nuevo modelo**

Se procede a iniciar el nuevo modelo para poder determinar nuestros elementos y materiales de nuestra estructura. Se procede a lo siguiente:

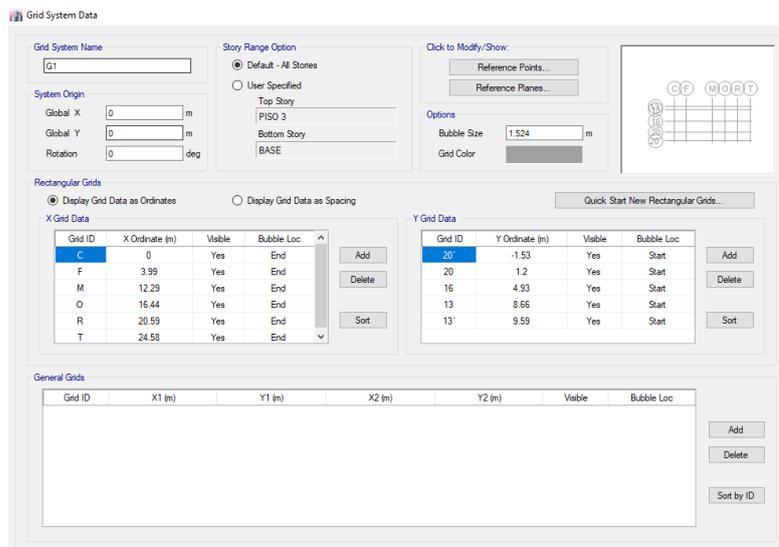
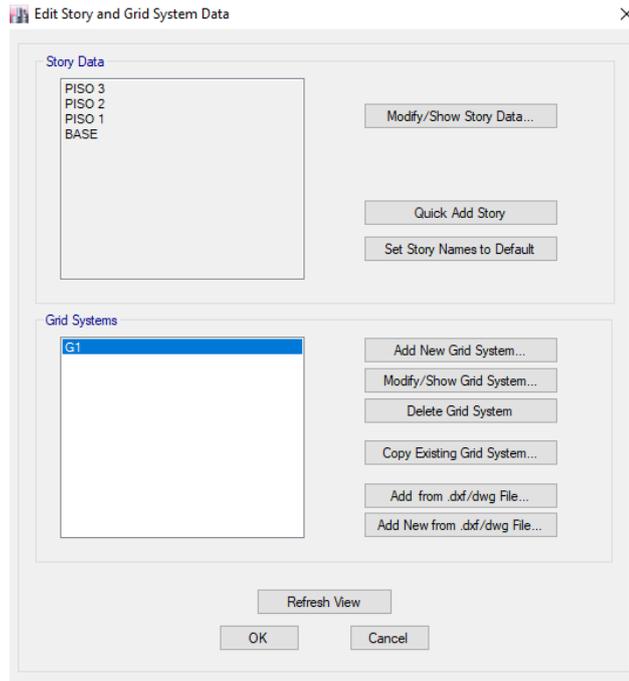


Se trabajará con las siguientes unidades para asignar las secciones, materiales, cargas.



**a) Definición de las líneas de DRID**

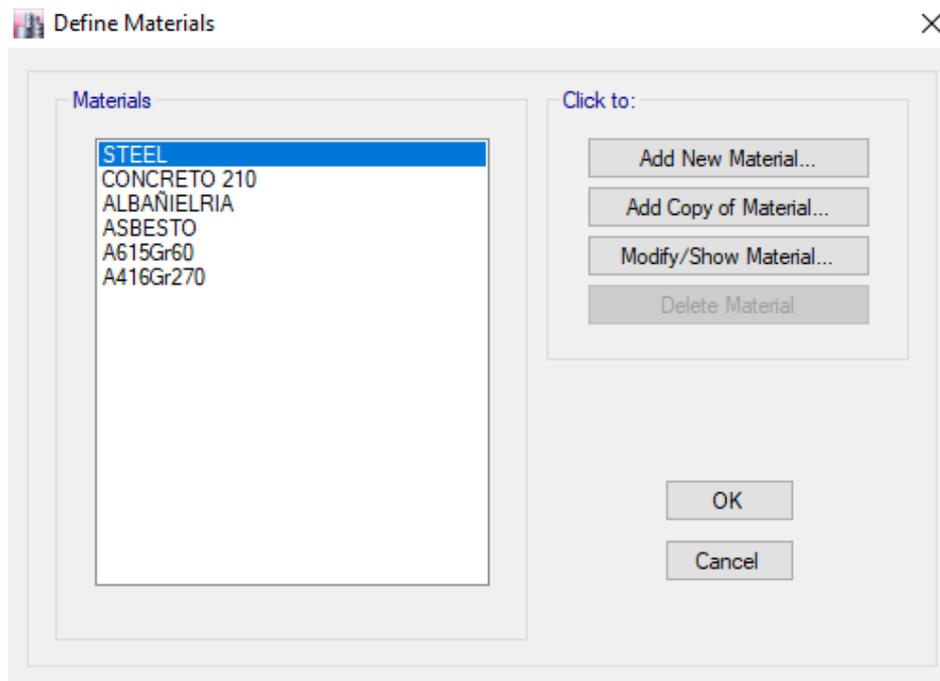
Se modificará con respecto a los GRID (ejes) en X e Y, a continuación, mostraremos los siguientes pasos que se realizó, de editor de datos del sistema.



- **Definición y determinación de todos procesos del modelo**

Se procede a hacer las definiciones y determinaciones del (concreto, patrones de carga, masa, combinaciones de cargas, diafragma, casos de carga, secciones de vigas, secciones de columnas, secciones de losas y definiciones de rótulas plásticas).

a) **Definición de materiales:** Presentación de menú de los materiales que vamos a utilizar para el análisis del comportamiento sísmico Estático no lineal “Pushover”.



**b) Definición de Concreto:** Procedemos a definir el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, con sus debidas propiedades correspondientes.

**E** Material Property Data ×

**General Data**

Material Name: CONCRETOFC 210

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

---

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  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: 0.000099 1/C

Shear Modulus, G: 905711.05 tonf/m<sup>2</sup>

---

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

---

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

---

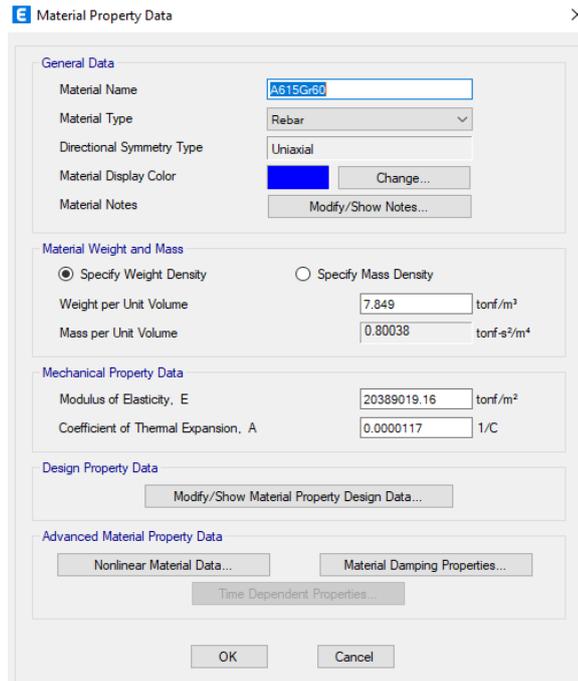
**Modulus of Rupture for Cracked Deflections**

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified

OK Cancel

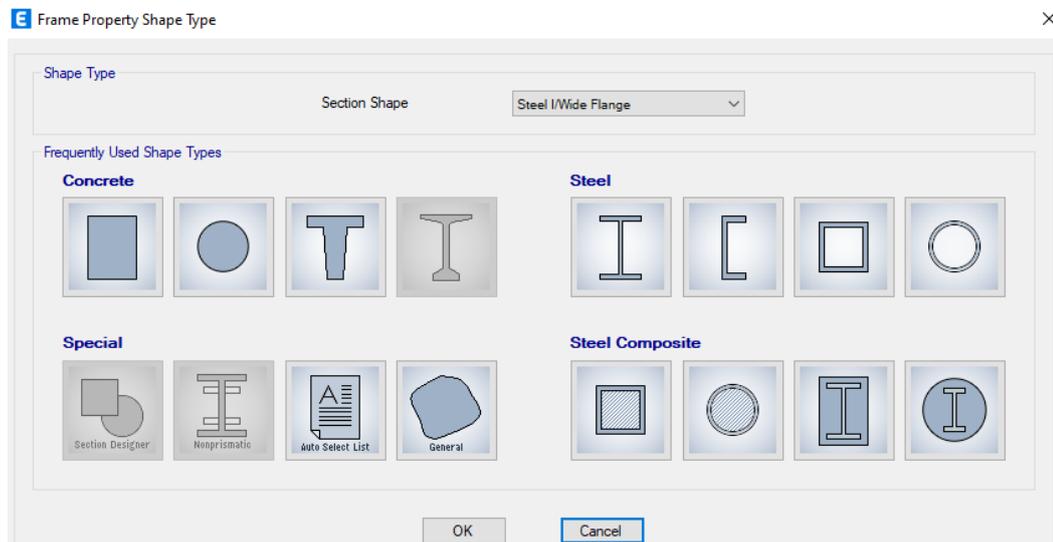
c) **Definición de Acero:** Se debe contar que las propiedades de acero de refuerzo de diseño, ya que debemos introducir todos los valores correctos para dicho material con respecto con sus unidades que están establecidas en la figura 114 de la siguiente página.



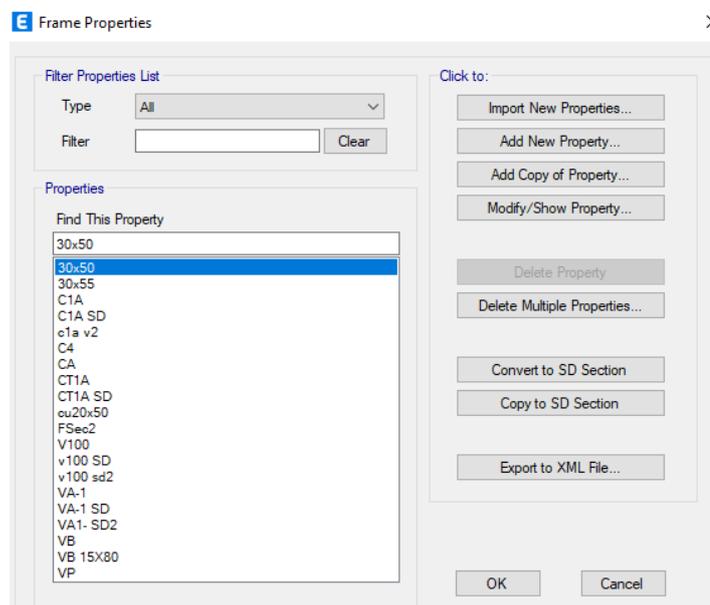
d) **Definición de secciones:** Ya terminado de crear el material a utilizar, se procederá a crear los elementos estructurales como vigas, columnas, Losas, muros estructurales del módulo III, se ara utilidad de los comandos “Secciones de Maros” y “Secciones de Losa”, mediante el comando. Define / Section Properties, siempre hay que tener en cuenta las unidades en las que trabajamos con el fin de introducir los valores correctos.



- **Tipos de formas de propiedades:** En nuestro caso utilizaremos de concreto armado rectangulares, de acuerdo con nuestros elementos estructurales que utilizaremos.



- a) **Definición de secciones:** Procedemos a la creación de todas las secciones de las columnas y de las vigas con sus respectivos refuerzos de acero.



- b) **Definición de la columna C4:** Cuenta con un área de 0.15m x 0.60m, más el acero de refuerzo 8@1/2" correspondiente de la columna.

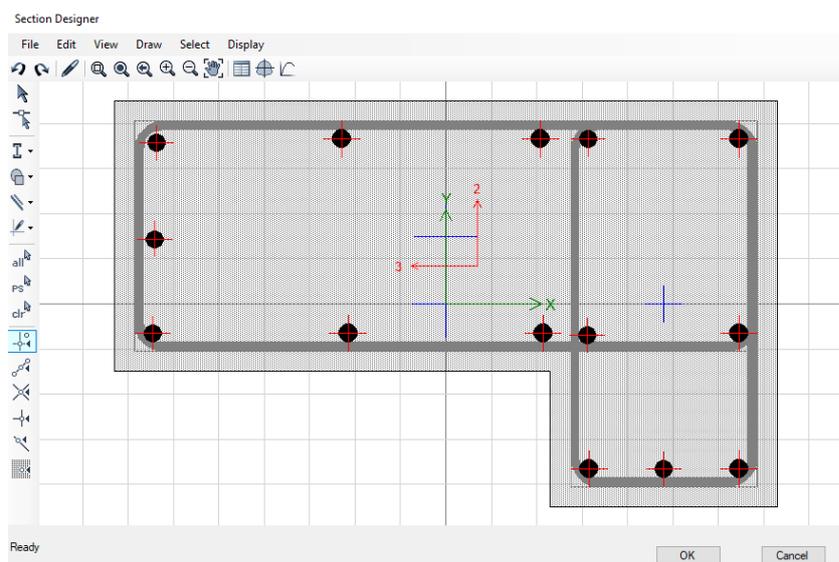
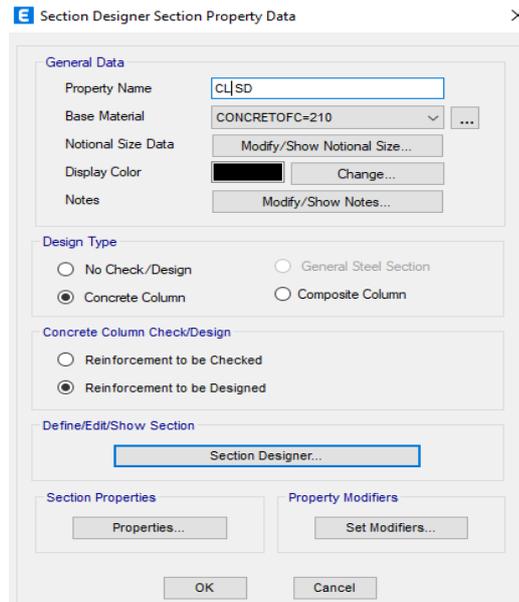
**E** Frame Section Property Data ×

<b>General Data</b>		
Property Name	<input type="text" value="C4"/>	
Material	CONCRETOFC=210	
Notional Size Data	<input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/>	
Display Color	<input type="button" value="Change..."/>	
Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>	
<b>Shape</b>		
Section Shape	Concrete Rectangular	
<b>Section Property Source</b>		
Source:	User Defined	
<b>Section Dimensions</b>		
Depth	<input type="text" value="0.15"/> m	
Width	<input type="text" value="0.6"/> m	
		<b>Property Modifiers</b>
		<input type="button" value="Modify/Show Modifiers..."/>
		Currently Default
		<b>Reinforcement</b>
		<input type="button" value="Modify/Show Rebar..."/>
<input type="button" value="Show Section Properties..."/>		<input type="button" value="OK"/>
		<input type="button" value="Cancel"/>

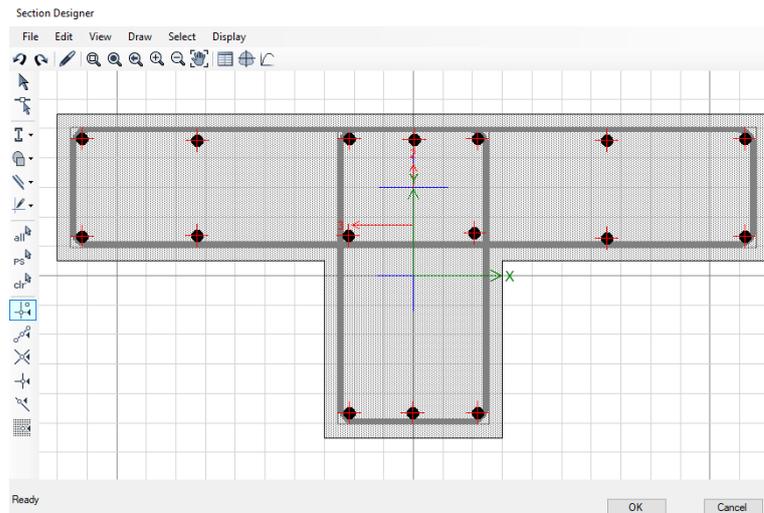
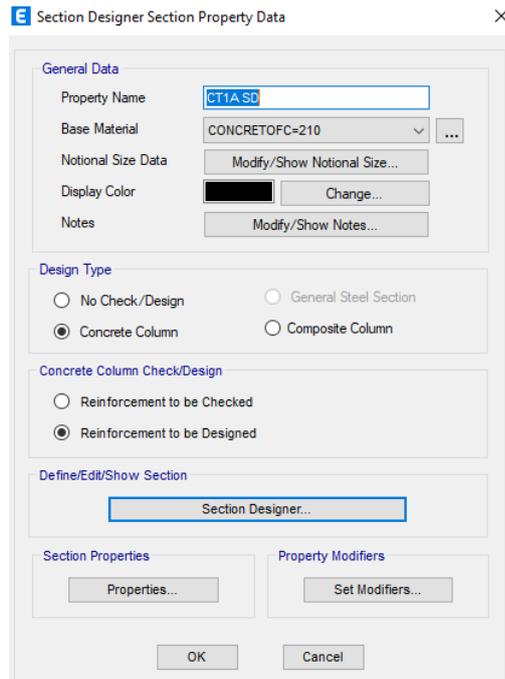
**E** Frame Section Property Reinforcement Data ×

<b>Design Type</b>		<b>Rebar Material</b>	
<input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		Longitudinal Bars	A615Gr60
<b>Reinforcement Configuration</b>		Confinement Bars (Ties)	A615Gr60
<input checked="" type="radio"/> Rectangular <input type="radio"/> Circular		<b>Check/Design</b>	
<b>Confinement Bars</b>		<input type="radio"/> Reinforcement to be Checked <input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed	
<input checked="" type="radio"/> Ties <input type="radio"/> Spirals			
<b>Longitudinal Bars</b>			
Clear Cover for Confinement Bars	<input type="text" value="0.04"/> m		
Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face	<input type="text" value="4"/>		
Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face	<input type="text" value="2"/>		
Longitudinal Bar Size and Area	#4	<input type="text" value="0.000129"/> m <sup>2</sup>	
Corner Bar Size and Area	#4	<input type="text" value="0.000129"/> m <sup>2</sup>	
<b>Confinement Bars</b>			
Confinement Bar Size and Area	#3	<input type="text" value="0.000071"/> m <sup>2</sup>	
Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis)	<input type="text" value="0.1"/> m		
Number of Confinement Bars in 3-dir	<input type="text" value="4"/>		
Number of Confinement Bars in 2-dir	<input type="text" value="4"/>		
		<input type="button" value="OK"/>	<input type="button" value="Cancel"/>

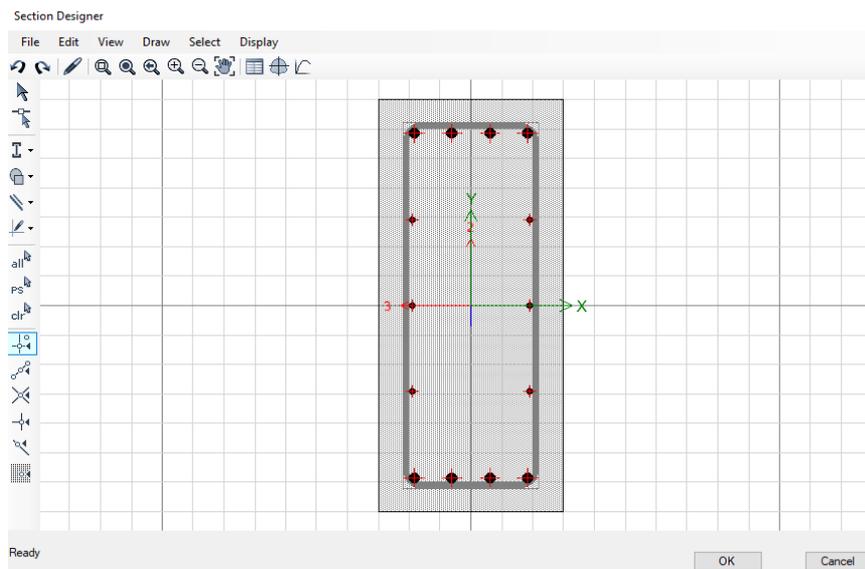
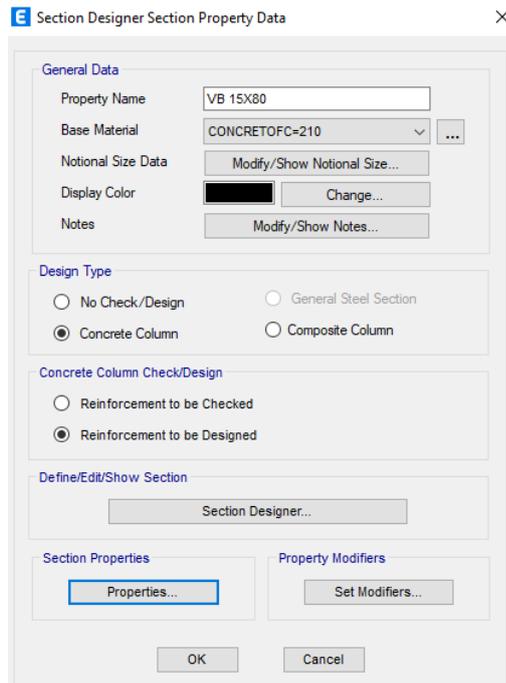
c) **Definición de la columna CL:** Cuenta con un área de (“0.30x0.73”, “0.25x0.45”) m, más el acero de refuerzo 10@3/4” y 4@5/8” correspondiente de la columna.



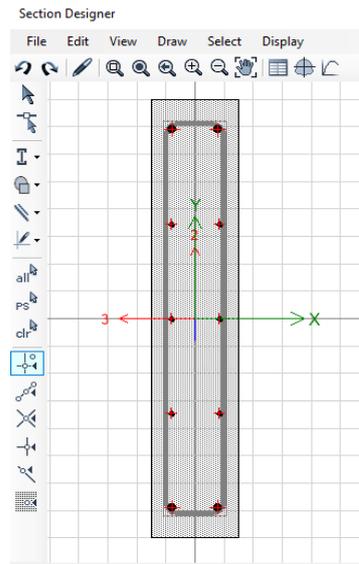
d) **Definición de la columna CT:** Cuenta con un área de (“1.00x0.30”, “0.60x0.30”) m, más el acero de refuerzo 16@3/4” correspondiente de la columna.



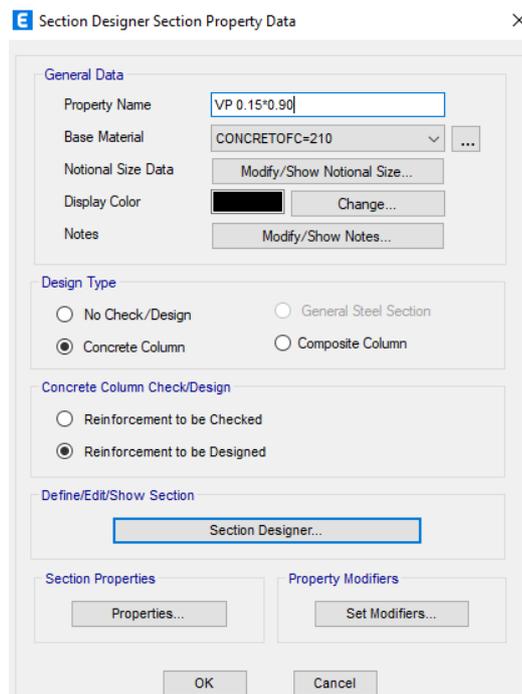
e) **Definición de la viga VA-1:** Cuenta con un área de  $0.30\text{m} \times 0.70\text{m}$ , más los refuerzos de acero correspondiente de la viga.

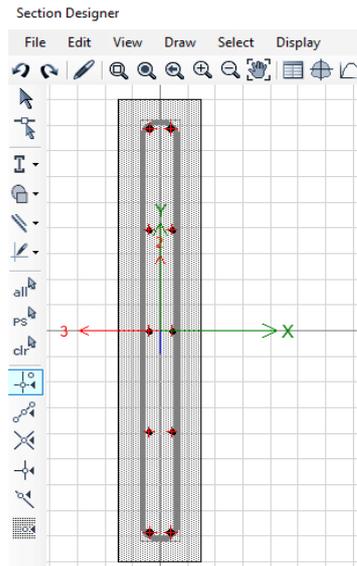


f) **Definición de la viga VB:** Cuenta con un área de 0.15mx0.80m, más los refuerzos de acero correspondiente de la viga.

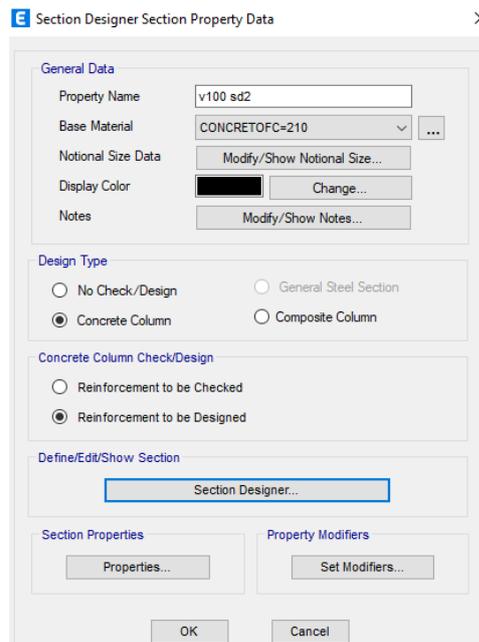


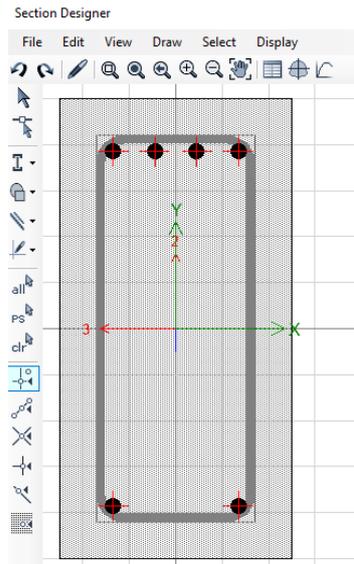
g) **Definición de la viga VB:** Cuenta con un área de 0.15mx0.90m, más los refuerzos de acero correspondiente de la viga.



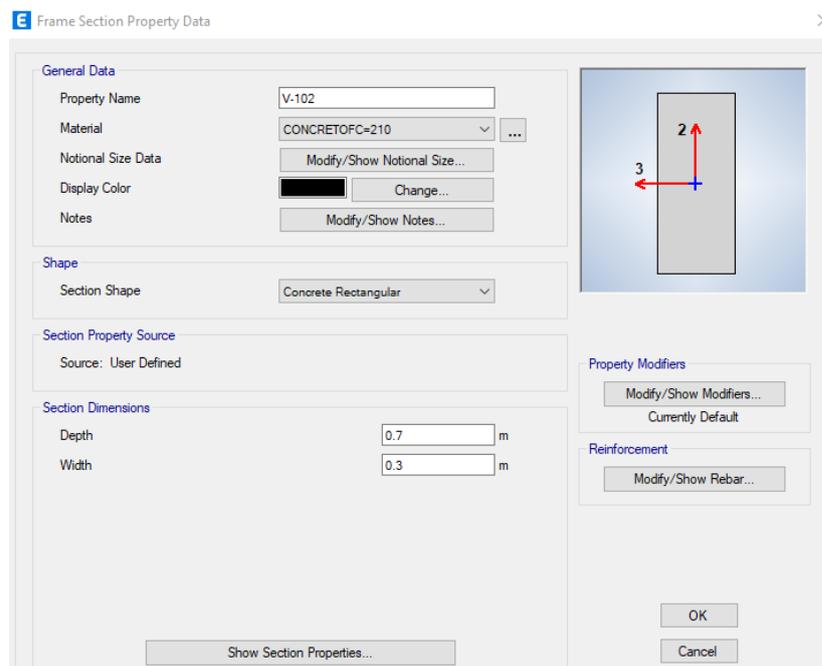


*h) Definición de la viga V100, V200, V300:* Cuenta con un área de 0.25mx0.50m, los refuerzos de acero correspondiente de la viga.





- i) **Definición de la viga V-102, V-202, V-302:** Cuenta con un área de 0.30m x 0.70m, más los refuerzos de acero correspondiente de la viga.

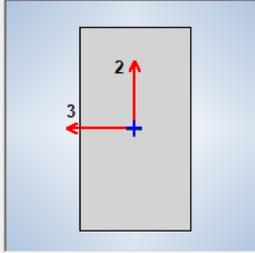


**E** Frame Section Property Reinforcement Data ×

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: A615Gr60 Confinement Bars (Ties): A615Gr60	
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m		<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0.000942 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0.000942 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0.000942 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0.000942 m <sup>2</sup>	

j) *Definición de la viga V-300 "0.30\*0.55" Voladizo 1:* Cuenta con un área de 0.30mx0.55m, más el acero de refuerzo correspondiente de la viga.

**E** Frame Section Property Data ×

<b>General Data</b> Property Name: V-300 "30x55" Material: CONCRETOFC=210 Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: <span style="background-color: black; color: black;"> </span> Change... Notes: Modify/Show Notes...		
<b>Shape</b> Section Shape: Concrete Rectangular		
<b>Section Property Source</b> Source: User Defined		<b>Property Modifiers</b> <input type="button" value="Modify/Show Modifiers..."/> Currently Default
<b>Section Dimensions</b> Depth: 0.55 m Width: 0.3 m		<b>Reinforcement</b> <input type="button" value="Modify/Show Rebar..."/>

**E** Frame Section Property Reinforcement Data X

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: A615Gr60 Confinement Bars (Ties): A615Gr60	
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m		<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0.001452 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0.001452 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0.000852 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0.000852 m <sup>2</sup>	

k) *Definición de la viga V-300 "0.30\*0.50" Voladizo 2:* Cuenta con un área de 0.30mx0.50m, más los refuerzos de acero correspondiente de la viga.

**E** Frame Section Property Data X

<b>General Data</b> Property Name: V-300 "30x50" Material: CONCRETOFC=210 Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: Change... Notes: Modify/Show Notes...		
<b>Shape</b> Section Shape: Concrete Rectangular		
<b>Section Property Source</b> Source: User Defined		
<b>Section Dimensions</b> Depth: 0.5 m Width: 0.3 m		<b>Property Modifiers</b> <input type="button" value="Modify/Show Modifiers..."/> Currently Default
<input type="button" value="Show Section Properties..."/>		<b>Reinforcement</b> <input type="button" value="Modify/Show Rebar..."/>

**E** Frame Section Property Reinforcement Data ✕

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: A615Gr60 Confinement Bars (Ties): A615Gr60	
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m		<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0.001452 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0.001452 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0.000852 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0.000852 m <sup>2</sup>	

OK      Cancel

l) **Definición de la viga CUMBRERA “0.20\*0.50”:** Cuenta con un área de 0.20mx0.50m, más los refuerzos de acero correspondiente de la viga.

**E** Frame Section Property Data ✕

<b>General Data</b> Property Name: CUMBRERA 20x50 Material: CONCRETOFC=210 Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: <span style="background-color: black; color: black;"> </span> Change... Notes: Modify/Show Notes...		
<b>Shape</b> Section Shape: Concrete Rectangular		
<b>Section Property Source</b> Source: User Defined		
<b>Section Dimensions</b> Depth: 0.2 m Width: 0.5 m		<b>Property Modifiers</b> Modify/Show Modifiers... Currently Default
Show Section Properties...		<b>Reinforcement</b> Modify/Show Rebar...

OK      Cancel

**E** Frame Section Property Reinforcement Data ×

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: A615Gr60 Confinement Bars (Ties): A615Gr60	
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m		<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0.000380 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0.000380 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0.000380 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0.000380 m <sup>2</sup>	

OK      Cancel

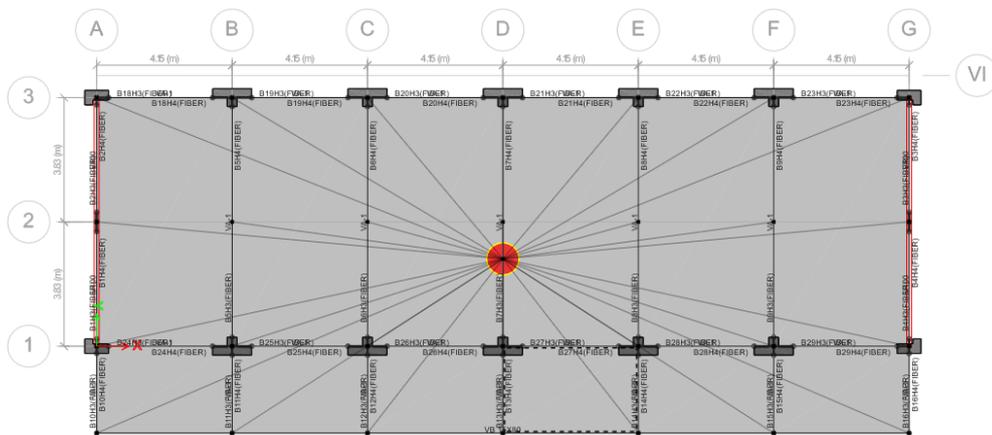
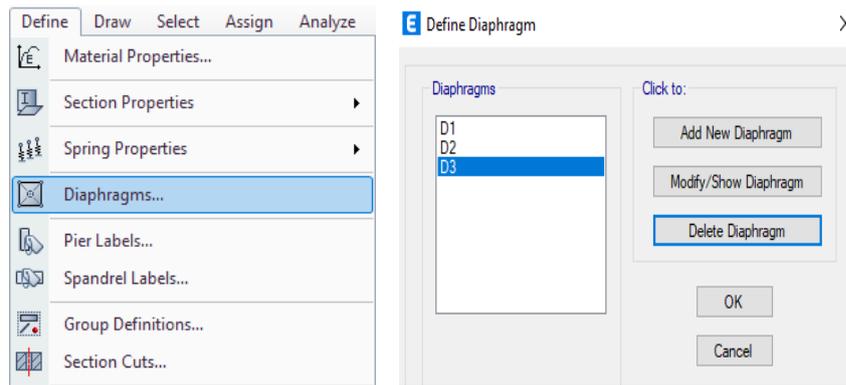
- **Definición de Losa Aligerada “e=0.20m”:** Cuenta con un espesor de 0.20m, correspondiente a la estructura existente.

**E** Slab Property Data ×

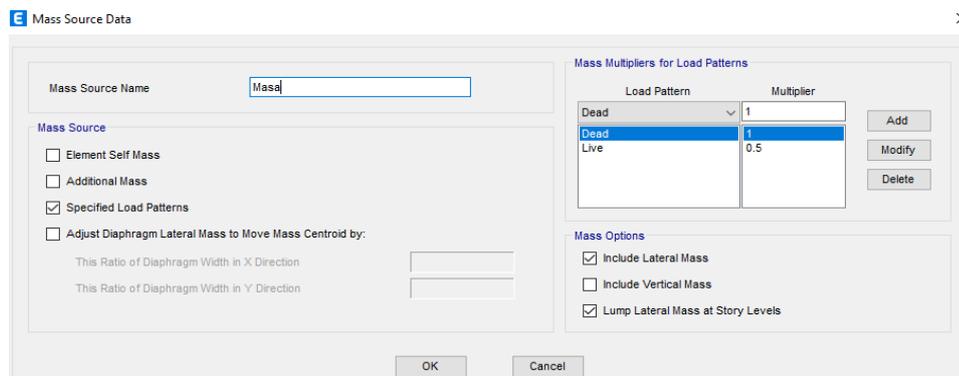
<b>General Data</b>	
Property Name	LOSA
Slab Material	CONCRETOFC=210
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Membrane
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...
<input type="checkbox"/> Use Special One-Way Load Distribution	
<b>Property Data</b>	
Type	Ribbed
Overall Depth	0.2 m
Slab Thickness	0.05 m
Stem Width at Top	0.1 m
Stem Width at Bottom	0.1 m
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)	0.4 m
Rib Direction is Parallel to	Local 1 Axis

OK      Cancel

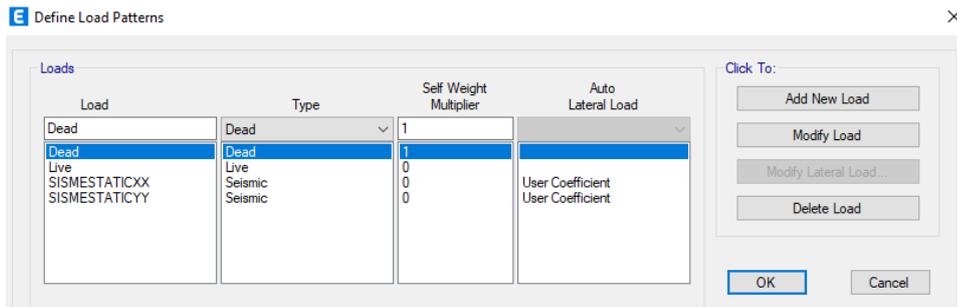
- a) **Definición de diafragmas:** Para ello debemos de asegurarnos que todas las losas se encuentren dentro de lo seleccionado. Por lo que asignaremos un diafragma por cada piso.



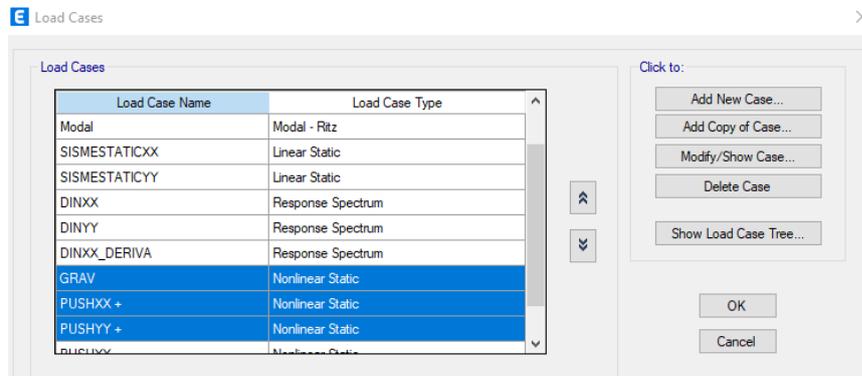
**b) Definición de masa source:** Viene hacer de gran importancia representar las cargas laterales correspondientes de las fuerzas sísmicas. Se considerará por norma la carga muerta el 100% y la carga viva al 50%, para poder determinar el centro de masa.



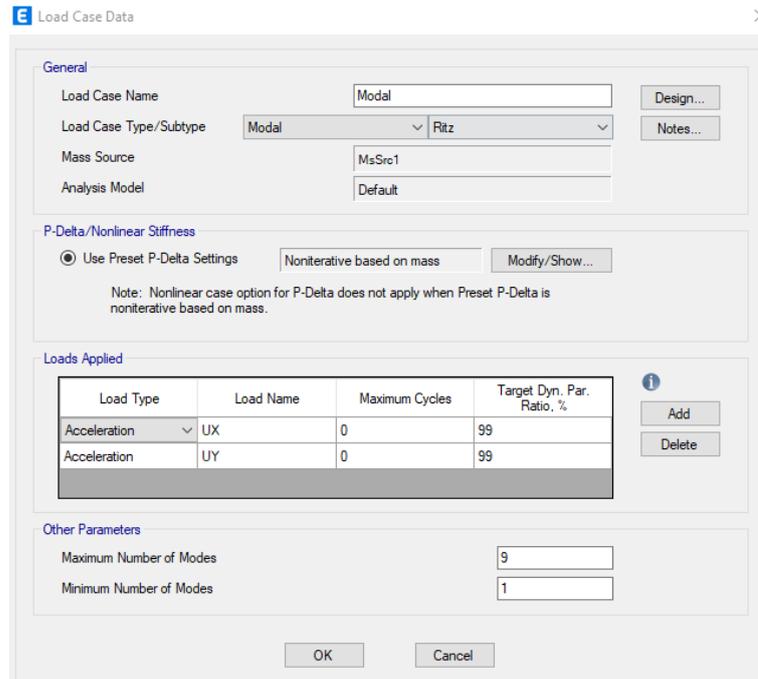
**c) Definición de patrones de carga:** Se define las cargas que serán consideradas para el modelo, carga muerta, cargas vivas, Consideradas para verificación del análisis estático lineal.



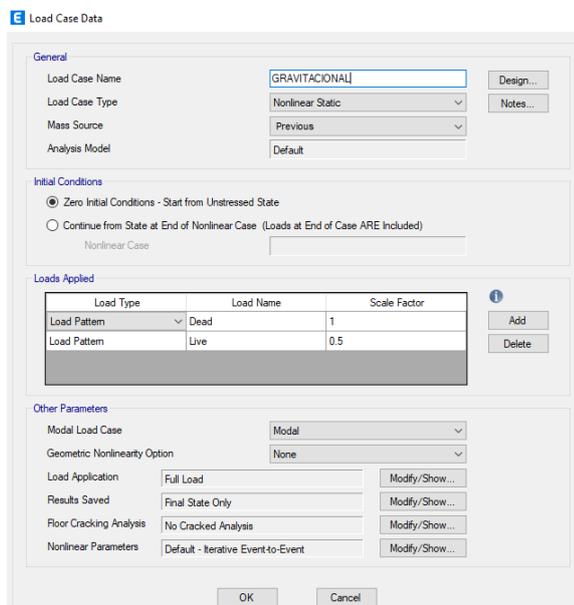
d) **Definición de Casos de Carga:** Se procede a determinar los casos de cargas: carga gravitacional no lineal, carga Pushover para X y Y, Los demás casos se utilizaron para verificar el Análisis Estático Lineal.



e) **Definición de modal case:** Se define el caso modal para ver el comportamiento estructural, y ver la participación de la masa efectiva superando un 90% y verificar si cumple con la norma.



f) **Definición de Casos de Gravitacional y Pushover X:** Se procede a definir los casos del Análisis Estático No Lineal, Para poder obtener la curva capacidad de la estructura, representado los pasos en las figuras 146, 147 y 148 de la siguiente página.



**E Load Case Data** [X]

**General**

Load Case Name: PUSHXX + [Design...]  
 Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]  
 Mass Source: Previous  
 Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State  
 Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)  
 Nonlinear Case: GRAV

**Loads Applied**

Mode	Load Type	Load Name	Scale Factor
	1		1

[Add] [Delete]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal  
 Geometric Nonlinearity Option: None  
 Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]  
 Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]  
 Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]  
 Nonlinear Parameters: User Defined - Event-to-Event Only [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

**E Load Case Data** [X]

**General**

Load Case Name: PUSHYY + [Design...]  
 Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]  
 Mass Source: Previous  
 Analysis Model: Default

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State  
 Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)  
 Nonlinear Case: GRAV

**Loads Applied**

Mode	Load Type	Load Name	Scale Factor
	2		1

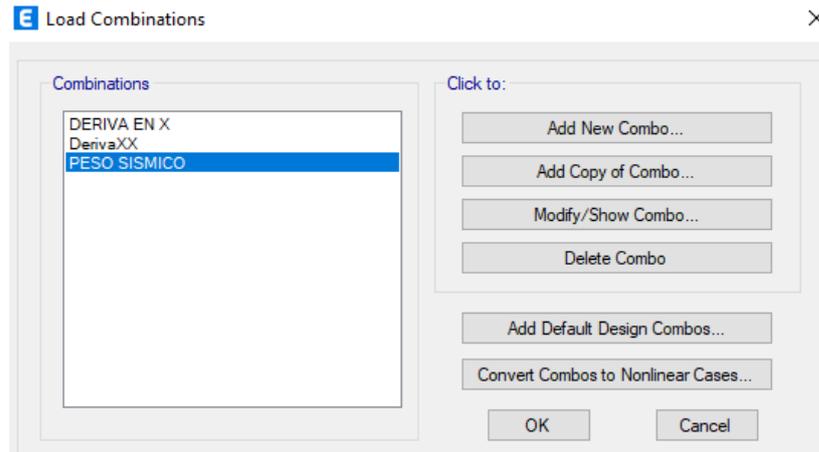
[Add] [Delete]

**Other Parameters**

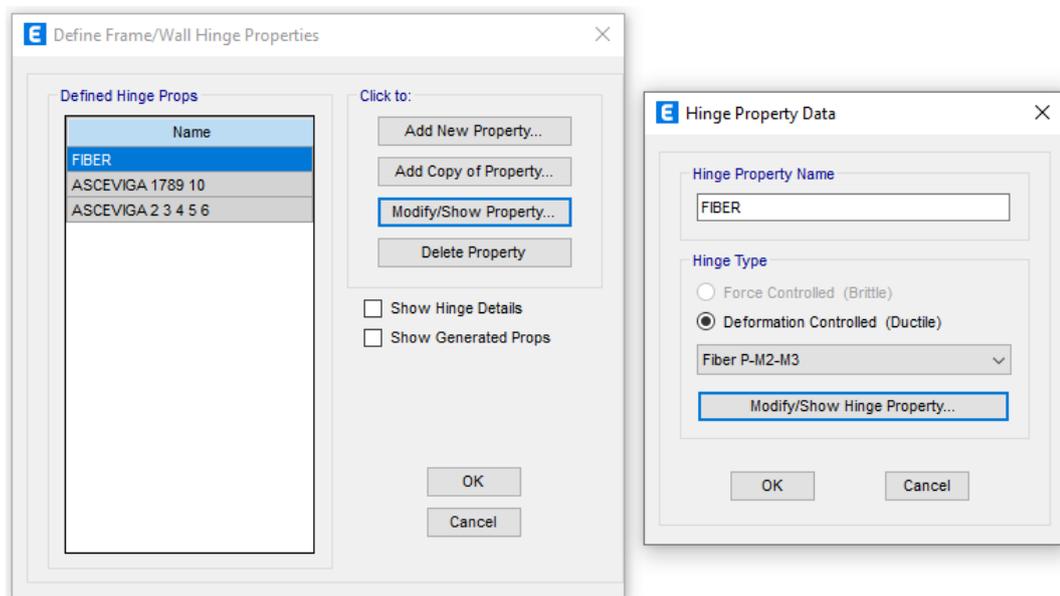
Modal Load Case: Modal  
 Geometric Nonlinearity Option: None  
 Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]  
 Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]  
 Floor Cracking Analysis: No Cracked Analysis [Modify/Show...]  
 Nonlinear Parameters: User Defined - Event-to-Event Only [Modify/Show...]

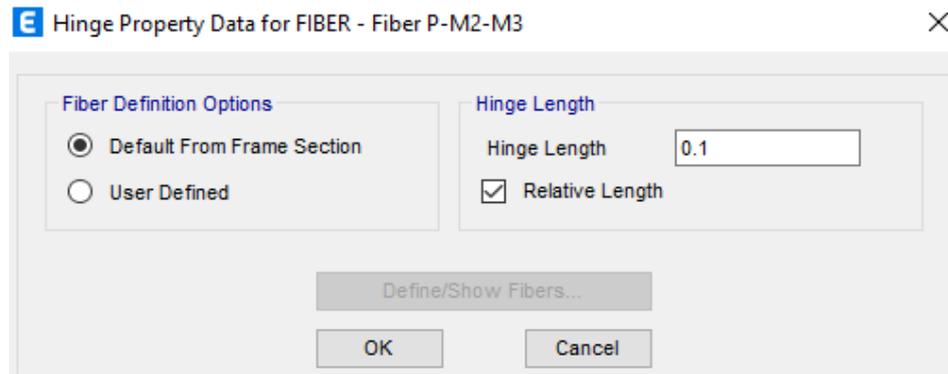
[OK] [Cancel]

**g) Definición de Combinaciones de Carga:** Las combinaciones, se consideraron según lo establecido en la norma E-030.



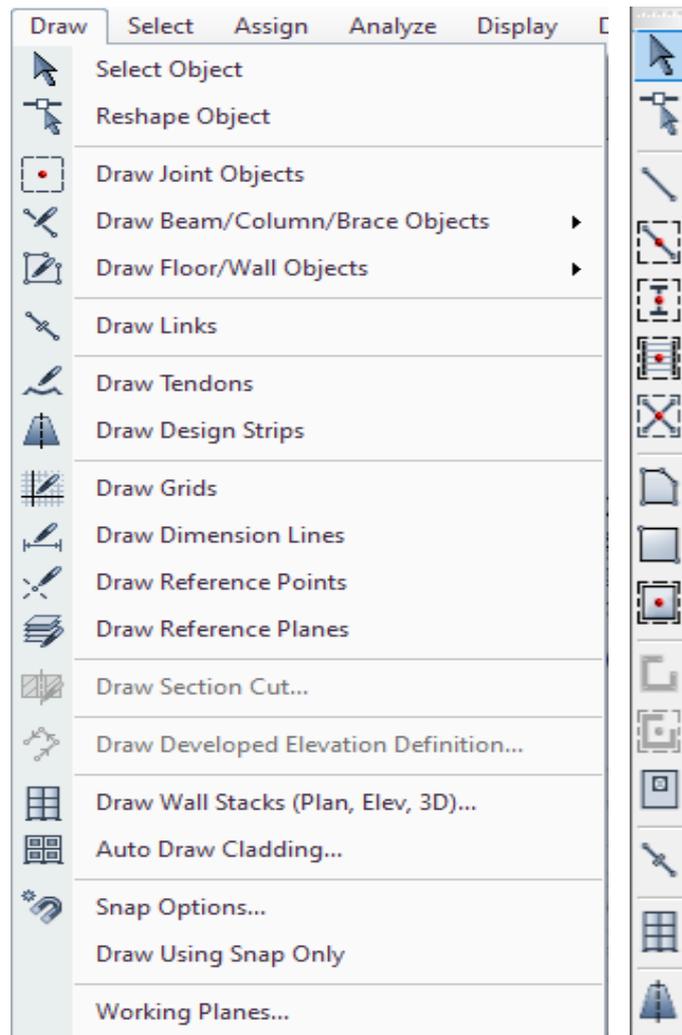
*h) Definición de rotulas plásticas:* Para este procedimiento utilizaremos rotulas tipo fiber, donde se consideró un porcentaje del 10% de la longitud que debe tomar y situar respecto al núcleo de la intercepción de viga y columna, como podemos visualizar en las figuras 150 y 151.





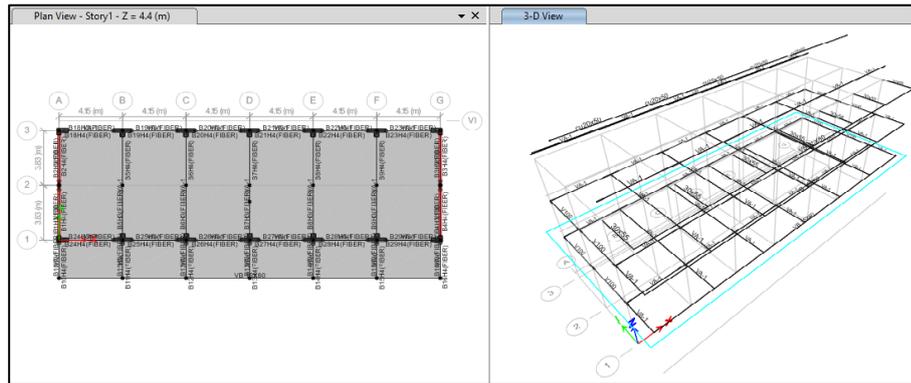
### ***Dibujo de los elementos***

Ya una vez definido todas las definiciones de las secciones de los elementos, diafragmas por piso y los casos de cargas que van a hacer sometidos la estructura, además de la definición de rotulas plásticas tipo fiber. Procederemos al modelado estructurales que conforma a la estructura de los planos, para poder modelar utilizaremos las herramientas del programa Etabs, donde tenemos al comando “Draw” que podemos observar en la “Lista de Herramientas de Dibujo”. Como podemos visualizar en la figura 153 en la siguiente página.



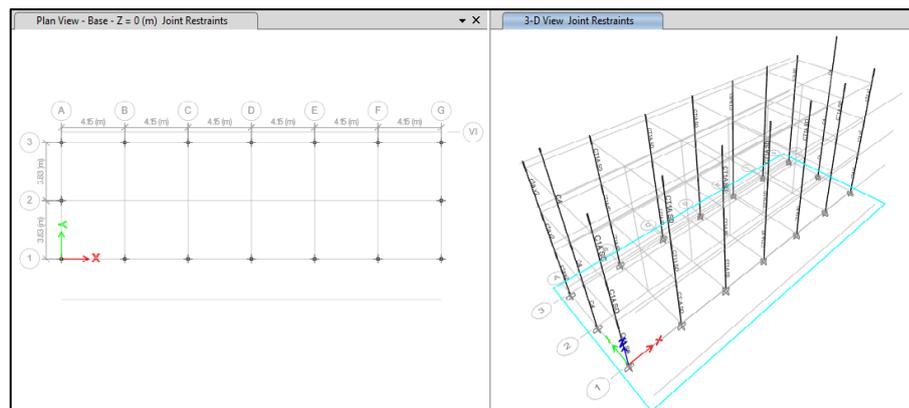
- **Dibujo de Vigas**

Para dibujar los elementos (vigas) de nuestra estructura utilizaremos el comando (DRAW BEAM/ COLUMN/ BRACE), Donde hay que tener en cuenta el punto de origen y el punto de llegada, para realizar el modelado de los elementos vamos a utilizar vista en planta (XY). Como se muestra en la figura 153 de la página siguiente.



- **Dibujo de Columnas**

Para dibujar los elementos (Columnas) de nuestro edificio se utilizará el comando (QUICK DRAW COLUMN), Donde se tendrá en cuenta el punto donde se colocará la columna y el programa lo dibujará automáticamente, para realizar dicho procedimiento se debe utilizar vista en planta dado que facilita el procedimiento.



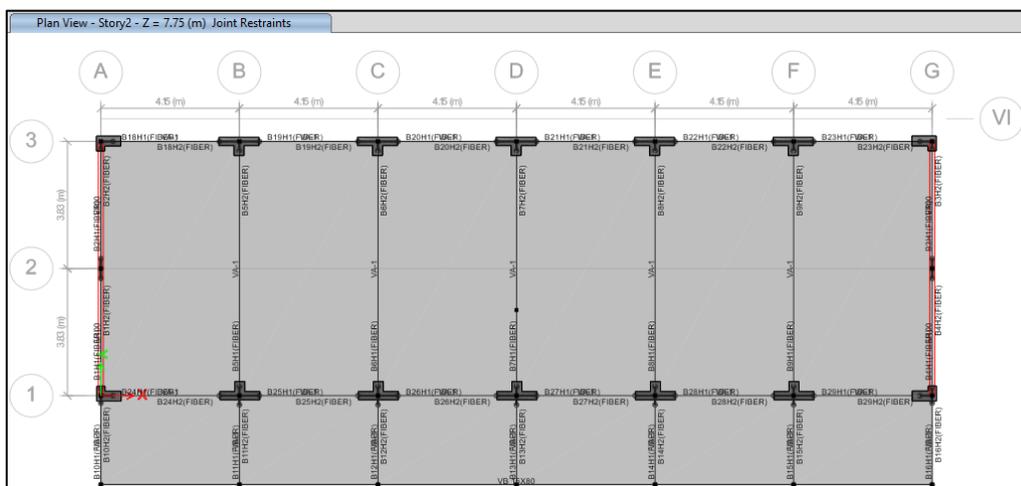
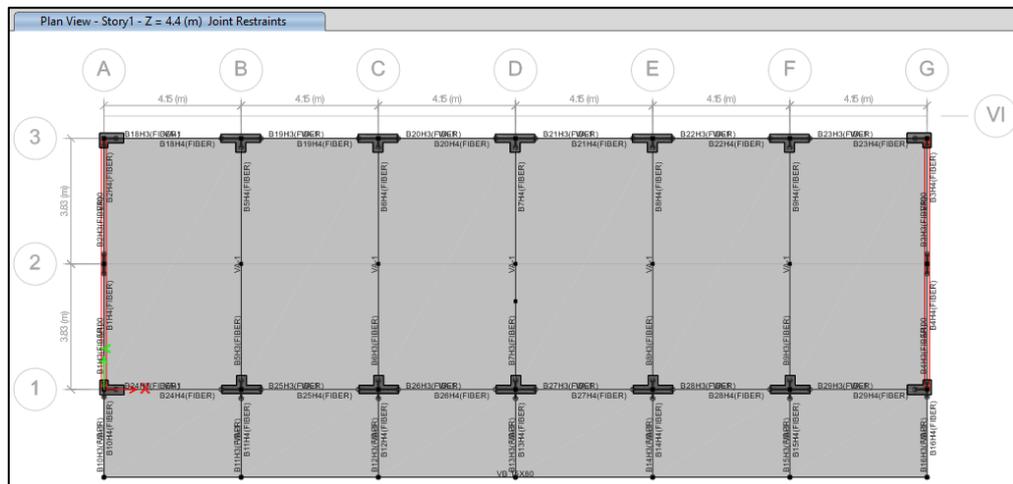
- **Dibujo de losas**

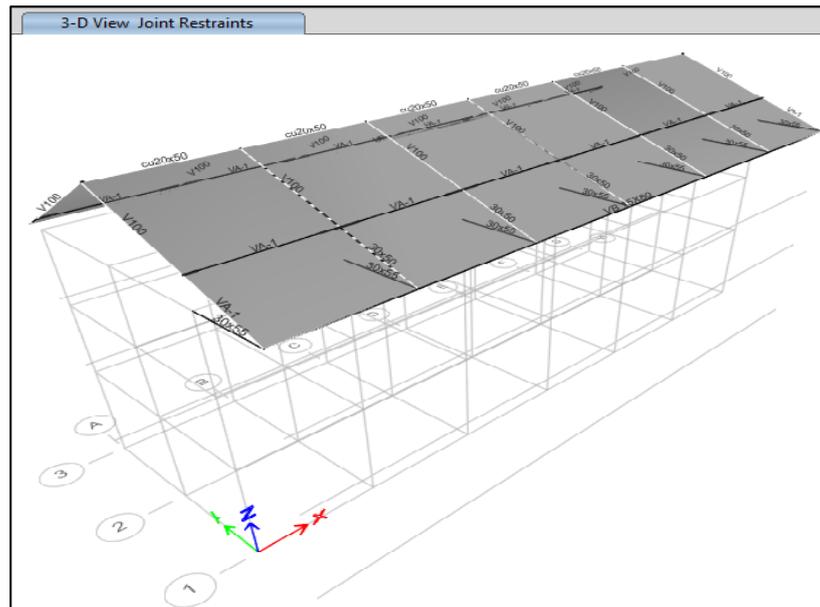
Para dibujar las losas aligeradas del modelo, se utilizará el comando. “DRAW FLOOR/ WALL”. Este comando sirve para realizar losas, sea losas a un solo nivel o inclinadas dependiendo la estructura, en este caso utilizaremos ambos casos porque tenemos un tercer piso losas inclinadas, representadas en las figuras 156, 157 y 158 de la paginas siguientes.

“DRAW RESTANGULAR FLOOR7 WALL”, con este comando solo se puede dibujar losas rectangulares a un solo nivel, solo utilizando dos puntos en las partes extremas de una losa.

“QUICK DRAW FLOOR/WALL”. Este comando sirve para dibujar losas con tan solo un click, solo nos ubicamos dentro del área de donde deseamos ubicar la losa aligerada y automáticamente se dibujará.

Nota: Se debe tener en cuenta, al utilizar la opción de similar story, donde podemos modificar a One Story, que significa que solo se dibujara en solo piso ya que todos los pisos no tienen la misma sección de losa.

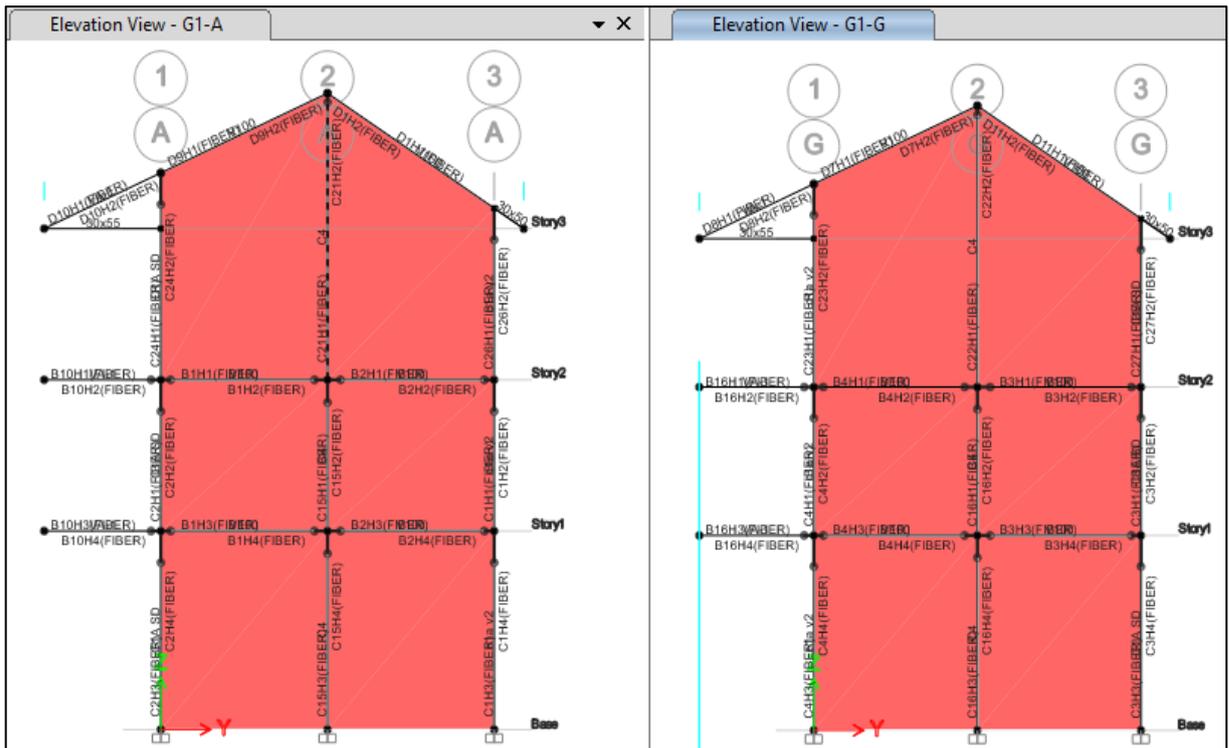




- **Dibujo de muros**

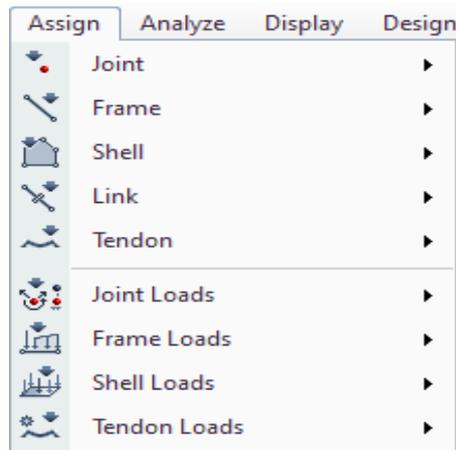
En el presente modelo existe muros en el eje A-A y el eje G-G de extremo a extremo, como se muestra en la figura siguiente. Para dibujar los muros, utilizaremos el comando “DRAW WALLS” en donde solo seleccionaremos el punto de partida y el punto llegada del muro, utilizando vista en elevación (ZY), representado en la siguiente figura.

Nota: Se reitera que se debe tener en cuenta la opción de One Story para dibujarlo por piso.



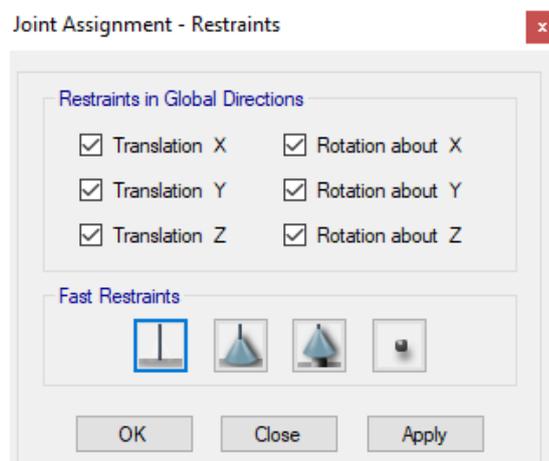
### Asignación

Después de todas las definiciones de los elementos de la estructura incluyendo sus propiedades, se procederá a asignar las propiedades definidas con respecto a cada elemento según sea propiedad debido a sus distintos comportamientos, también se asignará los centros de masa de cada piso que vienen hacer las cargas muertas, las cargas vivas, las cargas de acabados y tabiquería. Para asignar todas las propiedades y cargas se utilizará las siguientes herramientas:

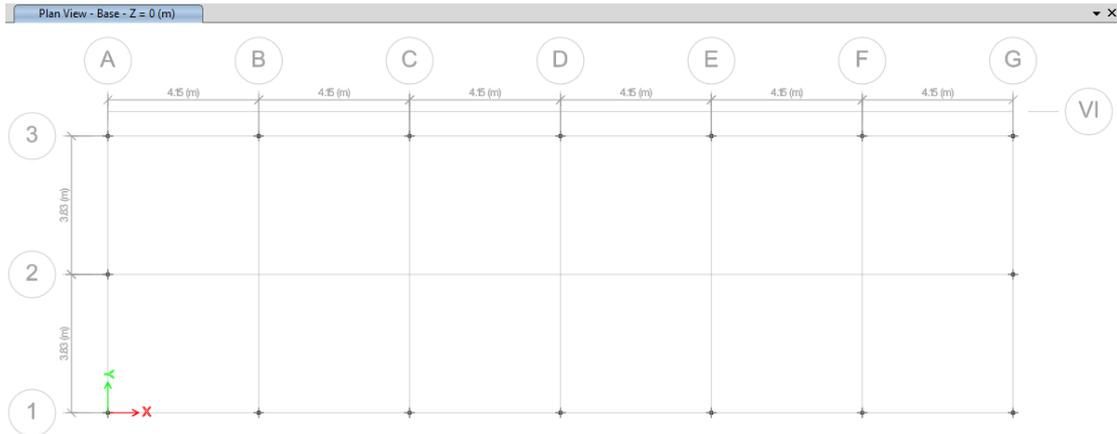


- **Restricciones en la base del edificio**

Para ello debemos ubicarnos en la base del edificio, y después de eso seleccionar todos los nudos que existan. Una vez seleccionado todo se utiliza el comando ASSIGN/ JOINT/ RESTRAINTS, de las “Opciones de Menú ASSING”. En este caso utilizaremos el empotrado para evitar rotaciones y movimientos de todos los ejes, representadas en las figuras 160 y 161.

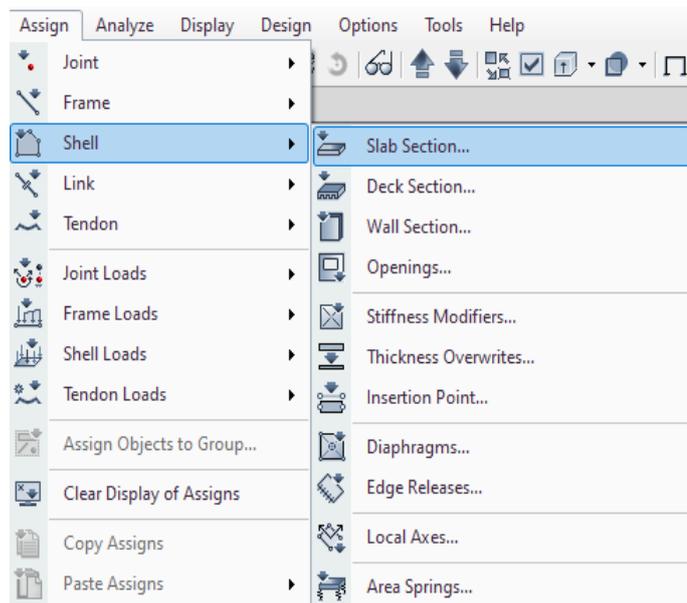


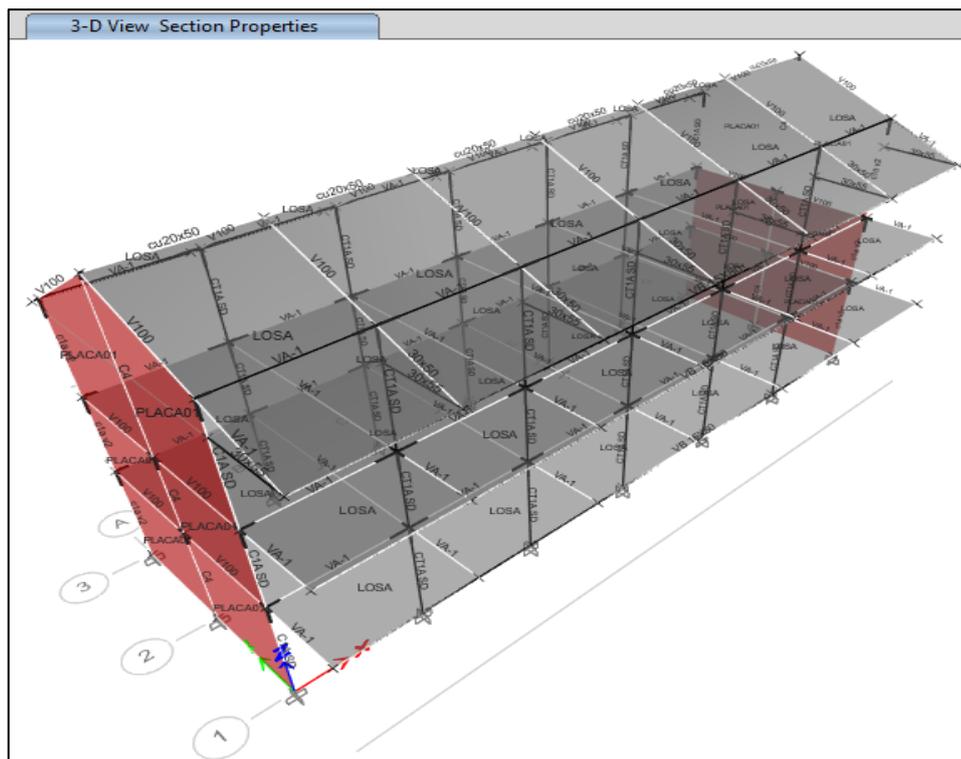
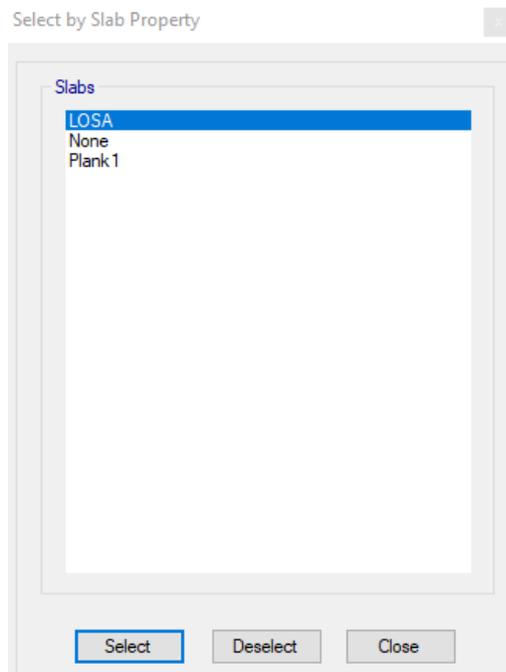
Fuente: Elaboración propia



- **Asignación de losas**

Para ello seleccionamos las áreas donde se desea dibujar las losas y asignar su sección y sus propiedades correspondientes, donde tenemos losas aligeradas. Para ello utilizaremos el comando ASSIGN/ SHELL/ SLAB SECTION, como se representadas en las figuras 162, 163 y 164.





- **Asignación de las cargas en elementos de área “losas”**

Después de haber definido todo relacionado con los elementos de la estructura. Se procede a asignar las cargas vivas y cargas muertas primeramente para el primer y segundo piso, luego se asignará las cargas vivas y cargas muertas correspondientes para

el tercer piso debido a su inclinación y de tener unas sobrecargas leves. Para poder verificar el análisis estático, representadas en las figuras 165 hasta 170 de las siguientes páginas.

Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: Dead

Uniform Load

Load: 0.172 tonf/m<sup>2</sup>

Direction: Gravity

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Close Apply

Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: Live

Uniform Load

Load: 0.25 tonf/m<sup>2</sup>

Direction: Gravity

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Close Apply

Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: Live

Uniform Load

Load: 0.4 tonf/m<sup>2</sup>

Direction: Gravity

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Close Apply

Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: Live

Uniform Load

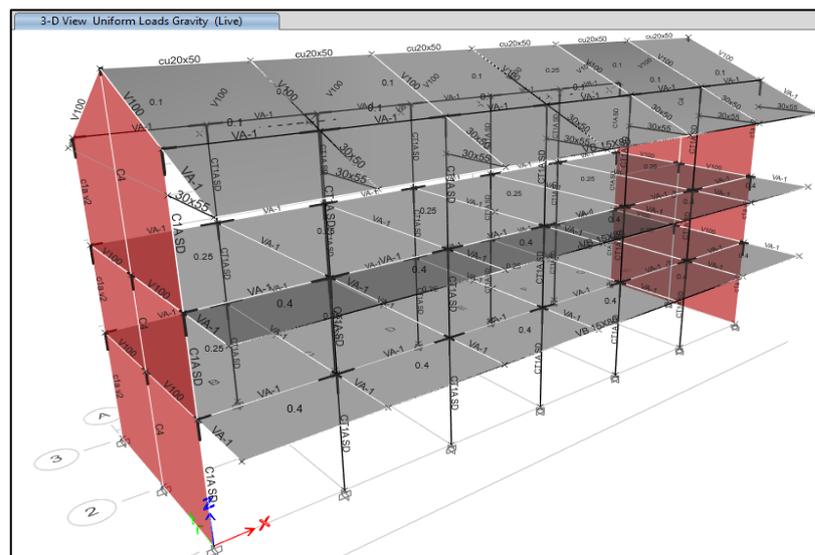
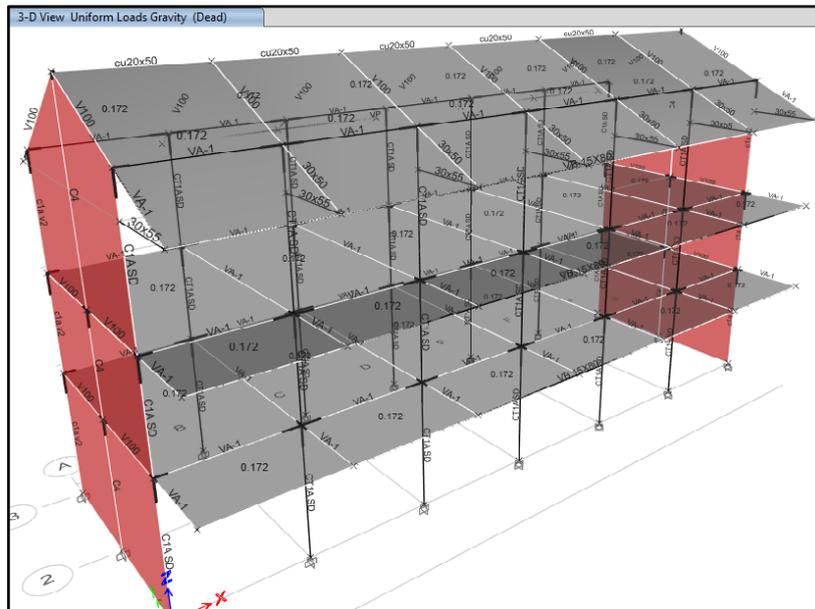
Load: 0.1 tonf/m<sup>2</sup>

Direction: Gravity

Options

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Close Apply



- **Asignación de diafragmas**

En este caso asignaremos los diagramas por piso, ya que debemos transferir las cargas a los elementos estructurales, se procede a seleccionar todas las losas de los pisos que vienen a conformar el diafragma. Se definirá cada diafragma por casa piso, representadas en las figuras 171, 172 y 173.

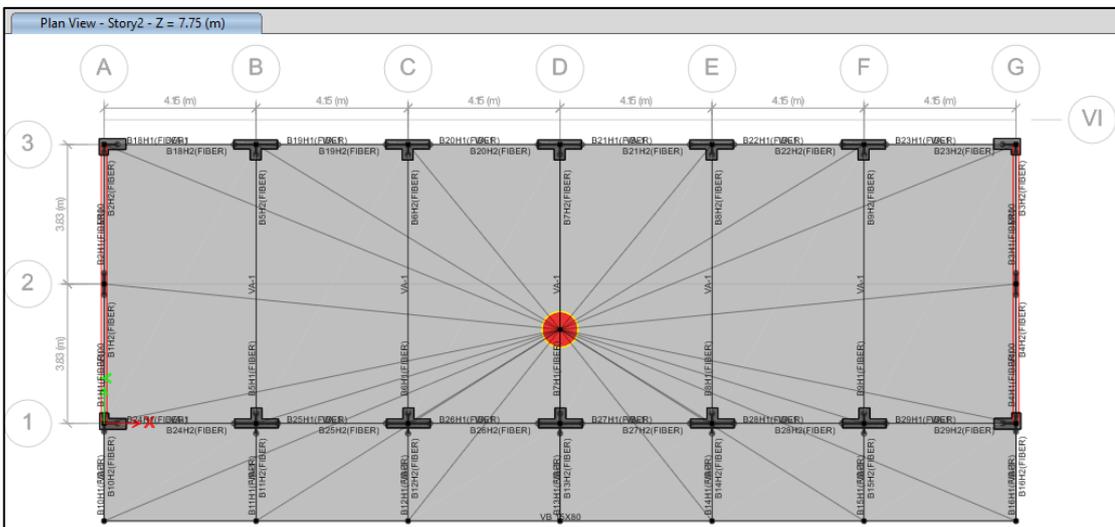
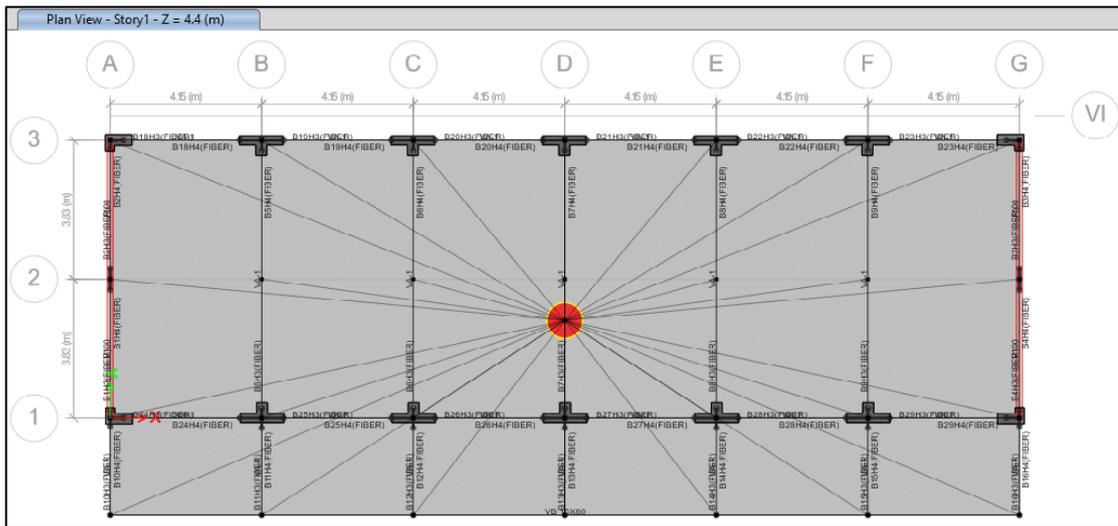
Joint Assignment - Diaphragms

Diaphragm Assignments

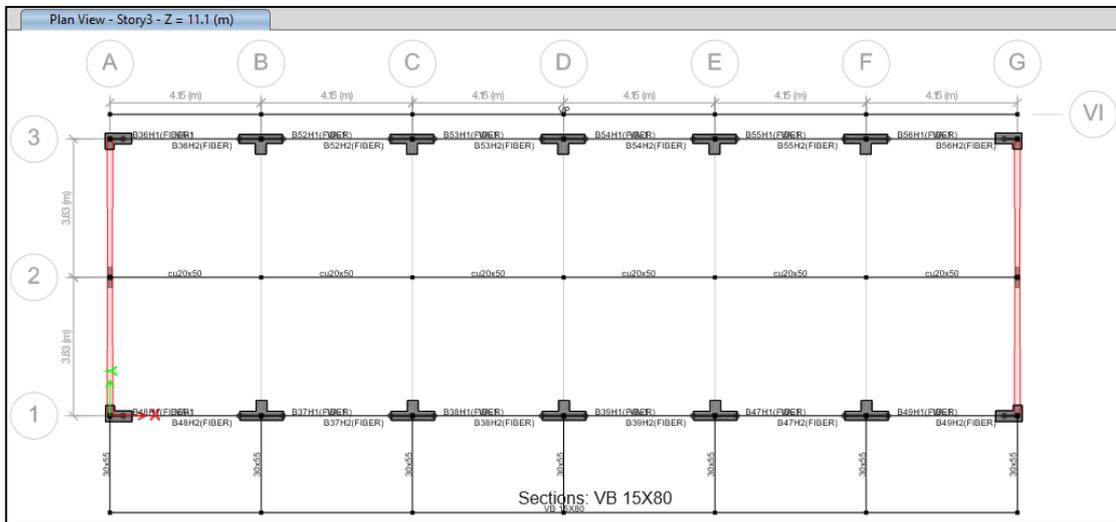
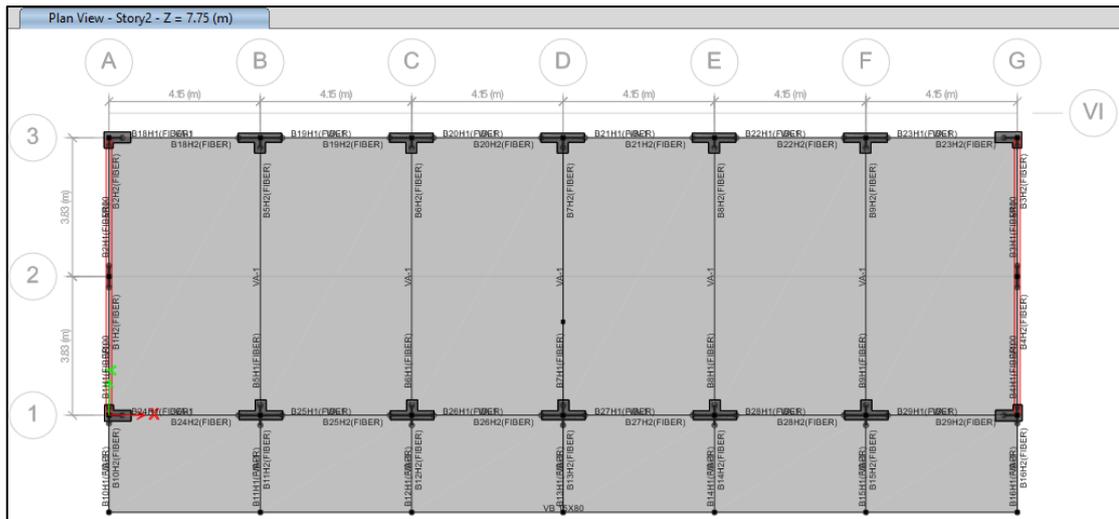
- From Shell Object
- Disconnect
- D1
- D2
- D3
- D4

Modify/Show Definitions...

OK Close Apply







### Menú de Analizar

- **Resultados de las rotulas plásticas**

Para Visualizar los resultados nos dirigimos al apartado de la “Display” y de ahí no vamos a apartado de “Deformed Shape” donde visualizaremos los casos de carga, seleccionamos los casos que viene hacer el Modal, Gravitacional, el Pushover “X” y el Pushover “y” y lo corremos. Representadas en las figuras 178, 179, 180 y 181.

**Load Case/Load Combination/Modal Case**

Case       Combo       Mode

Modal    Mode Number    1

**Scaling**

Automatic

User Defined      Scale Factor   

**Contour Options**

Draw Contours on Objects

Contour Component

Show Contours for    Displacement UZ

Contour Range

Minimum Value for Contour Range     m

Maximum Value for Contour Range     m

**Options**

Wire Shadow

Cubic Curve

Hinge State Colored Dots are For

B, C, D and E Points

IO, LS and CP Acceptance Points

**Animation Controls**

Start Time    0    sec

End Time    0    sec

Time Increment    0.1    sec

OK    Close    Apply

**Load Case/Load Combination/Modal Case**

Case       Combo       Mode

Modal    Mode Number    2

**Scaling**

Automatic

User Defined      Scale Factor   

**Contour Options**

Draw Contours on Objects

Contour Component

Show Contours for    Displacement UZ

Contour Range

Minimum Value for Contour Range     m

Maximum Value for Contour Range     m

**Options**

Wire Shadow

Cubic Curve

Hinge State Colored Dots are For

B, C, D and E Points

IO, LS and CP Acceptance Points

**Animation Controls**

Start Time    0    sec

End Time    0    sec

Time Increment    0.1    sec

OK    Close    Apply

Load Case/Load Combination/Modal Case

- Case       Combo       Mode

PUSHXX +      Step Number      1

Scaling

- Automatic

- User Defined

Scale Factor

Contour Options

- Draw Contours on Objects

Contour Component

Show Contours for

Displacement UZ

Contour Range

Minimum Value for Contour Range

m

Maximum Value for Contour Range

m

Options

- Wire Shadow

- Cubic Curve

Hinge State Colored Dots are For

- B, C, D and E Points

- IO, LS and CP Acceptance Points

Animation Controls

Start Time

0 sec

End Time

0 sec

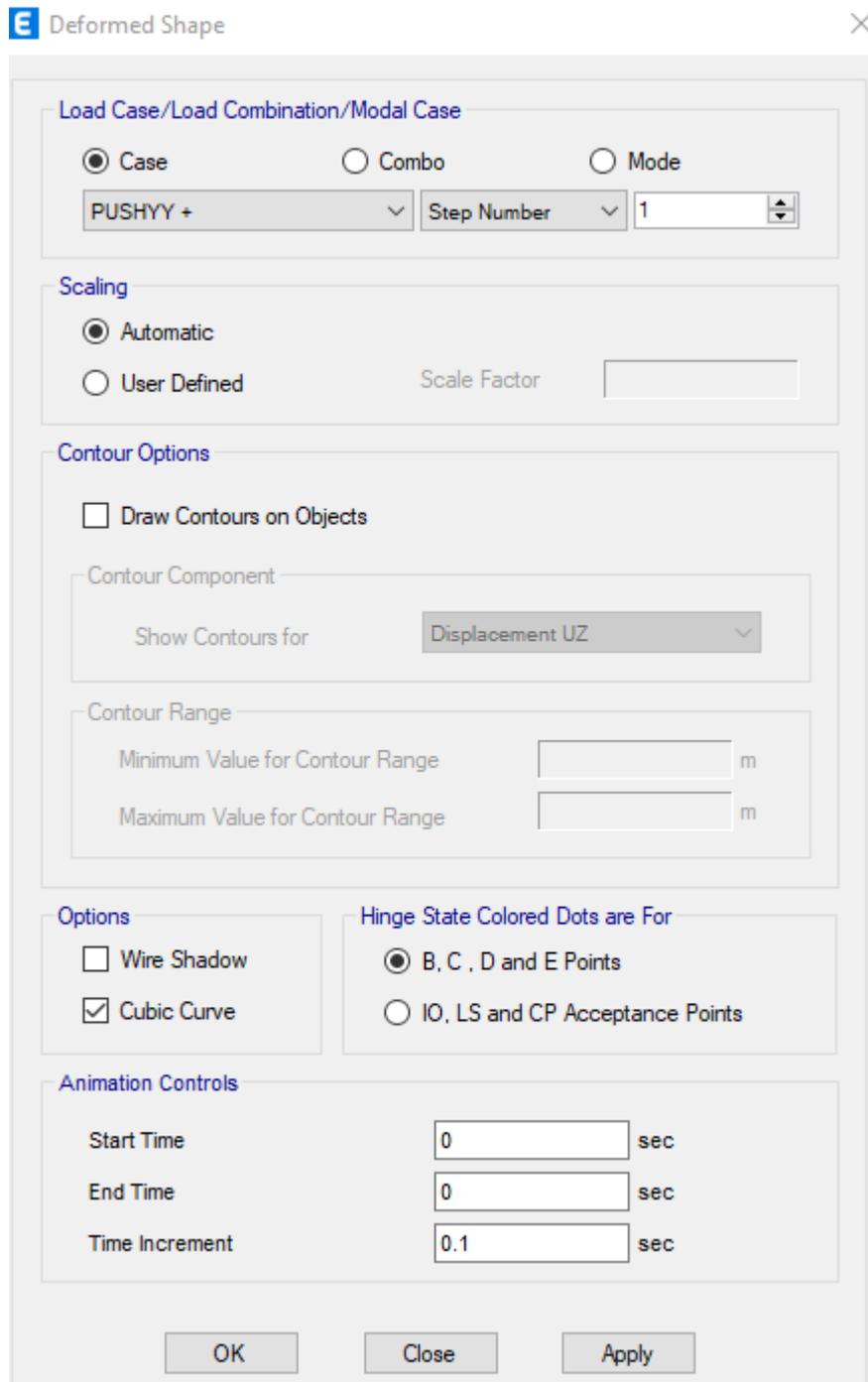
Time Increment

0.1 sec

OK

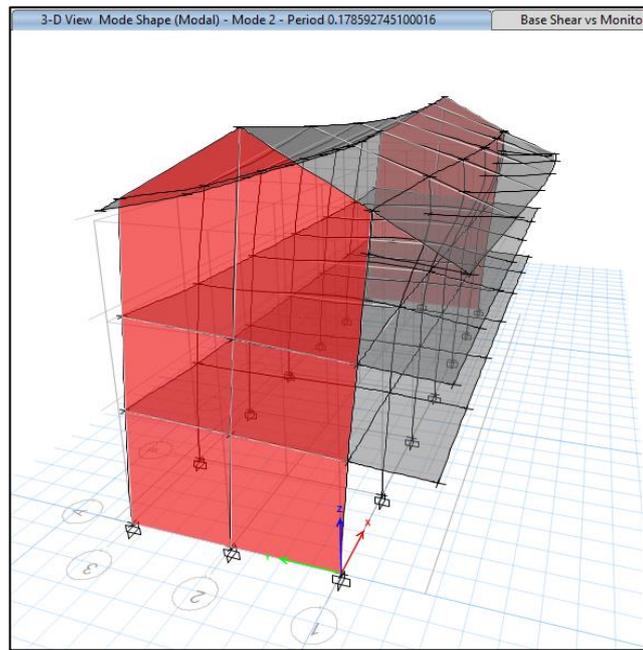
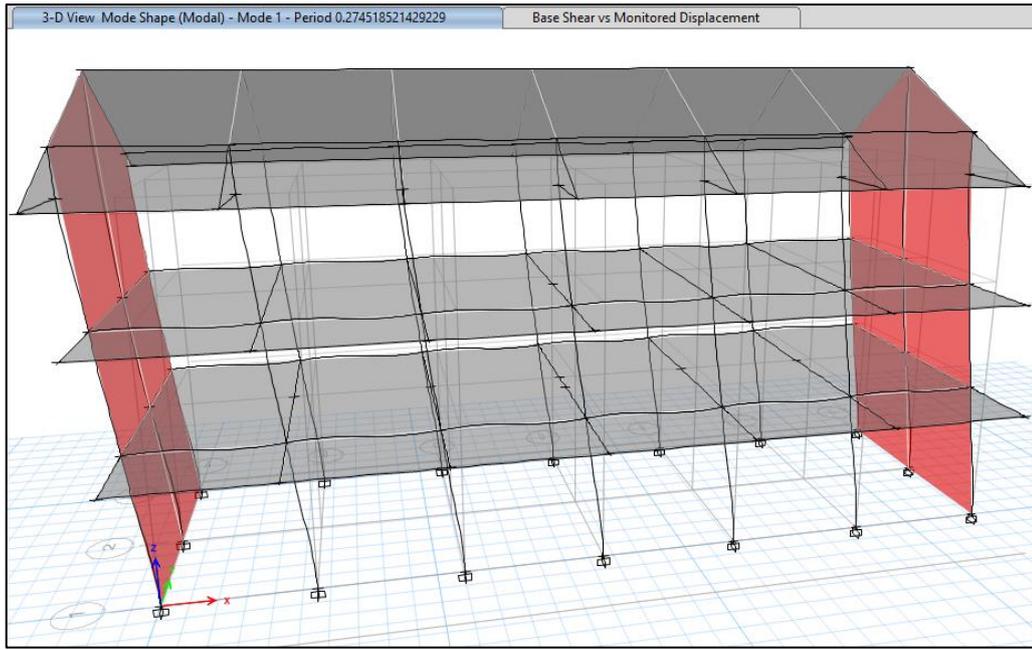
Close

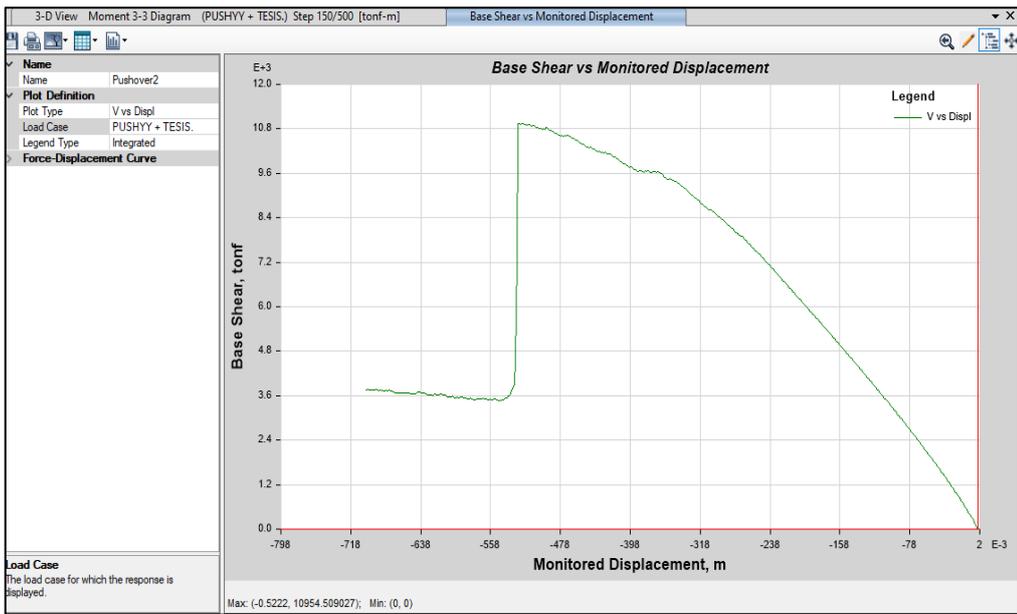
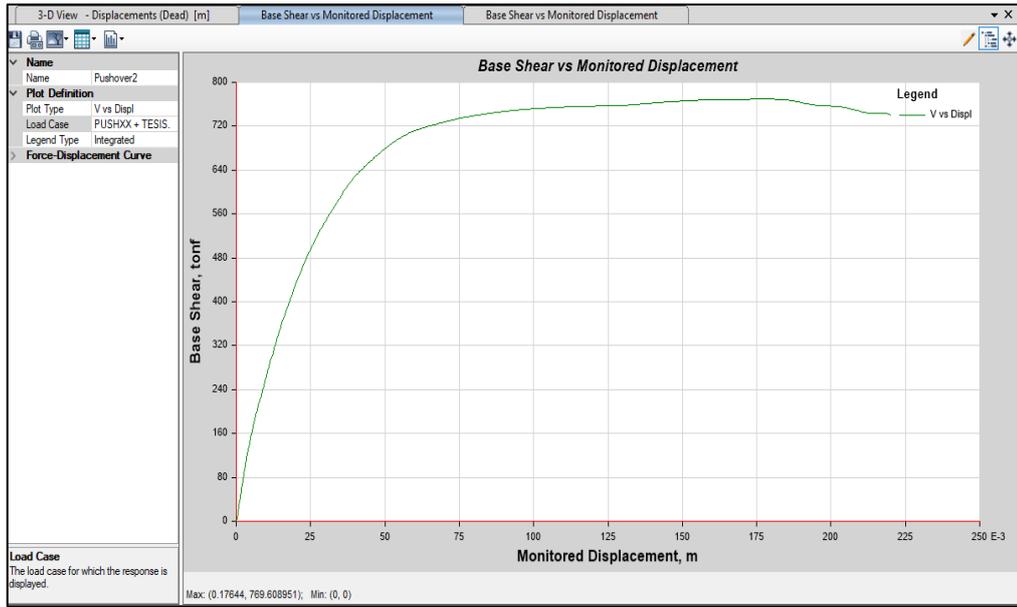
Apply



- **Resultados de la curva de capacidad**

Para visualizar la gráfica correspondiente nos dirigimos a la lista de herramientas y presionar “Display/Static Pushover Curve”, en la cual podemos seleccionar nuestro caso de carga, en este caso en la dirección “x” y la dirección “y”, según lo que queramos analizar. Representadas en las figuras 182 hasta la 185.





**ANEXO 03: LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN Y RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN SIMPLE DE CILÍNDRICAS DE CONCRETO**



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MORROPON - CHULUCANAS  
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO, TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE PLANIFICACION URBANA Y RURAL

COD.DOC. N°: I-22214

EXPEDIENTE(S) N°: 09922  
FECHA DE PRESENT. : 21/06/2018 (dd.mm.aa)  
FECHA DE EMISION : 07/24/2018 (mm.dd.aa)  
FECHA DE VENCIMIENTO: 07/24/2021 (mm.dd.aa)

**RESOLUCIÓN DE LICENCIA DE EDIFICACION**

**Nº. 127-2018-SGPUR/MPM-CH**

ADMINISTRADO : PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - PRONIED  
REPRESENTANTE : ELIZABETH MILAGROS AÑAÑOS VEGA  
PROPIETARIO : MINISTERIO DE EDUCACION  
LICENCIA DE : EDIFICACION NUEVA  
USO : EDUCACION  
ZONIFICACIÓN : EQUIPAMIENTO EDUCACION (E)  
ALTURA : 3° PISOS

UBICACIÓN :

PIURA	MORROPON	CHULUCANAS
Departamento	Provincia	Distrito

CIUDAD DE CHULUCANAS

ENRIQUE CHECA  
EGUIGUREN N° 145

Urbanización / A.H. / Q'qto

Av. J. J. Calle/Pasaje

Mz.

Lote

Sub Lote

SECTOR

AREA TECHADA TOTAL : 9,193.03 m<sup>2</sup>. VALOR DE OBRA : S/. 7'318,741.77

TOTAL N° DE PISOS/NIVELES

1° NIVEL	6,528.53 M2
2° NIVEL	1,919.54 M2
3° NIVEL	744.96 M2
TOTAL	9,193.03 M2

AREA DE TERRENO: 12,069.09 m<sup>2</sup>.

Vigencia : 36 Meses

**OBSERVACIONES:**

- LA PRESENTE LICENCIA EN LA MODALIDAD A, SE SUSTENTA EN BASE A LA LEY N° 25090 Y A SU REGLAMENTO D.S. N° 011-2017-VIVIENDA, LA PRESENTE LICENCIA EN LA MODALIDAD B, SE SUSTENTA EN BASE A LA LEY N° 26892 TÚO DE LA LEY N° 29090, APROBADO MEDIANTE DECRETO SUPREMO N°098-2017- VIVIENDA, REGLAMENTO DE LA LEY 29090 APROBADO MEDIANTE DECRETO SUPREMO N°011-2017- VIVIENDA Y AL TUPA VIGENTE DE ESTA COMUNA.
- CUALQUIER MODIFICACIÓN QUE SE INTRODUZCA SIN EL TRÁMITE CORRESPONDIENTE, O SIN LA AUTORIZACIÓN DESIDA, INVALIDARÁ LA PRESENTE LICENCIA.

  
SUB GERENTE DE PLANIFICACION URBANA - RURAL

Chulucanas, 24 de Julio del 2018



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA "	
SOLICITANTE	PEREZ Y CASTRO ING.S. CIVIL DE R.L ING DANIEL PEREZ CARRION	FECHA DE INFORME: ABRIL DEL 2021

### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.034)

N° PROBETA	IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD ESPECIMEN (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm)	CARGA MAXIMA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (cm)
1	COLUMNA DE NIVEL I DEL BLOQUE III	210	08/04/2021	28/04/2021	20	15.00	30.00	176.72	45620	258

#### Observacion

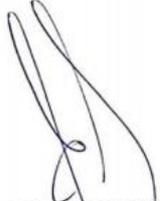
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

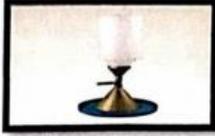
\* Resistencia del concreto a los 28 dias (F'c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

  
-----  
**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



  
-----  
**Rafael Luciano Zavala Fera**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA"	
SOLICITANTE	PEREZ Y CASTRO ING.S. CIVIL DE R.L ING DANIEL PEREZ CARRION	FECHA DE INFORME: JUNIO DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CILINDRICAS DE CONCRETO  
(NTP 338.034)

N° PROBETA	IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD ESPECIMEN (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm)	CARGA MAXIMA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (cm)
1	LOSA ALIGERADA DE NIVEL 1 DEL BLOQUE 3	210	25/05/2021	20/06/2021	26	15.00	30.00	176.72	49100	278

### Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

\* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

DANIEL IPANAQUE OLIVA  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



Rafael Luciano Zavala Fera  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA "	
SOLICITANTE	PEREZ Y CASTRO ING.S. CIVIL DE R.L ING DANIEL PEREZ CARRION	FECHA DE INFORME: JULIO DEL 2021

**RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.034)**

N° PROBETA	IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	F'c (kg/cm2)	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD ESPECIMEN (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm)	CARGA MAXIMA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (cm)
1	COLUMNA DE NIVEL 2 DEL BLOQUE 3	210	03/07/2021	27/07/2021	24	15.00	30.00	176.72	45612	258

### Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

\* Resistencia del concreto a los 28 días (F'c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

  
-----  
**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



  
-----  
**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA"	
SOLICITANTE	PEREZ Y CASTRO ING.S. CIVIL DE R.L ING DANIEL PEREZ CARRION	FECHA DE INFORME: SEPTIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.034)

N° PROBETA	IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	F'c (kg/cm2)	FECHA VAGIADO	FECHA ENSAYO	EDAD ESPECIMEN (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm)	CARGA MAXIMA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (cm)
1	LOSA ALIGERADA DE NIVEL 2 DEL BLOQUE 3	210	27/08/2021	14/09/2021	18	15.00	30.00	176.72	46574	264

### Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

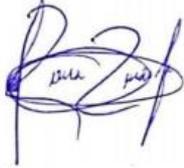
Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

\* Resistencia del concreto a los 28 dias (f'c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

  
-----  
**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



  
-----  
**Rafael Luciano Zavala Feria**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA"	
SOLICITANTE	Perez y Castro Ing.S. Civil de R.L. Ing Daniel Perez Carrion	FECHA DE INFORME: OCTUBRE DEL 2021

### RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.034)

N° PROBETA	IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD ESPECIMEN (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm)	CARGA MAXIMA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (cm)
1	COLUMNA DE NIVEL 3 DEL BLOQUE 3	210	05/10/2021	24/10/2021	19	15.00	30.00	176.72	41038	232

#### Observacion

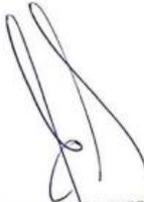
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

\* Resistencia del concreto a los 28 días (f'c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

  
DANIEL IPANAQUE OLIVA  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFASTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICA  
DE SUELOS Y ASFALTO



  
Rafael Luciano Zavala Faria  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA, BRINDANDO SERVICIOS DE SONDAJES Y LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	"AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON DISTRITO DE CHULUCANAS PROVINCIA DE MORROPON DEPARTAMENTO DE PIURA"	
SOLICITANTE	PEREZ Y CASTRO ING.S. CIVIL DE R.L ING DANIEL PEREZ CARRION	FECHA DE INFORME: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.034)

N° PROBETA	IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA VACIADO	FECHA ENSAYO	EDAD ESPECIMEN (dias)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (cm)
1	LOSA ALIGERADA DE NIVEL 3 DEL BLOQUE 3	210	28/11/2021	18/12/2021	20	15.00	30.00	176.72	45637	258

### Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

\* Resistencia del concreto a los 28 días (F'c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

  
-----  
**DANIEL IPANAQUE OLIVA**  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ALFALTO  
LABORATORIO GEOTECNICO Y MECANICO  
DE SUELOS Y ASFALTO



  
-----  
**Rafael Luciano Zavala Fera**  
Ing. Civil Jefe  
Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos y Asfalto  
Reg. CIP N° 145580

**ANEXO 04: CERTIFICADO DE CALIDAD DE LOS MATERIALES**



Pacasmayo

Planta: Piura

**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
Versión 04

10 de febrero de 2022

## CEMENTO EXTRAFORTE

### Cemento Pórtland Tipo ICo

Periodo de despacho 01 de enero de 2022 - 31 de enero de 2022

## REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.090 Tablas 1 y 2

### QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.1
SO3 (%)	4.0 máx.	2.6

### FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	4
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	^	5240
Retenido M325 (%)	^	2
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.01
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx	-
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	^	2.96
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	^	10.7
3 días	13.0 mín.	23.0
7 días	20.0 mín.	28.9
28 días	25.0 mín.	37.0
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	148
Final	420 máx.	270

^ No especifica

El (la) RC 28 días corresponde al mes de diciembre del 2021

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2020.

*Ing. Edward O. Díaz Soldevilla*

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.



Pacasmayo

Planta: Piura

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.  
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 9000



G-CC-F-04  
Versión 04

10 de febrero de 2022

## CEMENTO FORTIMAX

### Cemento Pórtland Tipo MS(MH)

Periodo de despacho 01 de enero de 2022 - 31 de enero de 2022

### REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.082 Tabla 1

#### FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	4
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	A	4540
Retenido M325 (%)	A	1.2
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.01
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	A	2.94
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	9.9
3 días	11.0 mín.	22.6
7 días	18.0 mín.	31.0
28 días <sup>1</sup>	28.0 mín.	42.3
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	171
Final	420 máx.	290
Expansión de la Barra de mortero a 14 días (%) <sup>2</sup>	0.020 máx.	0.003
Resistencia a la expansión por sulfatos (%) <sup>3</sup>	0.10 máx.	0.03
Calor de hidratación a 3 días (kJ/kg) <sup>4</sup>	335 máx.	279

A No específica

<sup>1</sup> Requisito opcional

<sup>2</sup> Método de ensayo NTP 334.093

<sup>3</sup> Método de ensayo NTP 334.094

<sup>4</sup> Método de ensayo NTP 334.171

El (a) RC 28 días corresponde al mes de diciembre del 2021

El (a) Resistencia a los sulfatos a 6 meses corresponde al mes de julio del 2021

El (a) CH a 3 días Calorimetría isotérmica corresponde al mes de octubre del 2021

El (a) Expansión barra de mortero a 14 días corresponde al mes de diciembre del 2021

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos físicos de la NTP 334.082.2020.

Ing. Edward O. Díaz Solderilla

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Esta prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.

**ANEXO 05: METRADO DE CARGAS DE LA ESTRUCTURA Y EL CÁLCULO  
DE LA TABIQUERÍA**

CALCULO DE PESO DE TABIQUERIA POR M2			
Junta. Hiladas =	1.0 cm		
Enlucido=	2.5 cm		
<b>Dimensiones</b>			
Largo =	24.0 cm		
Espesor =	13.0 cm		
Altura =	9.0 cm		
Peso =	2.8 kg		
		Peso de enlucido y revoque según N.E.030:	20 kN/m3
		Descripción	Peso (kN)    peso / area
LADILLO	P. Ladrillo	0.0275 kN	0.9554 KN/m2
MAS	P.M.Horizon	0.0112 kN	0.3907 KN/m2
MORTER	P:M.Vertical	0.0026 kN	0.0904 KN/m2
O	Acabado	0.0250 kN	0.8696 KN/m2
		TOTAL en KN/m2	2.31 kN/m2    2.31 kN/m2
		TOTAL en Kg/m2	235 kg/m2    235 kg/cm2

METRADO DE CARGAS DE LA ESTRUCTURA DEL MODULO III								
	COLUMNAS	VIGAS	Losa	CM de TAB.Acabados	CV - Losa	Muros estructurales	PESO POR PISO	PESO ACUMULADO
<b>PISO 3</b>	19.15	76.26	70.35	27.40	12.35	11.57	217.08	217.08
<b>PISO 2</b>	60.85	61.68	53.088	49.859	35.764	16.584	277.83	494.91
<b>PISO 1</b>	62.66	61.68	53.088	46.830	35.764	20.813	280.84	775.75

METRADO DE CARGAS							
DESCRIPCIÓN	UND	Elem. Simil.	DIMENSIONES		PARCIAL METRADO	P.PARCIAL	P.TOTAL
			Largo	area	Volumen P.especifico	(ton)	(ton)
<b>PRIMER PISO</b>							<b>280.84</b>
<b>COLUMNAS</b>							<b>62.66</b>
C.L		4	3.18	0.26	3.26	2.4	7.82
C4		2	3.38	0.09	0.61	2.4	1.46
CT		10	3.18	0.44	13.81	2.4	33.15
PLACAS		4	3.18	0.47	5.95	3.4	20.24
<b>VIGAS</b>	<b>tn</b>						<b>61.68</b>
VA-1 30*70 X		4	3.99	0.21	3.35	2.4	8.04
VA-1 30*70 X		8	4.15	0.21	6.97	2.4	16.73
V 100 25*50		4	3.73	0.13	1.87	2.4	4.48
V 100 25*50		2	2.73	0.13	0.68	2.4	1.64
V 100 30*70		5	7.46	0.21	7.83	2.4	18.80
V 100 30*50		5	2.73	0.15	2.05	2.4	4.91
VB 15*80		2	3.99	0.12	0.96	2.4	2.30
VB 15*80		4	4.15	0.12	1.99	2.4	4.78
<b>LOSA ALIGERADA</b>	<b>tn</b>						<b>53.09</b>
Extremos		2	0.20	9.33	3.73	2.4	4.48
Extremos		2	0.20	26.56	10.62	2.4	12.75
Interior		4	0.20	27.65	22.12	2.4	26.54
Interior		4	0.20	9.71	7.77	2.4	9.32
<b>MURO ESTRUCTURAL</b>	<b>tn</b>						<b>20.81</b>
Extremos		4	3.88	0.56	8.67	2.4	20.81
<b>TABIQUERIA Y ACABADOS</b>	<b>tn</b>						<b>46.83</b>
<b>ACABADOS</b>							
Extremos		1		181.89	181.89	0.1	18.19
Extremos		1		65.14	65.14	0.1	6.51

<b>TABIQUERIA</b>							
Eje x-x posterior		6	1.27	2.95		0.235	5.26
Eje x-x frontal		3	2.10	2.95		0.235	4.37
		3	2.10	1.85		0.235	2.74
Eje x-x centro		2	7.16	2.90		0.235	9.76
<b>LOSA CARGA VIVA tn 35.76</b>							
Extremos		1		181.89	181.89	0.13	22.74
Extremos		1		65.14	65.14	0.2	13.03

<b>SEGUNDO PISO 277.83</b>							
<b>COLUMNAS tn 60.85</b>							
C.L		4	3.09	0.26	3.17	2.4	7.60
C4		2	3.09	0.09	0.56	2.4	1.33
CT		10	3.09	0.44	13.43	2.4	32.23
PLACAS		4	3.09	0.47	5.79	3.4	19.68
<b>VIGAS tn 61.68</b>							
VA-1 30*70 X		4	3.99	0.21	3.35	2.4	8.04
VA-1 30*70 X		8	4.15	0.21	6.97	2.4	16.73
V 100 25*50		4	3.73	0.13	1.87	2.4	4.48
V 100 25*50		2	2.73	0.13	0.68	2.4	1.64
V 100 30*70		5	7.46	0.21	7.83	2.4	18.80
V 100 30*50		5	2.73	0.15	2.05	2.4	4.91
VB 15*80		2	3.99	0.12	0.96	2.4	2.30
VB 15*80		4	4.15	0.12	1.99	2.4	4.78
<b>LOSA ALIGERADA tn 53.09</b>							
Extremos		2	0.2	9.33	3.73	2.4	4.48
Extremos		2	0.2	26.56	10.62	2.4	12.75
Interior		4	0.2	27.65	22.12	2.4	26.54
Interior		4	0.2	9.71	7.77	2.4	9.32
<b>MURO ESTRUCTURAL tn 16.58</b>							
Extremos		4	3.09	0.56	6.91	2.4	16.58
<b>TABIQUERIA Y ACABADOS tn 49.86</b>							
Extremos		1		181.89	181.89	0.1	18.19
Extremos		1		65.14	65.14	0.1	6.51
<b>TABIQUERIA</b>							
Eje x-x posterior		6	1.27	2.95		0.235	5.26
Eje x-x frontal		3	2.10	2.95		0.235	4.37
		3	2.10	1.85		0.235	2.74
Eje x-x centro		2	7.16	3.80		0.235	12.79
<b>LOSA CARGA VIVA tn 35.76</b>							
Extremos		1		181.89	181.89	0.13	22.74
Extremos		1		65.14	65.14	0.20	13.03



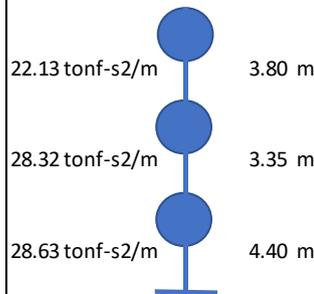
## **ANEXO 06: VERIFICACIÓN DE LOS 2 PRIMEROS MODOS DE VIBRACIÓN**

PERIODO DE VIBRACIÓN (X-X)	Modos vibración (X-X)	T1 =	0.275 s
----------------------------	-----------------------	------	---------

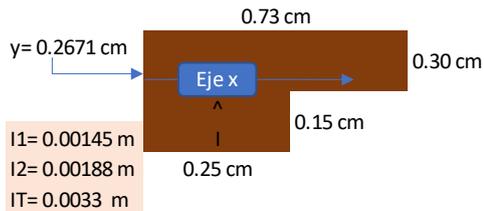
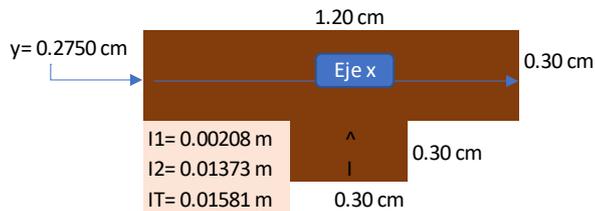
**MASAS DEL "METRADO DE CARGAS"**

Piso 3: 22.13  
 Piso 2: 28.32  
 Piso 1: 28.63  
 Modulo.E: 2173706.51 tonf/m<sup>2</sup>

El modelo de masas concentradas se tendra:



**MOMENTO DE INERCIA**



**DETERMINAR LA RIGIDEZ DE CADA NIVEL**

PISO 1	PISO 2	PISO 3
Rigidez .T= K= 4840.08 tonf/m	Rigidez T= K= 10966.72 tonf/m	Rigidez T= 7513.81 tonf/m
Rigidez .L= K= 1020.82 tonf/m	Rigidez L= K= 2312.99 tonf/m	Rigidez L= 1584.74 tonf/m

**Rigidez de Nivel**

<b>Rigidez lateral total "X" PISO 1</b>	Kt= 52484.14 tonf/m	K1 = 52484.14 tonf/m
<b>Rigidez lateral total "X" PISO 2</b>	Kt=118919.13 tonf/m	K2 = 118919.13 tonf/m
<b>Rigidez lateral total "X" PISO 3</b>	Kt= 81477.06 tonf/m	K3 = 81477.06 tonf/m

**DETERMINACIÓN DE MODOS DE VIBRACION Y PERIODOS**

**MATRIZ DE RIGIDEZ Y MASA**

$$[K]_{edif} = \begin{pmatrix} 1.71E+05 & -1.19E+05 & 0.00E+00 \\ -1.19E+05 & 2.00E+05 & -8.15E+04 \\ 0.00E+00 & -8.15E+04 & 8.15E+04 \end{pmatrix} \quad M = \begin{pmatrix} 2.86E+01 & 0.00E+00 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 2.83E+01 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 0.00E+00 & 2.21E+01 \end{pmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$

3. Definimos el tipo de análisis: Análisis Modal Espectral

$$[M]\{\ddot{x}\} + [K]\{x\} = -[M]\ddot{x}_g$$

4. Solución general del problema de valores y vectores propios:

$$[[K] - \omega^2[M]]\{\emptyset\} = \{0\}$$

Aplicando el método de Stodola

$$\frac{1}{\omega^2}\{\emptyset\}^{(1)} = [D]\{\emptyset\}^{(0)}$$

$$[D] = [K][M] = \begin{pmatrix} 1.91E-05 & 1.91E-05 & 1.91E-05 \\ 1.91E-05 & 2.75E-05 & 2.75E-05 \\ 1.91E-05 & 2.75E-05 & 3.97E-05 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2.86E+01 & 0.00E+00 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 2.83E+01 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 0.00E+00 & 2.21E+01 \end{pmatrix}$$

$$[D] = [K][M] = \begin{pmatrix} 5.45E-04 & 5.40E-04 & 4.22E-04 \\ 5.45E-04 & 7.78E-04 & 6.08E-04 \\ 5.45E-04 & 7.78E-04 & 8.79E-04 \end{pmatrix}$$



## PRIMER MODO DE VIBRACIÓN

### 1 INTERACCION:

$$"F_i" = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} \{\phi\}^1 = [D]\{\phi\}^0 \quad [D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 1.51E-03 & 1 \\ 1.93E-03 & 2 \\ 2.20E-03 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.684 \\ 0.877 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 2.20E-03 \quad \omega_1 = 21.308 \text{ rad/s}$$

grados de libertad

### 2 INTERACCION:

$$[D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 1.27E-03 & 1 \\ 1.66E-03 & 2 \\ 1.93E-03 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.655 \\ 0.860 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 1.93E-03 \quad \omega_1 = 22.737 \text{ rad/s}$$

G. de libertad

### 3 INTERACCION:

$$[D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 1.24E-03 & 1 \\ 1.63E-03 & 2 \\ 1.91E-03 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.652 \\ 0.857 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 1.91E-03 \quad \omega_1 = 22.909 \text{ rad/s}$$

G. de libertad

### 4 INTERACCION:

$$[D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 1.24E-03 & 1 \\ 1.63E-03 & 2 \\ 1.90E-03 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.652 \\ 0.857 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 1.90E-03 \quad \omega_1 = 22.929 \text{ rad/s}$$

G. de libertad

## PRIMER MODO DE VIBRACIÓN (X-X)

$$\{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.652 \\ 0.857 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$

====> VECTOR PROPIO ES LA MATRIZ COMPLETA

T1 = 0.275 s : Periodo de vibración

w1 = 22.929 rad/s ==> VALOR PROPIO

## PERIODO DE VIBRACIÓN (Y-Y)

## Primer modo vibración (Y-Y)

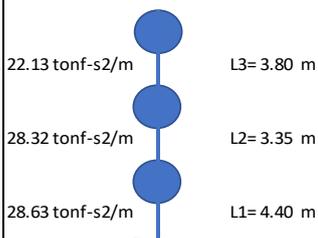
T1 =

0.179 s

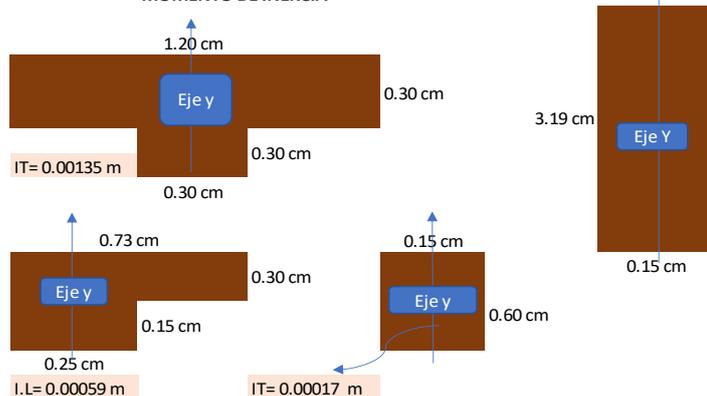
### MASAS DEL "METRADO DE CARGAS"

Piso 3: 22.13  
 Piso 2: 28.32  
 Piso 1: 28.63  
 Modulo.E: 2173706.51 tngf/m<sup>2</sup>

### El modelo de masas concentradas se tendra:



### MOMENTO DE INERCIA



### DETERINAR LA RIGIDEZ DE CADA NIVEL

#### PISO 1

K. Rectangulares T - piso 1 k= 413.39 tnf/m	K. Rectangulares L - piso 1 K= 179.42 tnf/m	K. rectangulares K= 51.67 tnf/m	K. placas K= 33717.15 tnf/m
--	--	------------------------------------	--------------------------------

#### PISO 2

K rectangulares T - piso 2 k= 936.66 tnf/m	K rectangulares L - piso 2 K= 406.54 tnf/m	K rectangulares K= 117.08 tnf/m	K. placas K= 44285.21 tnf/m
---	---	------------------------------------	--------------------------------

#### PISO 3

K rectangulares T - piso 3 k= 641.75 tnf/m	K rectangulares L - piso 3 K= 278.54 tnf/m	K rectangulares K= 80.22 tnf/m	K. placas K= 39040.91 tnf/m
---	---	-----------------------------------	--------------------------------

<b>Rigidez de Nivel</b>			
<b>Rigidez lateral total "X" PISO 1</b>	Kt= 139823.52 tnf/m	K1= 139823.52 tnf/m	
<b>Rigidez lateral total "X" PISO 2</b>	Kt= 188367.76 tnf/m	K2= 188367.76 tnf/m	
<b>Rigidez lateral total "X" PISO 3</b>	Kt= 163855.73 tnf/m	K3= 163855.73 tnf/m	

**DETERMINACIÓN DE MODOS DE VIBRACION Y PERIODOS**

**MATRIZ DE RIGIDEZ Y MASA**

$$K = \begin{pmatrix} 3.28E+05 & -1.88E+05 & 0.00E+00 \\ -1.88E+05 & 3.52E+05 & -1.64E+05 \\ 0.00E+00 & -1.64E+05 & 1.64E+05 \end{pmatrix} \quad M = \begin{pmatrix} 2.86E+01 & 0.00E+00 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 2.83E+01 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 0.00E+00 & 2.21E+01 \end{pmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$

3. Definimos el tipo de análisis: Análisis Modal Espectral

$$[M]\{\ddot{x}\} + [K]\{x\} = -\{M\}\ddot{x}_g$$

4. Solución general del problema de valores y vectores propios:

$$[[K] - \omega^2[M]]\{\phi\} = \{0\}$$

Aplicando el método de Stodola

$$\frac{1}{\omega^2}\{\phi\}^{(1)} = [D]\{\phi\}^{(0)}$$

$$[D] = [K][M] = \begin{pmatrix} 7.15E-06 & 7.15E-06 & 7.15E-06 \\ 7.15E-06 & 1.25E-05 & 1.25E-05 \\ 7.15E-06 & 1.25E-05 & 1.86E-05 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2.86E+01 & 0.00E+00 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 2.83E+01 & 0.00E+00 \\ 0.00E+00 & 0.00E+00 & 2.21E+01 \end{pmatrix}$$

$$[D] = [K][M] = \begin{pmatrix} 2.05E-04 & 2.03E-04 & 1.58E-04 \\ 2.05E-04 & 3.53E-04 & 2.76E-04 \\ 2.05E-04 & 3.53E-04 & 4.11E-04 \end{pmatrix}$$



**PRIMER MODO DE VIBRACIÓN**

**1 INTERACCION:**

$$"F_i" = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2}\{\phi\}^1 = [D]\{\phi\}^0 \quad [D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 5.66E-04 & 1 \\ 8.33E-04 & 2 \\ 9.68E-04 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.584 \\ 0.861 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 9.68E-04 \quad W1 = 32.134 \text{ rad/s}$$

**2 INTERACCION:**

$$[D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 4.52E-04 & 1 \\ 6.99E-04 & 2 \\ 8.34E-04 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.542 \\ 0.838 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 8.34E-04 \quad W1 = 34.626 \text{ rad/s}$$

**3 INTERACCION:**

$$[D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 4.39E-04 & 1 \\ 6.82E-04 & 2 \\ 8.18E-04 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.537 \\ 0.835 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 8.18E-04 \quad W1 = 34.974 \text{ rad/s}$$

**4 INTERACCION:**

$$[D]\{\phi\}^0 = \begin{pmatrix} 4.37E-04 & 1 \\ 6.80E-04 & 2 \\ 8.15E-04 & 3 \end{pmatrix} \quad \{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.536 \\ 0.834 \\ 1.000 \end{pmatrix} \quad \frac{1}{\omega^2} = 8.15E-04 \quad W1 = 35.021 \text{ rad/s}$$

**PRIMER MODO DE VIBRACIÓN (Y-Y)**

$$\{\phi\}_1^{(1)} = \begin{pmatrix} 0.536 & 1 \\ 0.834 & 2 \\ 1.000 & 3 \end{pmatrix} \quad \text{====> VECTOR PROPIO ES LA MATRIZ COMPLETA}$$

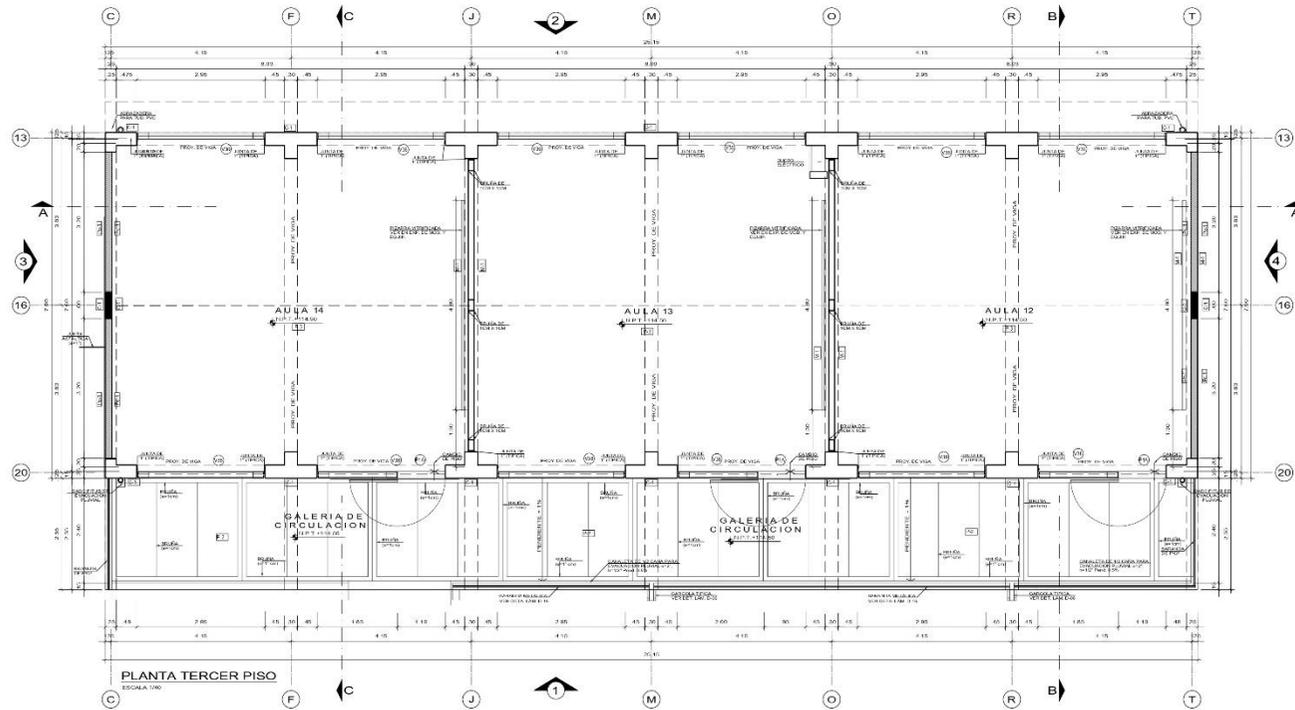
T1 = 0.179 s : Periodo de vibración

W1 = 35.021 rad/s ==> VALOR PROPIO

**ANEXO 07: PLANOS**







**LEYENDA DE ACABADOS**

<b>FINIS</b>	<b>ACABADO</b>	<b>REJALADO</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>
<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>
001 Pavimento Parquetado y Bando de Esmerilado	001 Cemento Terminado y Estuco	001 Cemento terminado sellado impermeabilizado	001 Plancha de Drywall
002 Pavimento Parquetado de Madera	002 Cemento terminado con Malla No Tejida	002 Cemento terminado sellado impermeabilizado	002 Plancha de Gypsum
003 Pavimento Parquetado de Madera con Cle	003 Cemento terminado con Malla No Tejida	003 Cemento terminado sellado impermeabilizado	003 Plancha de Gypsum
004 Pavimento Parquetado de Madera con Cle y Cle	004 Cemento terminado con Malla No Tejida	004 Cemento terminado sellado impermeabilizado	004 Plancha de Gypsum
<b>SUBSTRATO</b>	<b>MISMO</b>	<b>COLMADO Y VIGAS</b>	<b>PLACAS</b>
<b>COLUMNA</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>
001 Columna Perforada Estriada No. 20cm	001 Perforado y Primer Ufca Acabado de Color	001 Cemento terminado sellado impermeabilizado	001 Drywall
002 Columna Perforada	002 Perforado y Primer Ufca Acabado de Color	002 Cemento terminado sellado impermeabilizado	002 Drywall
003 Columna Perforada	003 Perforado y Primer Ufca Acabado de Color	003 Cemento terminado sellado impermeabilizado	003 Drywall
004 Columna Perforada	004 Perforado y Primer Ufca Acabado de Color	004 Cemento terminado sellado impermeabilizado	004 Drywall

<b>FINIS</b>	<b>ACABADO</b>	<b>REJALADO</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>
<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>
001 Cemento Terminado y Estuco	001 Cemento terminado sellado impermeabilizado	001 Plancha de Drywall	001 Plancha de Gypsum
002 Cemento terminado con Malla No Tejida	002 Cemento terminado sellado impermeabilizado	002 Plancha de Gypsum	002 Plancha de Gypsum
003 Cemento terminado con Malla No Tejida	003 Cemento terminado sellado impermeabilizado	003 Plancha de Gypsum	003 Plancha de Gypsum
004 Cemento terminado con Malla No Tejida	004 Cemento terminado sellado impermeabilizado	004 Plancha de Gypsum	004 Plancha de Gypsum

<b>FINIS</b>	<b>ACABADO</b>	<b>REJALADO</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>
<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>
001 Cemento Terminado y Estuco	001 Cemento terminado sellado impermeabilizado	001 Plancha de Drywall	001 Plancha de Gypsum
002 Cemento terminado con Malla No Tejida	002 Cemento terminado sellado impermeabilizado	002 Plancha de Gypsum	002 Plancha de Gypsum
003 Cemento terminado con Malla No Tejida	003 Cemento terminado sellado impermeabilizado	003 Plancha de Gypsum	003 Plancha de Gypsum
004 Cemento terminado con Malla No Tejida	004 Cemento terminado sellado impermeabilizado	004 Plancha de Gypsum	004 Plancha de Gypsum

<b>FINIS</b>	<b>ACABADO</b>	<b>REJALADO</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>
<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO DESCRIPCION</b>
001 Cemento Terminado y Estuco	001 Cemento terminado sellado impermeabilizado	001 Plancha de Drywall	001 Plancha de Gypsum
002 Cemento terminado con Malla No Tejida	002 Cemento terminado sellado impermeabilizado	002 Plancha de Gypsum	002 Plancha de Gypsum
003 Cemento terminado con Malla No Tejida	003 Cemento terminado sellado impermeabilizado	003 Plancha de Gypsum	003 Plancha de Gypsum
004 Cemento terminado con Malla No Tejida	004 Cemento terminado sellado impermeabilizado	004 Plancha de Gypsum	004 Plancha de Gypsum

**CUADRO DE VANDOS**

VANOS	ANCHO	ALTO	ANCHO	ALTO	REALIZADO	CANTIDAD
001	2.40	2.10	1.30	2.10	ALUMBRADO VANDOS TIPO CON PROYECT. COORDINADA	15
002	2.40	2.10	2.10	2.10	ALUMBRADO VANDOS TIPO CON PROYECT. COORDINADA	15
003	2.40	2.10	2.10	2.10	ALUMBRADO VANDOS TIPO CON PROYECT. COORDINADA	30



PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA ESCUELA DE EDUCACION PRIMARIA N. 20888, EN EL CANTON DE GUAYAS, PROVINCIA DE GUAYAS, ECUADOR.

PLANO DE: PLANTA TERCER PISO

ESCALA: 1/50

FECHA: 15/05/2024

PROYECTISTA: ING. MARIA GUAYAS

REVISOR: ING. MARIA GUAYAS

APROBADO: ING. MARIA GUAYAS

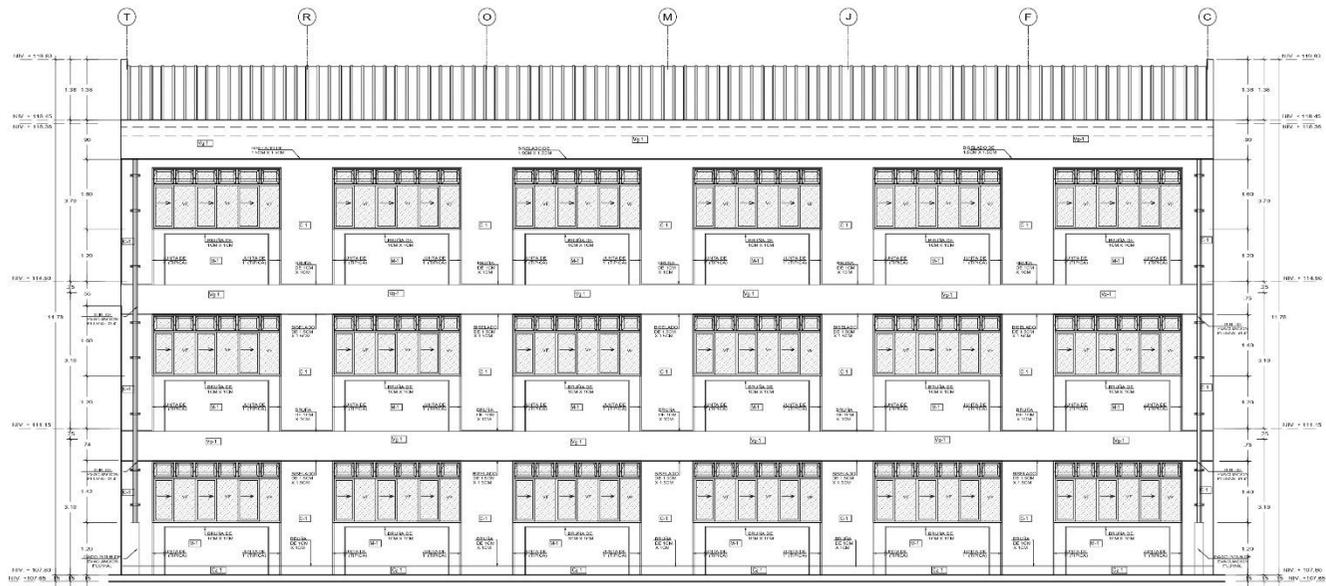
**A-27**











ELEVACION PRINCIPAL - 2  
ESCALA 1/40

LEYENDA DE ACABADOS	
LEYES	DESCRIPCION
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla con Paredes
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja
LEYES	DESCRIPCION
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

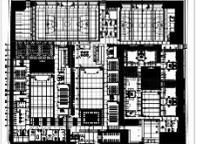
LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

LEYES	
[Symbol]	Acabado Planchado y Rejilla
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados
[Symbol]	Acabado Alisado con Ojalos con Caja
[Symbol]	Acabado Planchado con Esbozados con Caja

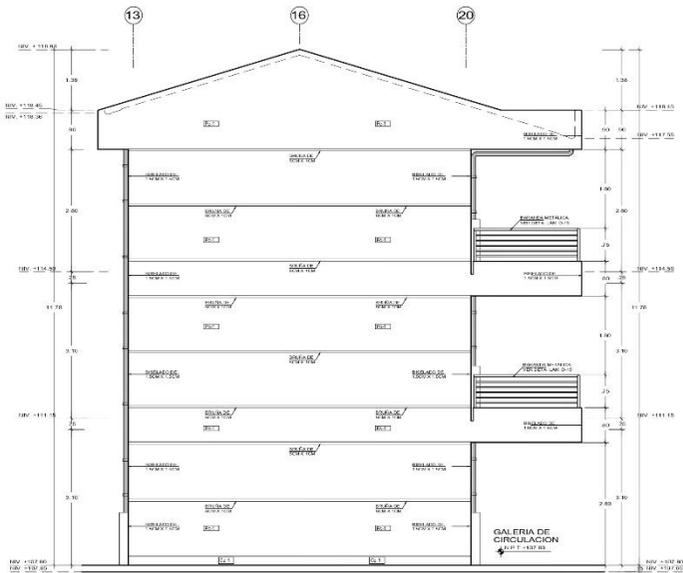
CUADRO DE VANOS

VANOS	ANCHO	ALTIMO	ANCHO	ALTIMO	REJILLA	REJILLA
VAN 1	2.45	1.40	1.20	1.20	ALUMBRADO C/ VENTILADOR "SIN PROTECCION"	CON REJILLA
VAN 2	2.45	0.90	0.45	0.45	ALUMBRADO C/ VENTILADOR "SIN PROTECCION"	CON REJILLA
VAN 3	2.10	2.30	2.30	2.30	ALUMBRADO C/ VENTILADOR "SIN PROTECCION"	CON REJILLA

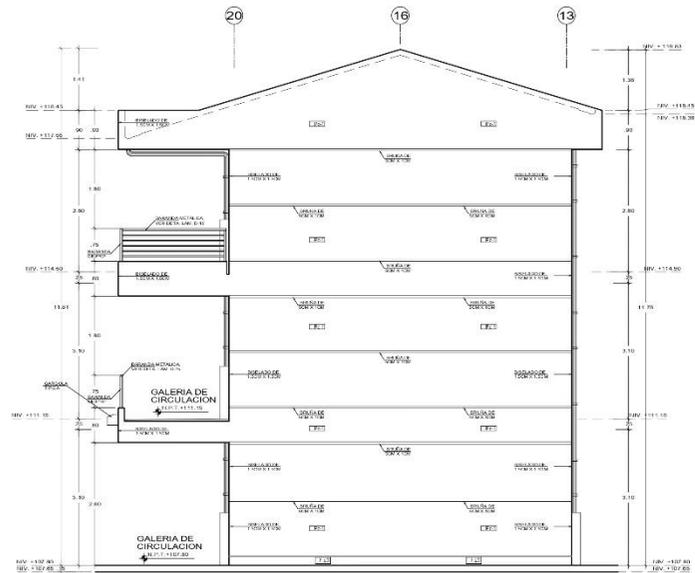
PLANO DE CLAVE



PROYECTO		FECHA	
PROYECTO	REVISOR	FECHA	FECHA
PROYECTO	REVISOR	FECHA	FECHA
PROYECTO	REVISOR	FECHA	FECHA
PROYECTO	REVISOR	FECHA	FECHA



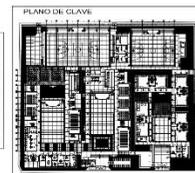
ELEVACION LATERAL - 3  
FICHA 415



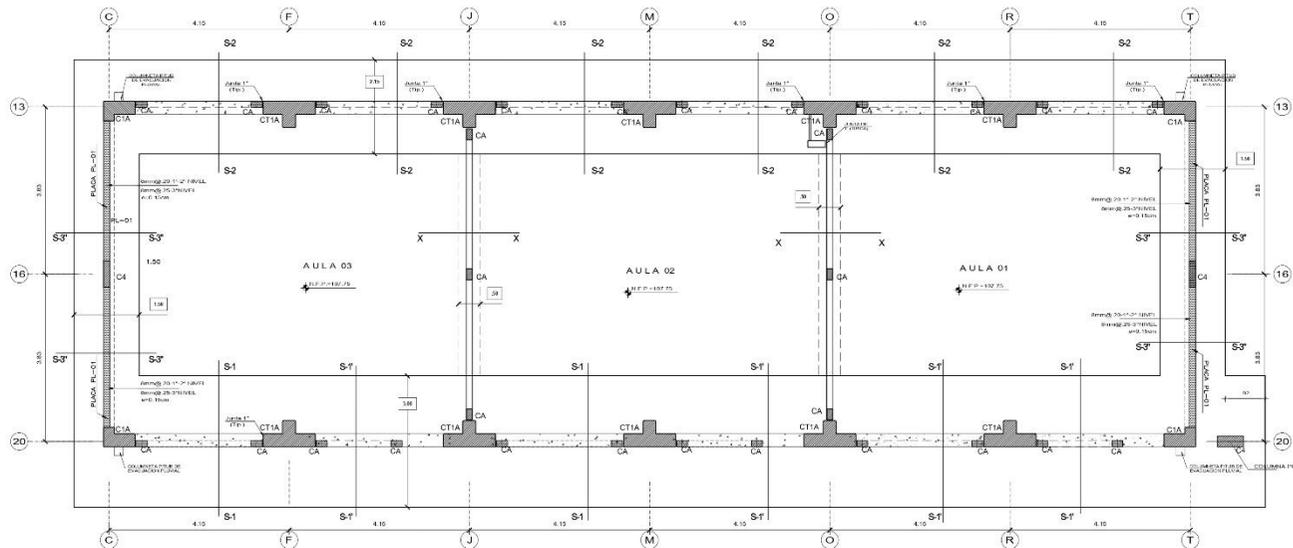
ELEVACION LATERAL - 4  
FICHA 416

LEYENDA DE ACABADOS			
FINIS	ZOCALOS	PLACAS	IMPRESIONES
0001 Cemento Portland y Bafio de Esmeralda			
0002 Cemento Portland Estándar			
0003 Portland Cemento Estándar, Gris Claro			
0004 Cemento Portland Estándar, Gris Oscuro			
CONCRETO	MARCO	COLUMNAS Y VIGAS	ACRILICO
0001 Cemento Portland Estándar, Gris Oscuro			
0002 Cemento Portland Estándar, Gris Claro			
0003 Portland Cemento Estándar, Gris Claro			
0004 Portland Cemento Estándar, Gris Oscuro			

CUADRO DE VANOS					
VANOS	ANCHO	ALTURA	ALTEZAS	BAR. FINAL	CANTIDAD
V-01	2.00	1.40	1.20	ALUMBRADO VENTIL. TEMP. PROYECT. CORRIENTES	12
V-02	2.00	2.10	2.10	ALUMBRADO VENTIL. TEMP. PROYECT. CORRIENTES	12
V-03	3.00	2.10	2.10	ALUMBRADO VENTIL. TEMP. PROYECT. CORRIENTES	12

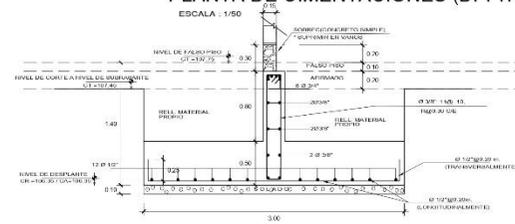


	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p> <p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>
<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>
<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN COMPLEJO RESIDENCIAL EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUITO, EN EL CANTÓN DE QUITO, PROVINCIA DE QUITO, ECUADOR.</p>



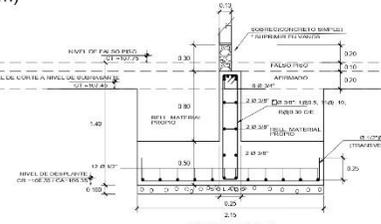
PLANTA DE CIMENTACIONES (DF: 1.40m)

ESCALA: 1/140



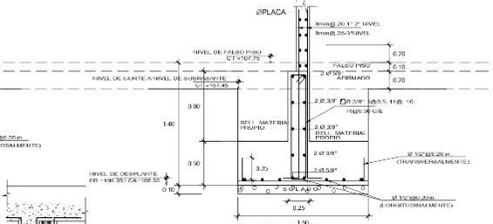
CORTE S-1

ESCALA: 1/25



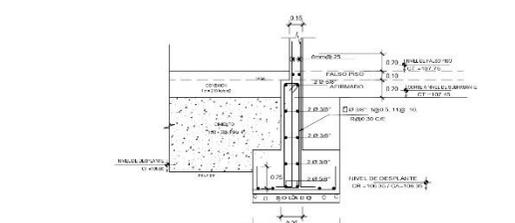
SECCION S-2

ESCALA: 1/25



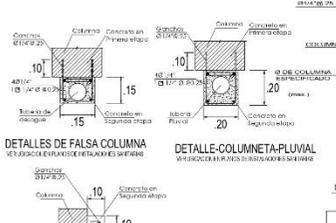
CORTE S-3

ESCALA: 1/25

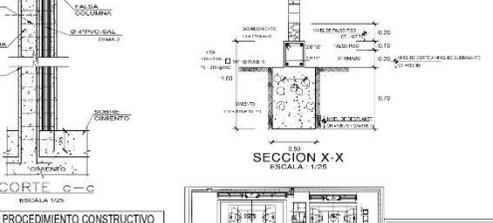


DET. TÍPICO ENC. ZAPATA CON CIMIENTO

ESCALA: 1/25



DETALLES DE FRISOS EN COLUMNAS Y VIGAS ESTRUCTURALES



SECCION X-X

ESCALA: 1/25

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**  
 1. DESMOLDAR LA FALSA COLUMNA...  
 2. LIMPIAR EL FONDO DE LA ZAPATA...  
 3. COLOCAR EL REJILLA DE ALAMBRE...  
 4. COLOCAR EL CONCRETO...  
 5. VIBRAR EL CONCRETO...  
 6. CURAR EL CONCRETO...

**RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION**

I-TIPO DE CIMENTACION: ZAPATAS ARMADAS CONECTADAS

II-ESTRATO DE FONDO: ARENA ARCILLOSAS

III-PARAMETROS DE DISEÑO PARA LA CIMENTACION:  
 - PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: 1.50 m  
 - PRESION ADMISIBLE: 1.04 Kg/cm<sup>2</sup>  
 - FACTOR DE SEGURIDAD: 3  
 - ASENTAMIENTO DIFERENCIAL: 0.61 cm

IV-AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION: LEVE, USAR CEMENTO PORTLAND TIPO M3

V-VERIFICACIONES ADICIONALES: VERIFICACION DE SUELOS

VI-PARA LOS RELIEVES SE CONSIDERARA CICLOAR MATERIAL DE PRESTAMO EL CUAL DEBERA SER COMPACTADO AL 95% DE PROCTOR MODIFICADO

**PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE**

Z = 0.45	U = 1.50	B = 1.05	C = 2.50
Kx = 8 PORTICOS			
Ky = 8 MUROS ESTRUCTURALES			
DESPLAZAMIENTO MAXIMO DEL ULTIMO NIVEL		LIMITE ADMISIBLE DE DESPLAZAMIENTO RELATIVO LATERAL DE ENTREPISO	
X	0.54 cm	0.004	7.000
Y	0.19 cm	0.001	7.000

**ESPECIFICACIONES GENERALES**

**CONCRETO CICLORES**  
 FALSA COLUMNA: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA  
 FALSA ZAPATA: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA - 30% (S/P)  
 COLUMNITAS: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA - 30% (S/P)  
 FALSO PISO: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA

**CONCRETO SIMPLE**  
 HERRAJERIA: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA

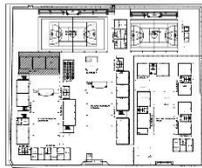
**CONCRETO ARMADO**  
 CIMENTACION: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA  
 CIMENTACION: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA - 30% (S/P)

**RECLAMACIONES**  
 ZAPATA: 7.5 cm  
 SAREM Y FALSA: 4.0 cm (EN CASAS EN CONTACTO CON AGUA O TIERRA)  
 2.5 cm (EN CASAS SECAS)  
 ZOLAMAS Y VIGAS: 2.5 cm  
 ALFANDEQUE Y VIGAS CIVILES: 2.5 cm

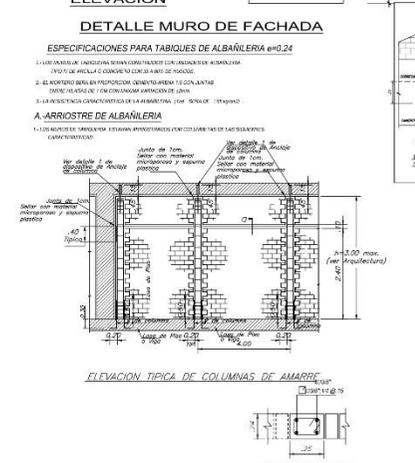
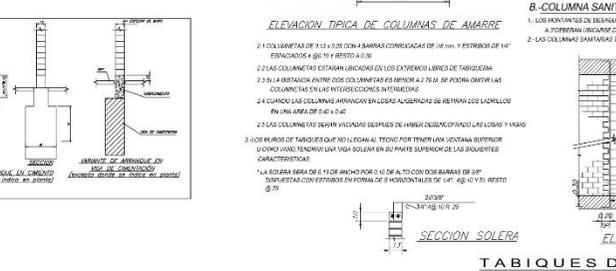
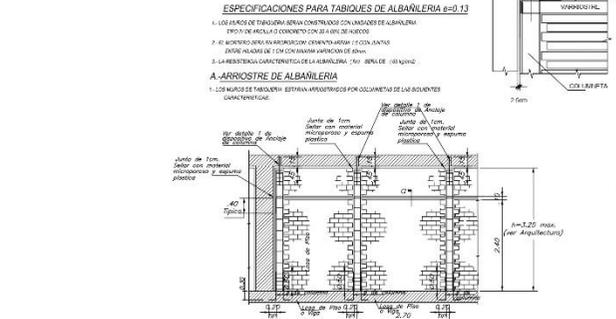
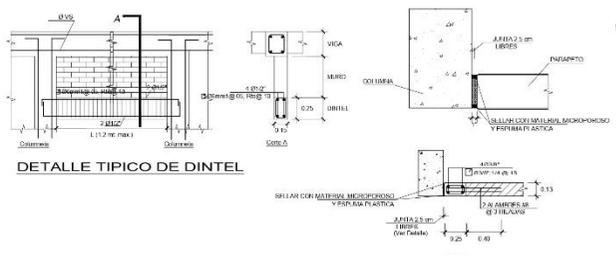
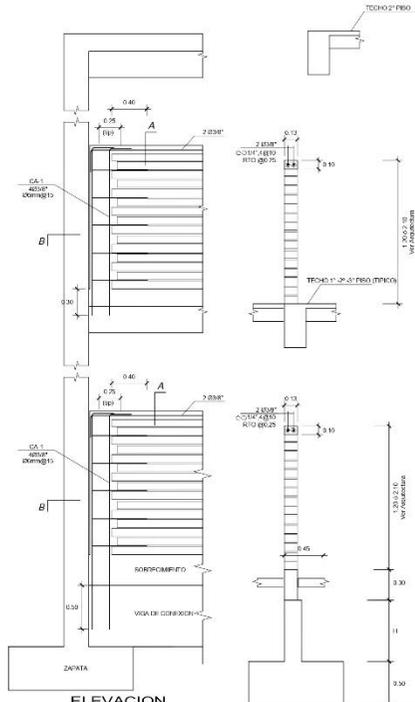
**TIERRINO**  
 CAPACIDAD PORTANTE: 1.04 Kg/cm<sup>2</sup> (SEGUN TABLAS DE PROYECTO DE SUELOS)  
 0.72 Kg/cm<sup>2</sup> (PROYECTO DE SUELOS)  
 PROF. DESPLANTE: 1.50 m (SEGUN TABLAS)  
 1.50 m (SEGUN TABLAS)  
 SOBRECARGA: 300 Kg/m<sup>2</sup> (SEGUN TABLAS)

**ALBANELERIA**  
 UNIDAD DE ALBANELERIA: 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA - 30% (S/P)

**NORMAS**  
 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA  
 1-30 CEMENTO - HERRAJERIA - 30% (S/P)

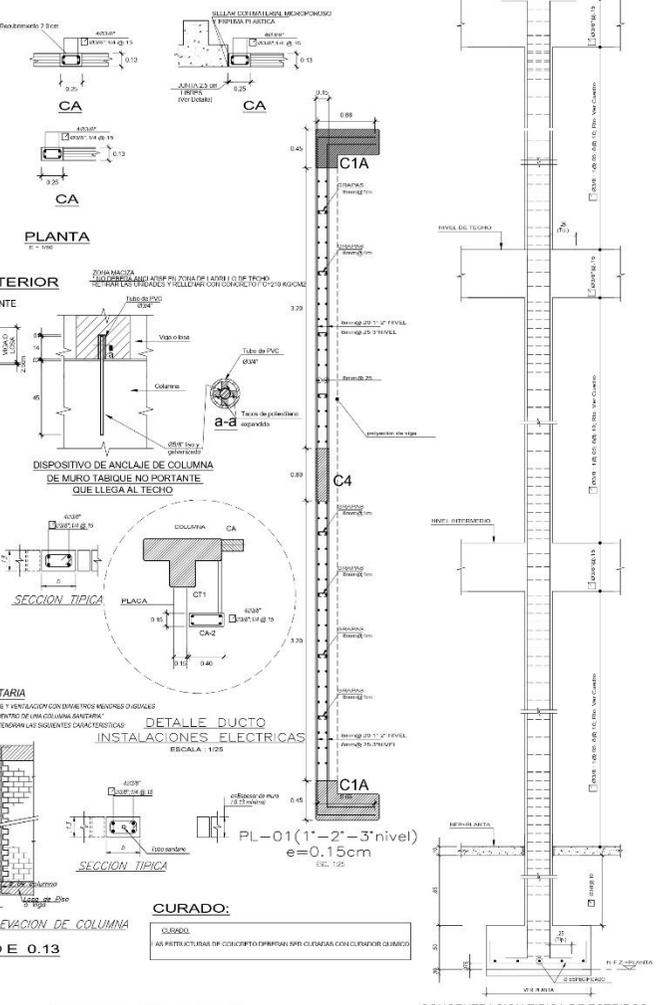


PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL TEMPLO DE SAN JUAN DE LOS RIOS	CLIENTE: INSTITUCION EDUCATIVA SAN JUAN DE LOS RIOS	FECHA: 15/05/2018	ESCALA: 1/25
PROYECTANTE: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	REVISOR: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	APROBADO: ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	ESTADO: APROBADO
UBICACION: CALLE 100 N. Y CALLE 100 E. BOGOTA	PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL TEMPLO DE SAN JUAN DE LOS RIOS	FECHA: 15/05/2018	ESCALA: 1/25



**CUADRO DE SECCIONES COLUMNAS**

	COLUMNA CA1	COLUMNA CA2	COLUMNA CA3	COLUMNA CA4
1º NIVEL				
2º NIVEL				
3º NIVEL				



**PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REFORMA DE LA INSTITUCION TECNICA SAN RAFAEL DE PUNO**

**PLANO DE: ESTRUCTURAS - COLUMNAS, REPERCUO TABIQUERIA EN DETALLE DE ALBAÑILERIA**

**ESCALA: 1/25**

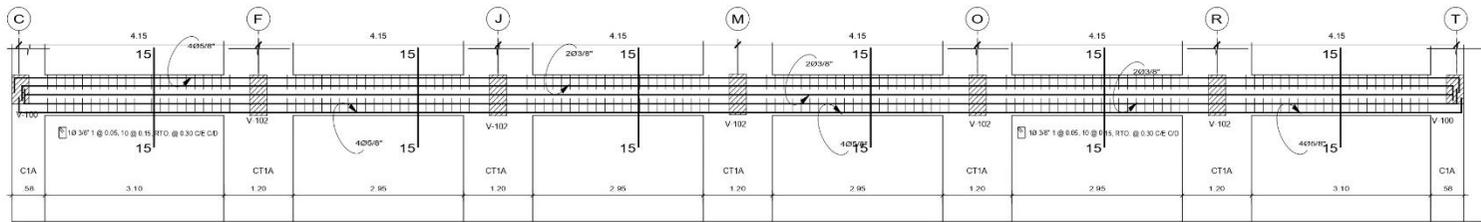
PROYECTISTA	ING. TECNICO ROL MANUEL ORTEGA	FECHA	15-11-2018
REVISOR	ING. TECNICO ROL MANUEL ORTEGA	PROYECTO	RECONSTRUCCION Y REFORMA DE LA INSTITUCION TECNICA SAN RAFAEL DE PUNO
ELABORADO	ING. TECNICO ROL MANUEL ORTEGA	PLANO	ESTRUCTURAS - COLUMNAS, REPERCUO TABIQUERIA EN DETALLE DE ALBAÑILERIA
APROBADO	ING. TECNICO ROL MANUEL ORTEGA	ESCALA	1/25

**E-19**

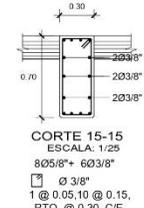




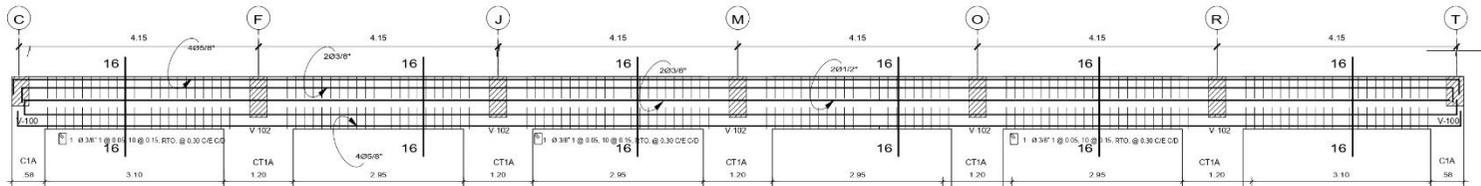




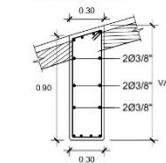
VA-1 (.30x.50)  
ESCALA: 1/50



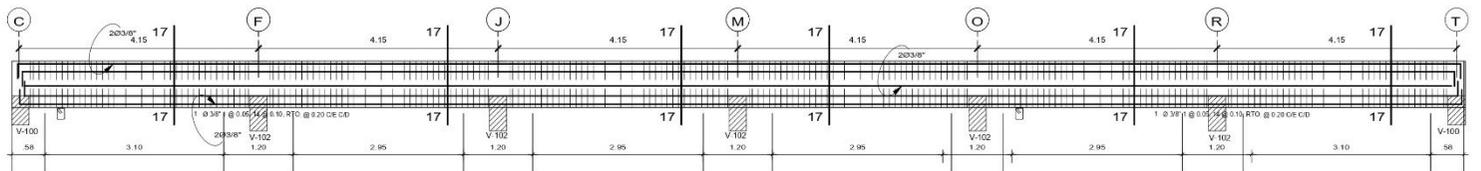
CORTE 15-15  
ESCALA: 1/25  
805/8" x 603/8"  
□ 3/8"  
1 @ 0.05, 10 @ 0.15,  
RTO @ 0.30 C/E



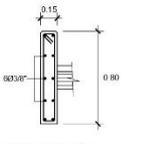
VA-2 (.30x.90)  
ESCALA: 1/50



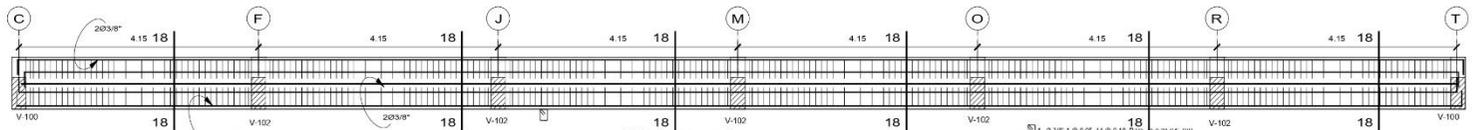
CORTE 16-16  
0.30xVAR.  
ESCALA: 1/25  
605/8" x 603/8"  
□ 3/8"  
1 @ 0.05, 10 @ 0.15,  
RTO @ 0.30 C/E



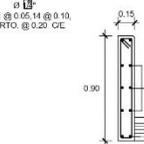
VB-1 (.15x.80)  
ESCALA: 1/50



CORTE 17-17  
0.15x0.80  
401/2" x 603/8"  
□ 3/8"  
1 @ 0.05, 14 @ 0.10,  
RTO @ 0.20 C/E



VP-1 (.15x.90)  
ESCALA: 1/50



CORTE 18-18  
0.15x0.90  
ESCALA: 1/25  
401/2" x 603/8"  
□ 3/4"  
1 @ 0.05, 14 @ 0.10,  
RTO @ 0.20 C/E



		PROYECTO: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA SAN RAMON, DISTRITO DE CHULUCANIAS - PROVINCIA DE MORROPON - DEPARTAMENTO DE PIURA PLANO DE: ESTRUCTURAS - VIGAS SECUNDARIAS-DETALLES DESARROLLO BLOQUE 03	
UBICACION: CHULUCANIAS - MORROPON - PIURA		SISTEMA: SISTEMA	
AFEUTURA: DIRECCION EJECUTIVA PROMIEB		DISEÑO: ING. TEOBALDO DEL SAavedra ORDIBOLA C.I.P.R. 62201	
GRUPO: GERENCIA DE ESTUDIOS Y OBRAS		CONTRATISTA: COIBSORCIO EDUCATIVO PIURA	
REVISADO: (COORDINADOR REVISOR Y ESPECIALISTA)		ESCALA: INDEXADA FECHA: MARZO-2018 DIBUJO: J.F.O.-CAD14	

**E-23**

**ANEXO 08: PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD  
(ADICIONAL)**

- Validación del experto 1, Variable Dependiente.

**Formato de Validación de Criterios de Expertos**

**I. Datos Generales**

Fecha	23/03/2023
Validador	Ing. Mgtr. JORGE LUIS PACHECO INFANTE
Cargo e institución donde labora	Jefe de Supervisión
Instrumento a validar	Análisis del comportamiento estructural
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor del Instrumento	Rios Hoyos Emilio Noe

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (x) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiencia (D)	Si menos 30% de los ítems cumple con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y el 70% de los ítems cumple con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumple con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en calidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamiento y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidas de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			14	9	

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{14 + 9}{30}$$

**Coeficiente de Validación: 0.76**

  
**CONSORCIO JSU-CHAVEZ**  
 ING. JORGE LUIS PACHECO INFANTE  
 Jefe de Supervisión

- Validación del experto 1, Variable Independiente.

**Formato de Validación de Criterios de Expertos**

**IV. Datos Generales**

Fecha	23/03/2023
Validador	Ing. Mgr. JORGE LUIS PACHECO INFANTE
Cargo e institución donde labora	Jefe de Supervisión
Instrumento a validar	Análisis no lineal estático Pushover
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor del Instrumento	Rios Hoyos Emilio Noe

**V. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (x) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiencia (D)	Si menos 30% de los ítems cumple con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y el 70% de los ítems cumple con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumple con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en calidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamiento y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidas de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			16	6	

**VI. Coeficiente de Validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{16 + 6}{30}$$

**Coeficiente de Validación: 0.73**

  
**CONSORCIO JSU-CHAVEZ**  
 ING. JORGE LUIS PACHECO INFANTE  
 Jefe de Supervisión

- Validación del experto 2, Variable Dependiente.

**Formato de Validación de Criterios de Expertos**

**I. Datos Generales**

Fecha	27/03/2023
Validador	Ing. Miguel Angel Monsefú Jiménez
Cargo e institución donde labora	Supervisor de obra
Instrumento a validar	Análisis del comportamiento estructural
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor del Instrumento	Ríos Hoyos Emilio Noe

**II. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (x) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiencia (D)	Si menos 30% de los ítems cumple con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y el 70% de los ítems cumple con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumple con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en calidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamiento y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACION	Son secuenciales y distribuidas de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>14</b>	<b>9</b>	

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{23}{30}$$

**Coeficiente de Validación: 0.76**

.....  
 Ing. Miguel A. Monsefú Jiménez  
 SUPERVISOR DE OBRA  
 C.I.P. 128979

- Validación del experto 2, Variable Independiente.

**Formato de Validación de Criterios de Expertos**

**IV. Datos Generales**

Fecha	27/03/2023
Validador	Ing. Miguel Angel Monsefú Jiménez
Cargo e institución donde labora	Supervisor de obra
Instrumento a validar	Análisis no lineal estático Pushover
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor del Instrumento	Rios Hoyos Emilio Noe

**V. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (x) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiencia (D)	Si menos 30% de los ítems cumple con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y el 70% de los ítems cumple con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumple con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en calidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamiento y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidas de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			<b>16</b>	<b>6</b>	

**VI. Coeficiente de Validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{22}{30}$$

**Coeficiente de Validación: 0.73**

Ing. Miguel A. Monsefú Jiménez  
 SUPERVISOR DE OBRA  
 C.I.P. 128979

- Validación del experto 3, Variable Dependiente.

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	05/04/2023
Validador	Ing. Wilson Abraham Vásquez Chugnas
Cargo e institución donde labora	Residente de obra
Instrumento a validar	Análisis del comportamiento estructural
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor del Instrumento	Ríos Hoyos Emilio Noe

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (x) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

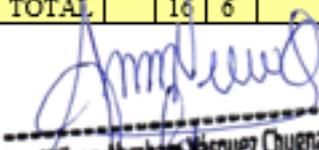
1	Deficiencia (D)	Si menos 30% de los ítems cumple con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y el 70% de los ítems cumple con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumple con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en calidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamiento y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACION	Son secuenciales y distribuidas de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			16	6	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{22}{30}$$

Coeficiente de Validación: 0.73

  
 Ing. Wilson Abraham Vásquez Chugnas  
 CIP.: 192337

- Validación del experto 3, Variable Independiente.

**Formato de Validación de Criterios de Expertos**

**IV. Datos Generales**

Fecha	05/04/2023
Validador	Ing. Wilson Abraham Vásquez Chugnas
Cargo e institución donde labora	Residente de obra
Instrumento a validar	Análisis no lineal estático Pushover
Objetivo del instrumento	Validar instrumento
Autor del Instrumento	Ríos Hoyos Emilio Noe

**V. Criterios de validación del instrumento**

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (x) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

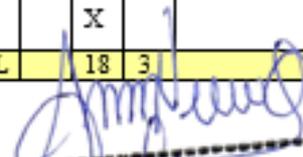
1	Deficiencia (D)	Si menos 30% de los ítems cumple con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y el 70% de los ítems cumple con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumple con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X		
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en calidad para medir los indicadores de la variable.		X		
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamiento y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACION	Son secuenciales y distribuidas de acuerdo a dimensiones.		X		
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X		
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
<b>TOTAL</b>			18	3	

**VI. Coeficiente de Validez**

$$\frac{D + R + B}{30} = \frac{21}{30}$$

**Coefficiente de Validación: 0.70**

  
 Ing. Wilson Abraham Vásquez Chugnas  
 CIP. 192337

- **Información de los validadores (expertos).**

N° expertos	Nombre	Perfil profesional	Cargo	Colegiatura
Experto (1)	Mg. Ing. Jorge Luis Pacheco infante	Ingeniero Civil	Jefe de supervisión	CIP N°76380
Experto (2)	Ing. Miguel Ángel Monsefú Jiménez	Ingeniero Civil	Supervisor de obra	CIP N°128979
Experto (3)	Ing. Wilson Abraham Vásquez Chugnas	Ingeniero Civil	Residente de obra	CIP N° 192337

***Instrumentos de investigación, Validez:*** A continuación, se procederá a realizar los cuadros de validez promedio y la respectiva información de cada experto validador.

Rangos	Magnitudes
0.81 a 1	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Bolívar, R. Metodología de investigación

Posteriormente identificamos el rango y confiabilidad de los instrumentos de la presente investigación.

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable Independiente	0.76	0.76	0.73	0.75
Variable Dependiente	0.73	0.73	0.70	0.72
Índice de Validez				0.735

Procedente de la validación de los instrumentos por los expertos, contamos con un promedio del 0.75% en la variable independiente y con un 0.72% en la variable dependiente. Nos encontramos en una magnitud de clase alta.