



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación de sistemas de reforzamientos para mejorar el
comportamiento sismorresistente del edificio “El Prado” - Urb.
Mayorazgo, Ate, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Curo Quispe, Edward Milton (ORCID: 0000-0003-2790-8994)

Olivo Flores, Delia Asusena (ORCID: 0000-0002-3486-1883)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a nuestros padres, quienes nos enseñaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo y que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

AGREDECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos y cuidarnos todos los días, para poder desempeñar de manera eficiente nuestra tesis.

En segundo lugar, agradecemos a nuestros padres por siempre apoyarnos y motivarnos en todo momento de manera incondicional.

Finalmente, agradecemos al Dr. Ing. Omar Demetrio Tello Malpartida, por su tiempo y dedicación al guiarnos de manera eficiente para poder terminar nuestra tesis con satisfacción.

Índice de contenidos

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. MARCO TEORICO.....	4
III. METODOLOGIA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	97
VI. CONCLUSIONES.....	100
VII. RECOMENDACIONES.....	104
REFERENCIAS.....	106
ANEXOS	

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1: Valores limites de derivas máximas de entre piso.....	10
Tabla 2: Ficha técnica de recolección de datos.....	18
Tabla 3: Cuadro de calicatas	27
Tabla 4: Cuadro de análisis químico.....	28
Tabla 5: Factores de corrección	32
Tabla 6: Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de los testigos de diamantina.	33
Tabla 7: Peso Sísmico del edificio (Modelo 1)	41
Tabla 8: Parámetros sísmicos según norma E.030-16 (Modelo 1).....	41
Tabla 9: Modos de vibración, periodos y factores de participación modal (Modelo 1).....	44
Tabla 10: Control de distorsiones en dirección X, Y (Modelo 1)	44
Tabla 11: Cálculo de los Factores de Escala (Modelo 1)	44
Tabla 12: Cálculo de rotula plástica en la columna C-2 perteneciente al eje 6 (Modelo 1)	46
Tabla 13: Cuadro de resumen de columnas (Modelo 1)	48
Tabla 14: Peso Sísmico del edificio (Modelo 2)	58
Tabla 15: Parámetros sísmicos según norma E.030-16 (Modelo 2)	58
Tabla 16: Modos de vibración, periodos y factores participación modal (Modelo 2).	60
Tabla 17: Control de distorsiones en dirección X, Y (Modelo 2)	61
Tabla 18: Cálculo de los Factores de Escala (Modelo 2)	61
Tabla 19: Cálculo de rotula plástica en la columna C-2 perteneciente al eje 6 (Modelo 2)	63
Tabla 20: Cuadro de resumen de columnas con encamisado (Modelo 2).....	64
Tabla 21: Peso Sísmico del edificio (Modelo 3).	75
Tabla 22: Parámetros sísmicos según norma E.030-16 (Modelo 3).	75
Tabla 23: Modos de vibración, periodos y factores participación modal (Modelo 3).	77

Tabla 24: Control de distorsiones en dirección X, Y (Modelo 3).	78
Tabla 25: Cálculo de los Factores de Escala (Modelo 3).	78
Tabla 26: Cuadro de resumen de diseño de placas (Modelo 3).	80
Tabla 27: Comparación de periodos de vibración (Modelo 1,2 y 3)	90

Índice de gráficos

	Pág.
Gráfico 1: Niveles de desempeño X (Modelo 1)	51
Gráfico 2: Niveles de desempeño Y (Modelo 1)	55
Gráfico 3: Niveles de desempeño x-x (Modelo 2)	68
Gráfico 4: Niveles de desempeño en y-y (Modelo 2)	72
Gráfico 5: Niveles de desempeño x-x (Modelo 2)	83
Gráfico 6: Niveles de desempeño y-y (Modelo 2).....	87
Gráfico 7: Comparación de derivas x-x (Modelo 1,2 y 3)	88
Gráfico 8: Comparación de derivas y-y (Modelo 1,2 y 3)	89
Gráfico 9: Comparación de cortante basal x-x (Modelo 1,2 y 3)	90
Gráfico 10: Comparación cortante basal y-y (Modelo 1,2 y 3)	90
Gráfico 11: Punto de desempeño x-x (Modelo 1,2 y 3)	92
Gráfico 12: Punto de desempeño y-y (Modelo 1,2 y 3)	93
Gráfico 13: Comparación de la curva ductilidad x-x (Modelo 1,2 y 3)	94
Gráfico 14: Comparación de la curva ductilidad y-y (Modelo 1,2 y)	95

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Objetivos de desempeño.....	10
Figura 2: Ductilidad de desplazamientos.....	11
Figura 3: Conversion de la Cuva de capacidad a Espectro de capacidad.....	12
Figura 4: Punto de desempeño.....	13
Figura 5: Plano vista planta de distribución - Primer piso	23
Figura 6: Plano vista planta de estructura.....	24
Figura 7: Peralta de la viga 50x25cm.....	25
Figura 8: Columna de 40x25cm	25
Figura 9: Rajaduras en los muros	26
Figura 10: Calicata C-01.	28
Figura 11: Calicata C-02.....	28
Figura 12: Croquis de ubicación de la extracción de diamantina.	29
Figura 13: Extracción de diamantina de la columna	30
Figura 14: En la vista se aprecia la muestra obtenida en la columna del cuarto principal.	31
Figura 15: En la vista se aprecia la perforación realizada en la columna del cuarto principal.....	31
Figura 16: Vista en 3D del modelo matemático (Modelo 1)	40
Figura 17: Planta típica del edificio (Modelo 1)	40
Figura 18: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en X-X (Modelo 1)	42
Figura 19: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en Y-Y (Modelo 1)	43
Figura 20: Parámetros de aceptabilidad de criterios no lineales de columnas de concreto armado (Modelo 1)	45
Figura 21: Visualización de asignación de Rotulas Plásticas (Modelo 1)	47
Figura 22: Curva de Capacidad de la estructura en X-X (Modelo 1)	48
Figura 23: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 1)	49
Figura 24: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 1)	49

Figura 25: Punto de desempeño X para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 1)	50
Figura 26: Punto de desempeño para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 1)	50
Figura 27: Curva de Capacidad de la estructura en y-y (Modelo 1)	52
Figura 28: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 1)	52
Figura 29: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 1)	53
Figura 30: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 1)	53
Figura 31: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 1)	54
Figura 32: Detalle de recrecido de columnas (Modelo 2)	56
Figura 33: Vista en 3D del modelo matemático (Modelo 2)	57
Figura 34: Planta típica del edificio (Modelo 2)	57
Figura 35: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en X-X (Modelo 2)	59
Figura 36: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en Y-Y (Modelo 2)	59
Figura 37: Parámetros de aceptabilidad de criterios no lineales de columnas de concreto armado (Modelo 2)	62
Figura 38: Visualización de asignación de Rotulas Plásticas (Modelo 2)	64
Figura 39: Curva de Capacidad de la estructura en X-X (Modelo 2)	65
Figura 40: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 2)	66
Figura 41: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 2)	66
Figura 42: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 2)	67
Figura 43: Punto de desempeño para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 2)	67
Figura 44: Curva de Capacidad de la estructura en y-y (Modelo 2)	69

Figura 45: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 2)	69
Figura 46: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 2)	70
Figura 47: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 2)	70
Figura 48: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 2)	71
Figura 49: Detalle y proceso para la adición de placas (Modelo 3)	73
Figura 50: Vista en 3D del modelo matemático con placas (Modelo 3)	74
Figura 51: Planta típica del edificio con placas (Modelo 3)	74
Figura 52 Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en X-X (Modelo 2)	76
Figura 53: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en Y-Y (Modelo 2)	76
Figura 54: Parámetros de aceptabilidad de criterios no lineales de columnas de concreto armado (Modelo 2)	79
Figura 55: Visualización de asignación de Rotulas Plásticas (Modelo 2)	79
Figura 56: Curva de Capacidad de la estructura en X-X (Modelo 2)	80
Figura 57: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 2)	81
Figura 58: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 2)	81
Figura 59: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 2)	82
Figura 60: Punto de desempeño para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 2)	82
Figura 61: Curva de Capacidad de la estructura en y-y (Modelo 2)	84
Figura 62: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 2)	84
Figura 63: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 2)	85
Figura 64: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 2)	85
Figura 65: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 2).....	86

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismorresistente del edificio "El Prado". El tipo investigación es aplicada y el diseño es cuasi experimental, la población fue los edificios sismorresistentes de concreto armado de la Urb. Mayorazgo del distrito de Ate y como muestra fue el edificio de 6 pisos "El Prado". Se utilizó como herramienta para el análisis estructural el software ETABS, donde se efectuó un análisis lineal y no lineal (Pushover) al edificio original y con reforzamiento de encamisado de concreto y adición de muros de corte, teniendo como resultado para el reforzamiento con muros de corte derivas en X de 0.0061 y en Y de 0.0026, una cortante basal en X y en Y de 80.2Tn, un periodo de vibración de 0.796s, el punto de desempeño para el sismo raro en dirección X de 10.98cm y en dirección Y de 4.98cm con una ductilidad en X de 11.93 y en Y de 10.89. Como principal conclusión se determinó que el reforzamiento con adición de muros de corte tiene un mejor comportamiento sismorresistente en relación a las derivas, cortante basal, periodo de vibración, punto de desempeño y ductilidad.

Palabras clave: Encamisado de concreto, muros de corte, punto de desempeño, ductilidad.

ABSTRACT

The research work aimed to determine how the reinforcement systems improve the earthquake-resistant behavior of the “El Prado” building. The type of research is applied and the design is quasi-experimental, the population was the earthquake-resistant buildings made of reinforced concrete in the Urb. Mayorazgo in the Ate district and as a sample it was the 6-story building “El Prado”. The ETABS software was used as a tool for structural analysis, where a linear and non-linear analysis (Pushover) was carried out on the original building and with reinforcement of concrete cladding and addition of shear walls, resulting in the reinforcement with concrete walls. drift cut in X of 0.0061 and in Y of 0.0026, a basal shear in X and in Y of 80.2Tn, a vibration period of 0.796s, the performance point for the rare earthquake in X direction of 10.98cm and in Y direction 4.98cm with a ductility in X of 11.93 and in Y of 10.89. As the main conclusion, it was determined that the reinforcement with the addition of shear walls has a better earthquake-resistant behavior in relation to drifts, basal shear, vibration period, performance point and ductility.

Keywords: Concrete cladding, shear walls, performance point, ductility.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países con más actividad sísmica, debido a que se encuentra en el cinturón de fuego; así mismo, se sabe que la ciudad de Lima tiene un silencio sísmico de más de 271 años lo que significa que tiene mucha energía acumulada, el cual se podría liberar en cualquier momento provocando pérdidas humanas y daños estructurales. Un ejemplo de ello, a nivel Internacional es el sismo de 7.8 que ocurrió en Ecuador donde la Parroquia Tonsupa sufrió daños en las columnas provocando la reducción de la resistencia a compresión y corte, volviéndola vulnerable. Por ese motivo, se reforzó las columnas con encamisado logrando que las demandas sísmicas de sismo ocasional, frecuente, raro y muy raro interceptan con la curva de capacidad cumpliendo con los niveles de desempeño sísmico y teniendo una ductilidad en la dirección X de 5.37 y en la dirección Y de 5.57, lo cual indica que la estructura tiene una buena ductilidad ³². Así mismo, a nivel nacional el Hospital Casimiro Ulloa ubicado en el distrito de Miraflores, tuvo un comportamiento sísmico inadecuado debido a la mala distribución de pesos muertos y desgaste del material por agentes naturales por lo que actualmente no cumple con los parámetros y exigencias de la norma sismorresistente E.030. Con derivas en la dirección X de 0.0094 y en la dirección Y de 0.012. Es por ello, que la estructura fue reforzada con muros de corte distribuidas de forma homogénea mejorando su deriva máxima en x de 0.00123 y en dirección y de 0.004, donde su periodo fundamental se redujo de 0.63s a 0.31s con una cortante de diseño en X de 803tn y en Y de 807tn ⁸. Por los argumentos anteriormente descritos, es necesario evaluar de qué manera los sistemas de reforzamiento mejoran el comportamiento sismorresistente de los edificios.

Entonces, el problema general es: ¿De qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismorresistente del edificio “El Prado” – Urb. Mayorazgo, Ate – 2020?

La investigación sirve para evaluar qué sistema de reforzamiento permite mejorar el comportamiento sísmico en relación a su eficiencia, para proteger los edificios ante, durante y después de un evento sísmico.

Así mismo, el trabajo tiene como importancia definir distintos sistemas de reforzamientos que ayuden a elegir un adecuado sistema, el cual permita proteger

a estructuras que se encuentren vulnerables, evitando que tengan daños considerables ante un sismo y así proteger la vida humana.

El objetivo general es: Determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismorresistente del edificio “El Prado” – Urb. Mayorazgo, Ate – 2020.

Así mismo los objetivos específicos son: determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sísmico lineal en relación a la deriva del edificio “El Prado”. Determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sísmico lineal en relación a la cortante en la base del edificio “El Prado”. Determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sísmico lineal en relación a los periodos de vibración del edificio “El Prado”. Determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sísmico no lineal estático en relación al punto de desempeño del edificio “El Prado” y determinar de qué manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sísmico no lineal estático en relación a la ductilidad del edificio “El Prado”.

La hipótesis del trabajo es: El sistema de reforzamiento con adición de muro de corte mejora el comportamiento sismo resistente del edificio “El Prado” –Urb. Mayorazgo, Ate – 2020.

II. MARCO TEÓRICO

AGUIAR et al (2017), en su investigación titulada *Seismic reinforcement of building Banco Central de Manta*. Tuvo como objetivo de investigación plantear reforzamientos sísmicos para poder rigidizar la estructura. Fue un estudio de tipo explicativa y experimental, la población de estudio muestra y muestreo fueron los bloques 1, 2 y 3 del Banco Central de Manta; los instrumentos empleados fueron sistemas de computación CEINCI-LAB y software SAP 2000. Los principales resultados que se obtuvieron al utilizar el reforzamiento con muros de corte, fue que su deriva máxima en dirección X tenía un desplazamiento de 0.00473 y en la dirección Y tenía un desplazamiento de 0.00665, logrando obtener un periodo de vibración de 0.45s. Se concluyó que los muros de corte en forma de L con un espesor de 40cm ayudaban a mejorar el comportamiento estructural del edificio **(2)**.

NAYRA (2017), en su investigación titulada *Reforzamiento estructural de edificaciones familiares para el uso de entidades financieras – caso Caja Arequipa – Puno*. Tuvo como objetivo de investigación proponer alternativas de reforzamiento estructural de viviendas familiares para el uso de entidades financieras. Fue un estudio de tipo aplicado y de nivel tecnológico, la población de estudio muestra y muestreo fue el edificio familiar ubicado en la ciudad de Puno; el instrumento empleado fue el software ETABS. Los principales resultados fue que la edificación sin reforzamiento presentaba problemas de rigidez teniendo una cortante basal en las direcciones X y en dirección Y de 83Tn, pero al utilizar un reforzamiento con muros de corte el cortante basal incremento en la dirección X y en dirección Y a 118Tn. Se concluyó que la estructura reforzada tendrá una mayor fuerza sísmica en los pisos debido al incremento de la cortante basal **(27)**.

PALACIOS et al (2019), en su investigación titulada *Structural reinforcement with walls of cut, of building of the Faculty of Philosophy and Letters of the Technical University of Manabí*. Tuvo como objetivo de investigación mejorar la resistencia y rigidez de la estructura mediante la construcción de muros de corte. Fue un estudio de tipo descriptiva y experimental, la población de estudio muestra y muestreo fueron algunas columnas del edificio del bloque 1, 2 y 3; el instrumento utilizado fue el software ETABS. Los principales resultados fue que el modelamiento de la estructura sin refuerzo arrojaba un periodo de vibración de 0.9s y derivas altas donde el bloque 1 tenía 2.84%, el bloque 2: 2.02% y el bloque 3: 2.85%; por otro lado, la estructura reforzada redujo el periodo a 0.46s y las derivas del bloque 1 a

0.78%, el bloque 2 a 0.82% y el bloque 3 a 0.70%. Se concluyó que se reforzará 30 columnas con 10 muros de corte en cada bloque, las cuales tendrá un espesor 25cm, permitiendo así mejorar su comportamiento sísmico **(30)**.

PINTO y TORRES (2016), en su investigación titulada *Reducción de la vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar mediante reforzamiento estructural*. Tuvo como objetivo de investigación proponer la reparación y reforzamiento de la estructura. Fue un estudio de tipo descriptivo y cuasi experimental, la población muestra y muestreo fueron los elementos estructurales (columnas, vigas, muros y zapatas) de la edificación; los instrumentos empleados fueron informes topográficos, estudio de suelos y pruebas esclerométricas. Los principales resultados que se obtuvo del edificio sin reforzar fue que en el análisis estático no lineal el punto de desempeño para un sismo raro estaba fuera de la curva de capacidad; pero al reforzarla con muros de corte se logró que el punto de desempeño interceptara con la curva de capacidad, estando en un nivel de seguridad de vida **(34)**.

ARONE (2019), en su investigación titulada *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de la I.E. N°1199 Mariscal Ramón Castilla, UGEL N°6 del Distrito de Chaclacayo*. Tuvo como objetivo de estudio evaluar la vulnerabilidad sísmica de la I.E. N°1199 Mariscal Ramón Castilla UGEL N°6 del distrito de Chaclacayo. Fue un estudio de tipo cuantitativo y aplicada, la población de estudio muestra y muestreo fueron los pabellones de primaria y secundaria de la I.E N°1199 – mariscal Ramón Castilla; los instrumentos empleados fueron los ensayos de esclerómetro y el uso de software SAP2000. Los principales resultados del análisis no lineal de la estructura sin refuerzo fue que tenía una ductilidad en la dirección X de 3.3 y en la dirección Y de 3.8; pero al utilizar el refuerzo con encamisado de columna su ductilidad incremento en la dirección X a 5.2 y en la dirección Y a 5.8. Se concluyó que el reforzamiento en columnas utilizando la técnica de encamisado mejora la ductilidad satisfactoriamente lo cual, garantiza tener un desempeño óptimo para seguir brindando su servicio después de un sismo **(10)**.

ALCÁNTARA y NALVARTE (2016), en su investigación titulada *Desempeño estructural aplicando la norma ATC-40 para el reforzamiento del pabellón "Monoblock" del Instituto Nacional de Salud del Niño (Breña – Lima)*. Tuvo como objetivo de investigación determinar el aporte de la norma ATC-40, en el

mejoramiento de nivel de desempeño estructural, para plantear un adecuado sistema de reforzamiento en el pabellón “Monoblock” del instituto Nacional de salud del Niño. Fue un estudio de tipo descriptivo y cuasi experimental, la población de muestra y muestreo fueron los edificios esenciales Tipo A1 y el edificio Monoblock. Los instrumentos empleados fueron los cuestionarios semiestructurado de respuesta dicotómica. Los principales resultados que se obtuvieron del edificio reforzado fue que en el análisis estático no lineal se tuvo una ductilidad en la dirección X de 5.1 y en la dirección Y de 6.3 logrando tener una ductilidad alta, la cual garantiza mayor seguridad y tiempo de evacuación al momento de ocurrir un sismo (5).

Los sistemas de reforzamiento son procesos que se utilizan para mejorar la capacidad de carga y el estado de serviciabilidad de una estructura, incrementando las dimensiones de sus elementos estructurales o añadiendo nuevos elementos. Los reforzamientos se dan normalmente por daños estructurales, inadecuado análisis del proyecto, el cambio de uso del edificio, etc. ³⁹. Así mismo, existen diferentes sistemas de reforzamientos que son utilizados según la necesidad (resistencia, ductilidad, etc.) que tenga la estructura ante un sismo, estas son:

Adición de muros de corte: Sirve para incrementar la capacidad sismo resistente y para disminuir los desplazamientos laterales de la estructura, reemplazando elementos estructurales o no estructurales existentes ²⁸.

Adición de arriostres metálicos: Utilizada para edificios de gran altura debido a que ayuda a distribuir de una mejor manera las cargas laterales hasta la cimentación mejorando su estabilidad lateral y resistencia.

Contrafuerte: Son estructuras colocadas al exterior de los edificios, las cuales pueden estar un lado o los dos lados de la estructura, con el fin de distribuir las cargas horizontales a la cimentación y así aumentar la resistencia de los edificios.

Reforzamiento de columnas: Es aplicada para mejorar la resistencia sismica del elemento con la finalidad de obtener columna fuerte y viga debil, este reforzamiento es utilizado mayormente cuando la estructura presenta deficiencia de rigidez y resistencia lateral y se puede realizar de tres formas ²¹:

- **Encamisado de concreto:** Se realiza aumentando la sección de las columnas existente mejorando su rigidez, ductilidad y resistencia ante esfuerzos axiales, flexión y cortante logrando obtener una columnas fuertes ante un evento sísmico ¹⁶.
- **Encamisado metalico:** Es utilizada para reforzar columnas sin alterar la arquitectura de la estructura con la que fue diseñada inicialmente ⁴.
- **Encamisado con fibra de carbono:** Es una técnica que se encarga de envolver la columna de acuerdo a especificaciones tecnicas, con el fin de mantener sus dimensiones iniciales y aumentar su resistencia a la traccion ²⁶.

Luego de revisar todos los sistemas de reforzamiento nuestro trabajo se basará en evaluar los reforzamientos con encamisado de concreto y muros de corte, debido a que ayudan a que la estructura tenga una mejor rigidez y resistencia a la cortante. Donde para obtener el área de estos reforzamientos se utilizará la fórmula de resistencia al esfuerzo cortante en columnas y placas, donde la cortante **Vn** será reemplazada por la cortante basal para poder despejar **bd** que será el área que se necesita para esa cortante ³⁹.

$$V_c = 0.53\sqrt{f_c} 'bd \quad (1.1)$$

Mientras que el aporte del acero

$$V_s = A_v f_y d / s \quad (1.2)$$

Por lo tanto, el cortante total que puede resistir una sección es: $V_u = \emptyset (V_c + V_s)$.

$$V_b = 0.53\sqrt{f_c} 'bd + A_v f_y d / s \quad (1.3)$$

Donde se despejara **bd**.

El análisis estático según la norma de sismo E.030 ²⁵, se basa en hallar una fuerza proveniente de un sismo, que actúa en la base de la estructura, la cual es llamada cortante basal y se distribuye hacia los centros de masa por cada piso logrando una deformación proporcional a su peso y a un exponente "K" que está en relación al periodo de vibración de la edificación ²³.

- **Cortante Basal:** Es una fuerza de reacción localizada en la base de la estructura, la cual para estructuras regulares no debe ser menor que el 80%

y para estructuras irregulares no menores al 90%; siendo representadas de la siguiente manera:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El análisis dinámico modal espectral según la norma de sismo E.030 ²⁵ es un método que puede ser aplicado para cualquier estructura, este método no solo contempla las fuerzas que actúan en cada piso (derivadas), sino también la aceleración y la velocidad (periodo de vibración) que son ocasionadas por las deformaciones de la estructura en un evento sísmico, la cual es representada por ²³:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

El análisis no lineal estático (Pushover) según la normativa del FEMA 400 ²⁰ es un método que consiste en aplicar cargas laterales a la estructura, la cual es incrementada monótonamente creando rótulas plásticas y llevándolo al máximo desplazamiento (punto de colapso), la cual será reflejada en la curva de capacidad, de esta manera se evalúa la capacidad resistente de la estructura teniendo en cuenta la fuerza y deformación de cada elemento estructural, para lo cual se necesita determinar tres elementos primarios que son ⁴⁰:

- **Capacidad:** Depende de la resistencia que tiene la estructura para soportar ciertos niveles de deformación ³⁷.
- **Demanda:** Se mide a partir de la excitación del suelo de fundación que provoca patrones que deforman la estructura que es medida por desplazamientos ¹².
- **Desempeño:** Se halla después de haber definido la curva de capacidad y los desplazamientos de demanda, con el fin de verificar si la estructura responde de manera adecuada según los límites de aceptabilidad ¹. Para lo cual, se debe tener en cuenta los 4 niveles de desempeño que tiene la estructura ante una demanda sísmica definido por el comité VISION 2000 ³⁸, los cuales son: totalmente operacional (estructura sin daño), ocupación inmediata (estructura con daño leve), seguridad de vida (estructura con daño moderado) y prevención al colapso (estructura con daños severos) ²⁴.

Teniendo la siguiente representación:

Tabla 1: Valores limites de derivas maximas de entrepiso.

NIVEL DE DESEMPEÑO	DERIVA (cm)
Totalmente Operacional	0.000 - 0.002
Operacional	0.002 - 0.005
Seguridad de vida	0.005 - 0.015
Prevencion al colapso	0.015 - 0.025
Colapso	0.025 - a más

Fuente: Vision 2000

De igual manera se tiene que tener en cuenta los 4 niveles de demanda sísmica, para un determinado periodo de retorno, los cuales son: sismo frecuente (periodo de retorno 43 años), sismo ocasional (periodo de retorno de 72 años), sismo raro (periodo de retorno de 475 años) y sismo muy raro (periodo de retorno de 970 años) 17.

Finalmente se debe considerar los 3 objetivos que tiene el desempeño ante un sismo, las cuales se dividen en: objetivo básico (aplicados para edificaciones comunes como hoteles, oficinas, viviendas, etc.), objetivo esencial (aplicado para edificaciones que contienen muchas personas como los teatros, museos, centros comerciales, etc.) y objetivo de seguridad crítica (aplicado para edificaciones que tienen un alto riesgo de producirse daños considerables después de un sismo como los aeropuertos, instalaciones eléctricas, etc.). Para edificaciones que deben seguir funcionando para servir como refugio después de un sismo, las cuales son: universidades, hospitales, etc. 33.

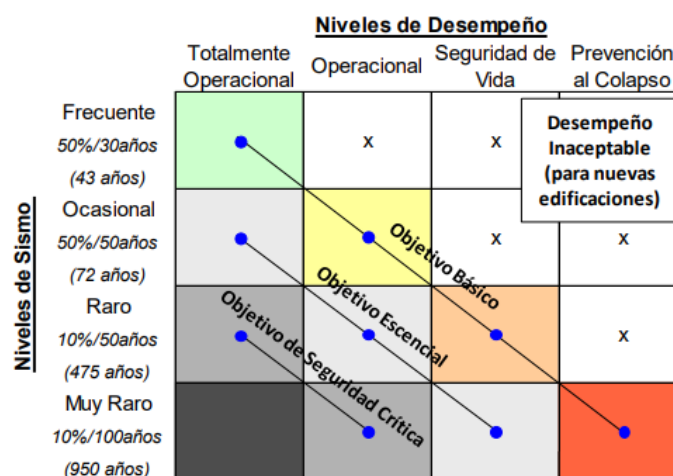


Figura 1: Objetivos de desempeño.

La ductilidad es la capacidad que tienen los elementos y toda la estructura de incursionar en el rango inelástico sin llegar a la falla y sin reducir su capacidad resistente, donde los principales valores que se usan para definir la ductilidad teórica son ¹⁹:

- Desplazamiento de fluencia (y).
- Desplazamiento de diseño (d).
- Desplazamiento máximo que el edificio es capaz de soportar *máx* o u .
- Demanda de ductilidad de desplazamiento = d/y .
- Capacidad de ductilidad de desplazamiento = u/y .

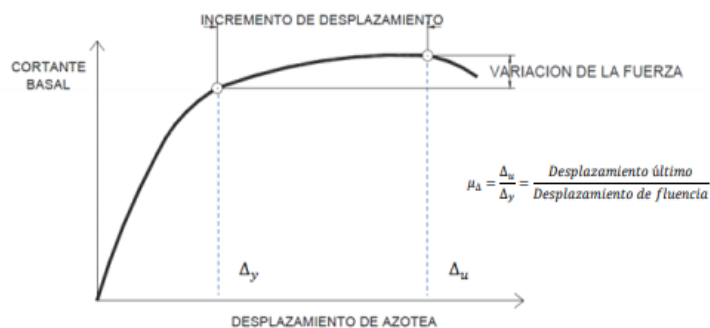


Figura 2: Ductilidad de desplazamientos.

Luego de definir los niveles de desempeño y la ductilidad, se analizarán 3 niveles sísmicos, los cuales son: el sismo de servicio (este nivel es 0.5 veces el sismo de diseño, con un periodo de retorno de 75 años), el sismo de diseño (nivel infrecuente de la sacudida del suelo, con un periodo de retorno de 475 años) y el sismo máximo (nivel de movimiento sísmico de la base es 1.25 a 1.5 veces al movimiento en sismo, con un periodo de retorno de 975 años) ⁷.

La carga lateral triangular invertida utilizada para el análisis pushover se calcula de acuerdo a cómo varía el factor K, de la siguiente expresión ³¹.

$$F_i = \frac{W_i h_i^k}{\sum_{i=1}^N W_i h_i^k} V_b \quad (1.4)$$

Donde:

W_i : Peso del piso i

h_i : Altura del piso i

Vb : Corte en la base

k : Factor relacionado al periodo de la estructura ($k = 1$ para $T < 0.5$, $k = 2$ para $T > 2.5$)

Para obtener el método del espectro de capacidad necesitamos la curva de capacidad de la estructura propuesta por el ASCE 41-13 ¹¹ que es representada por la curva Pushover, la cual presenta una relación entre la contrate en la base y el desplazamiento máximo asociado en el tope de la misma. Por ello, para poder obtener el espectro de capacidad es necesario convertir la curva de capacidad utilizando las siguientes fórmulas ³.

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}) / g}{\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}^2) / g} \quad \alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}) / g]^2}{[\sum_{i=1}^N (\omega_i) / g] \cdot [\sum_{i=1}^N (\omega_i \Phi_{i,1}^2) / g]} \quad (1.5)$$
$$Sd = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1 \cdot \Phi_{techo,1}} \quad Sa = \frac{V/W}{\alpha_1}$$

Donde:

PF1: Factor de participación modal para el primer modo natural.

α : Coeficiente modal de masa para el primer modo natural.

g: Aceleración de la gravedad

w_i: Peso correspondiente al nivel “i”

Φ_{i-1} : Coeficiente de forma modal del nivel “i” en el modo “1”

v: Fuerza cortante en la base

W: Carga permanente más un porcentaje de la carga viva, total del edificio

Δ_{techo} : Desplazamiento en el tupa de la estructura

sa: Aceleración espectral

Sd: Desplazamiento espectral

Teniendo el siguiente resultado de conversión:

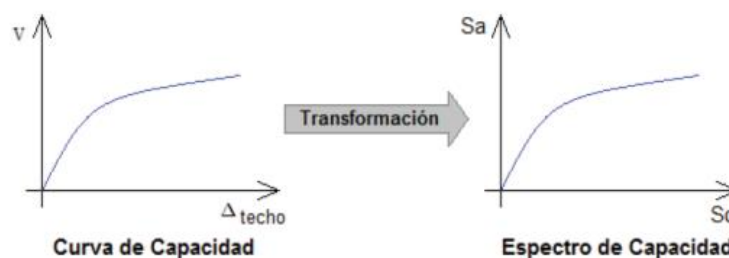


Figura 3: Conversión de la Cuva de capacidad a Espectro de capacidad.

Para obtener o construir el espectro de demanda se necesita tener información sobre las condiciones del sitio; así mismo al uso no se le debe atribuir ningún factor de reducción ($R=1$). Según FEMA 400 ²⁰ para determinar el Punto de Desempeño se debe intersectar el espectro de demanda con el espectro de capacidad, la cual representa el máximo desplazamiento; así mismo se debe construir una familia de espectros, la cual parte del espectro de diseño ⁶.

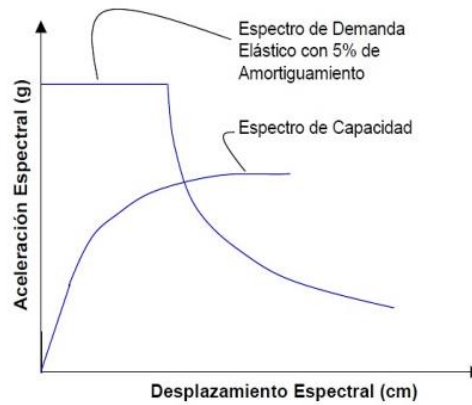


Figura 4: Punto de desempeño

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo:

La investigación aplicada se define como un conjunto de conocimientos teóricos utilizados para la búsqueda de soluciones ante un problema específico existente ¹⁸. La presente investigación es aplicada, porque se basa en analizar teorías relacionadas a sistemas de reforzamientos para encontrar una adecuada solución ante un inadecuado comportamiento sismorresistente de la estructura.

Diseño:

El diseño cuasi experimental se define como un estudio que se encarga de manipular la variable independiente para analizar los efectos que tiene sobre la variable dependiente. Este diseño usa como técnica la observación y recolección de datos ¹⁴. El diseño de la investigación es cuasi experimental, porque nos basaremos en manipular dos sistemas de reforzamientos con la finalidad de medir los resultados que tendrá cada una en relación al comportamiento sismorresistente.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Sistemas de Reforzamientos

Definición conceptual: Son procesos que se utilizan para mejorar la capacidad de carga y el estado de serviciabilidad de una estructura, incrementando las dimensiones de los elementos estructurales o añadiendo nuevos elementos ³⁹.

Definición operacional: Se evaluará el comportamiento de la estructura original, luego se aplicará el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto y finalmente el reforzamiento con la adición de muro de corte para medir sus respuestas estructurales.

Variable dependiente: Comportamiento sismorresistente

Definición conceptual: Es la manera de cómo se comporta una estructura soportando las acciones sísmicas, sin colapsar ni sufrir daños estructurales fuertes ³⁵.

Definición operacional: Se realizará el análisis de la estructura con el reforzamiento de encamiso de concreto y la adición de muros de corte mediante el software ETABS para medir el comportamiento sísmico lineal y no lineal estático.

3.3. Población, muestra y muestreo:

Población: Es un conjunto de personas u objetos del cual se quiere tener información; estas a su vez deben presentar características similares al tema en estudio ⁹. Considerando esa definición la población establecida para nuestro proyecto de investigación son todos los edificios sismorresistentes de concreto armado de la Urb. Mayorazgo del distrito de Ate.

Muestra: Es el subconjunto de toda la población, las cuales presentan características esenciales que se requiere para la investigación, estas pueden ser halladas mediante la técnica del muestreo ²⁹. Teniendo en cuenta esa definición se considera el informe anual N° 23 de CAPECO llamado “El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y Callao”, el cual tiene como resultado que durante el 2018, en Lima Este (distrito de Ate) existen edificios de concreto armado que en su mayoría son de 4 a 8 pisos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se tomara como muestra de la investigación los edificios de 6 pisos, del cual el más representativo es el edificio “El Prado” debido a que se cuenta con información de los planos y se tiene accesibilidad al edificio para realizar los estudios; así mismo, el edificio presenta anomalías estructurales que requieren de una intervención con procedimientos de reforzamientos.

Muestreo: Es una técnica estadística que se encarga en determinar la muestra representativa de la población mediante dos métodos estadísticos que son: las muestras probabilísticas realizada mediante formulas y la muestra no probabilística realizada mediante la selección de un sujeto teniendo en consideración criterios de estudio que se quiere investigar ²⁹. Considerando que el edificio “El Prado” es el más representativo de los edificios de la población, por ende se elige la muestra no probabilística utilizándose el muestreo dirigido a conveniencia del investigador, porque el edificio presenta anomalías estructurales que son necesarias a ser estudiadas en nuestra investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica:

La observación experimental es una técnica que se caracteriza por manipular de manera indirecta las variables de estudio, la cual puede ser controlada por el investigador, con el fin de obtener la información necesaria para su estudio ¹³. La presente investigación tiene como técnica la observación experimental mediante la simulación con el apoyo del software ETABS, la cual permitirá analizar el comportamiento sismorresistente de la estructura existente, la estructura reforzada con encamisado de concreto y muros de corte, con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en nuestra investigación.

Instrumento:

La ficha de recolección de datos se encarga de registrar y comparar los resultados de un estudio, con el fin de obtener de una manera eficiente las conclusiones de la investigación ¹⁵. La presente investigación tiene como instrumento la ficha de recolección de datos debido a que nos permite registrar los resultados obtenidos de nuestra investigación.

Así mismo, las fichas técnicas a utilizar serán:

Tabla 2: Ficha técnica de recolección de datos

FICHA N°	INDICADOR DE V.D.	ANEXO
Ficha 1	Derivas	(ANEXO 3)
Ficha 2	Cortante basal	(ANEXO 4)
Ficha 3	Periodo de vibración	(ANEXO 5)
Ficha 4	Punto de desempeño	(ANEXO 6)
Ficha 5	Ductilidad	(ANEXO 7)

Fuente: Elaboración propia

Validez:

La validación por juicio de expertos es el conjunto de opiniones hechas por personas con trayectoria y que sean reconocidos como expertos en el tema de estudio, los cuales pueden estar dentro y fuera de las universidades, institutos, etc. ³⁶. La presente investigación tendrá la validación de 3 expertos en relación al tema de reforzamiento estructural y el comportamiento sismorresistente de una edificación, la cual será mostrada en el ANEXO 3, 4, 5, 6 y 7.

Confiabilidad

El certificado de licencia software es un comprobante que le otorga la empresa a la persona que lo solicita con el fin de transmitirle la forma de cómo activar su licencia mediante términos y condiciones de uso del software ²⁰. La presente investigación presentará como confiabilidad el certificado de licencia del software ETABS, la cual será adjuntada en el ANEXO 8

3.5. Procedimientos:

Paso 1: Recopilación de información complementaria

- Se cuenta con los planos de arquitectura y estructuras.
- Se verificará las dimensiones de cada elemento estructural in situ.

Paso 2: Registro de fotos del estado actual de la edificación

- Se registrará en fotos el estado actual de la edificación.

Paso 3: Compatibilización y recopilación de ensayos existentes

- Se recopilará y se compatibilizará los estudios de mecánica de suelos.
- Se recopilará y se compatibilizará los ensayos de diamantina de vigas y columnas.

Paso 4: Cálculos para hallar la resistencia del concreto ($f'c$)

- Se obtendrá los datos de la geometría de las probetas
- Se detallará los factores de corrección.
- Se aplicará métodos para hallar la resistencia del concreto ($f'c$).
- Se calculará los métodos para hallar la resistencia del concreto ($f'c$) para el modelado de la estructura.
- Se definirá las propiedades de los materiales que se utilizarán para el modelado de la estructura.

Paso 5: Datos para el metrado de cargas

- Se detallará las cargas por peso propio.
- Se detallará las cargas vivas.
- Se detallará las cargas producidas por sismo.

Paso 6: Cálculo para hallar los niveles de amenaza sísmica

- Niveles de amenazas sísmicas para el desempeño de la estructura.

Paso 7: Análisis y revisión del diseño existente (Modelo 1)

- Se modelará la estructura existente (apoyo con software ETABS).
- Análisis lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS).
- Análisis no lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS).
- Revisión del diseño y comportamiento estructural de acuerdo a la norma vigente.

Paso 8: Primera propuesta de reforzamiento con encamisado de concreto (Modelo 2)

- Estructuración y predimensionamiento del encamisado de concreto.
- Modelado de la estructura con encamisado de concreto (apoyo con software ETABS).
- Análisis lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS).
- Análisis no lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS).
- Revisión del diseño y comportamiento sismorresistente de acuerdo a la norma vigente E.030 y a las normas de análisis no lineal FEMA 440, ASCE 41-13 y VISION 200.

Paso 9: Segunda propuesta de reforzamiento con adición de muros de corte (Modelo 3)

- Estructuración y predimensionamiento de la adición de muros de corte.
- Modelado de la estructura con adición de muros de corte (apoyo con software ETABS).
- Análisis lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS).

- Análisis no lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS).
- Revisión del diseño y comportamiento sismorresistente de acuerdo a la norma vigente E.030 y a las normas de análisis no lineal FEMA 440, ASCE 41-13 y VISION 200.

3.6. Método de análisis de datos

Es un proceso que se encarga de obtener de manera eficiente los resultados del estudio mediante tablas, gráficos, cuadros, etc. con el objetivo de recopilar información necesaria para elaborar conclusiones ¹⁰. La presente investigación procesará la información de los resultados mediante tabulaciones, cuadros y tablas; así mismo, se tomará en cuenta la estadística descriptiva que comprende la comparación de resultados y promedios.

3.7. Aspectos éticos

Se respetará la propiedad intelectual del software mediante la licencia de uso brindada por la empresa CSI (Computers and Structures, Inc.). Además, conviene aclarar que se respetará el derecho de autor del TURNITIN para la ver la cantidad de plagio que tiene la investigación; así mismo, las referencias serán citadas según el ISO 690 para respetar el derecho de autor sobre la información mencionada en la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. DESARROLLO DE PRODECIMIENTO:

Paso 1: Recopilación de información complementaria.

- Se contó con los planos de arquitectura y estructuras.

Descripción del plano de arquitectura: En el primer nivel se tiene 1 departamento y a partir del segundo nivel se contabilizará 2 departamentos por nivel, dando un total de 11 departamentos en los 6 pisos y un último piso dedicado a tendal. Cada departamento contará con acceso directo a la escalera, sala, comedor, cocina, lavandería, dos dormitorios con su respectivo baño y un estudio, el cual está adjunto en el ANEXO 9.

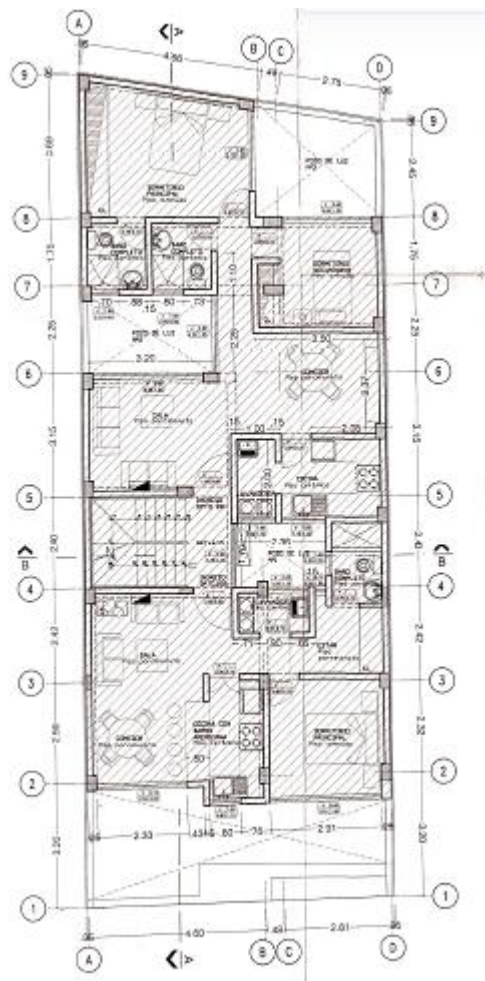


Figura 5: Plano vista planta de distribución - Primer piso

Descripción del plano de estructura: La estructura presenta un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección X-X y un sistema de pórticos de concreto armado en la dirección Y-Y. Los techos de la estructura están íntegramente conformados por losas aligeradas, que en este caso actúan a manera de diafragma rígidos en ambos niveles. La estructura se considerará regular ya que de acuerdo a la norma E. 030 cumplen con los parámetros de regularidad ($R=8$), el edificio es de uso común ($U=1$) y está ubicado en lima ($z=0.45$) sobre un suelo intermedio ($S2=1.05$), donde su altura de entre piso es de 2.6m para todos los niveles, el cual esta adjuntado en el ANEXO 10.

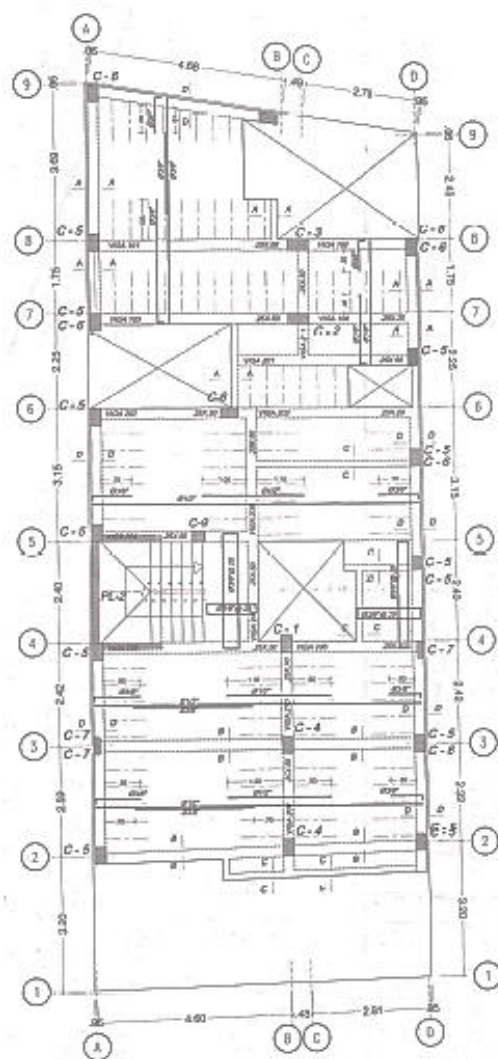


Figura 6: Plano vista planta de estructura.

- **Se verificó las dimensiones de cada elemento estructural in situ.**

Se fue al lugar de estudio para verificar que los elementos y las áreas correspondan a lo establecido en el plano de estructuras y arquitectura.



Figura 7: Peralta de la viga 50x25cm



Figura 8: Columna de 40x25cm

Paso 2: Registro de fotos del estado actual de la edificación.

- **Fallas estructurales de la estructura.**

Luego de realizar la visita a la estructura se pudo visualizar que esta presentaba fallas estructurales críticas en los muros de tabiquería, el cual requiere de un análisis más profundo y de manera global, para lo cual se necesita tener como dato el estudio de mecánica de suelos y la resistencia del concreto por medio de la diamantina.



Figura 9: Rajaduras en los muros

Paso 3: Compatibilización y recopilación de ensayos existentes

- **Se recopiló y se compatibilizó los estudios de mecánica de suelos.**

Trabajo de campo: Se realizó 02 calicatas y no 03 calicatas debido a que el predio, en su gran porcentaje de área ocupada cuenta con tuberías de desagüe y de electricidad. Por lo tanto, se tomó el criterio de solo realizar 02 puntos para la exploración de suelos que contaba con una profundidad mínima de 3.00m considerando desde su nivel de terreno natural. Ver ANEXO 11.

Tabla 3: Cuadro de calicatas

Calicata	Profundidad (m) total
C-01	3
C-02	3

Fuente: Elaboración propia.

Muestra disturbado: Se tomaron muestras disturbadas en cada tipo de suelo encontrados, en cantidades suficientes como para realizar los siguientes ensayos:

- 01. Análisis Granulometría ASTM D-422
- 02. Corte directo ASTM D-3080
- 03. Análisis Químico
Contenido de sales Totales MTCE-219

Descripción del perfil estratigráfico: En conformidad con las labores de campo, ensayos de laboratorio, clasificación de los suelos en las excavaciones se tiene el siguiente perfil de suelo:

- En las calicatas C-01, C-02 ejecutadas se encuentran superficialmente relleno compuesto de una losa de concreto de 0.15m y seguidamente se encontró en el estrato M-01 gravas arcillosas sueltas.
- En el estrato M-02, está compuesto por gravas mal graduada.

Análisis Químico: De los resultados obtenidos por el análisis químico realizado en la calicata C-01 se obtuvo que los valores de sulfato no ocasionan un ataque químico al concreto de la cimentación debida a su baja sales solubles totales.

Tabla 4: Cuadro de análisis químico.

Calicata N ^o	Profundidad (m)	Sales solubles Totales PPM
C-01	0.55 - 3.0	3492

Fuente: Elaboración propia.

Registro de Calicatas

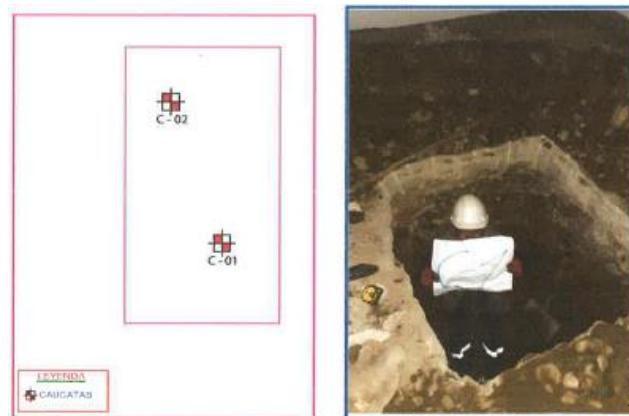


Figura 10: Calicata C-01.

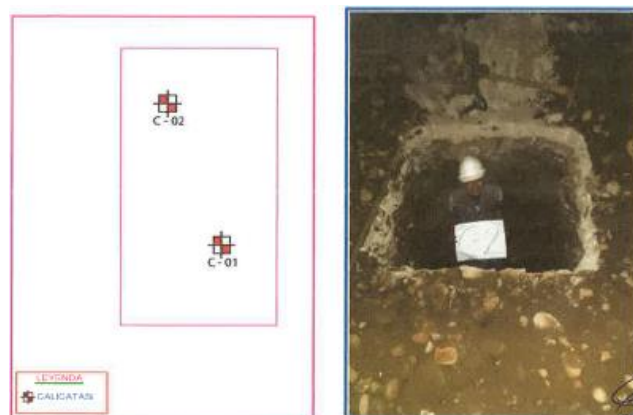


Figura 11: Calicata C-02

- Se recopiló y se compatibilizó los ensayos de diamantina en vigas y columnas.

Extracción de diamantina: Con la finalidad de evaluar la calidad del concreto existente en el edificio “EL PRADO”, se realizó la extracción de núcleos de concreto con broca diamantina (8 testigos), como se visualiza en la imagen.

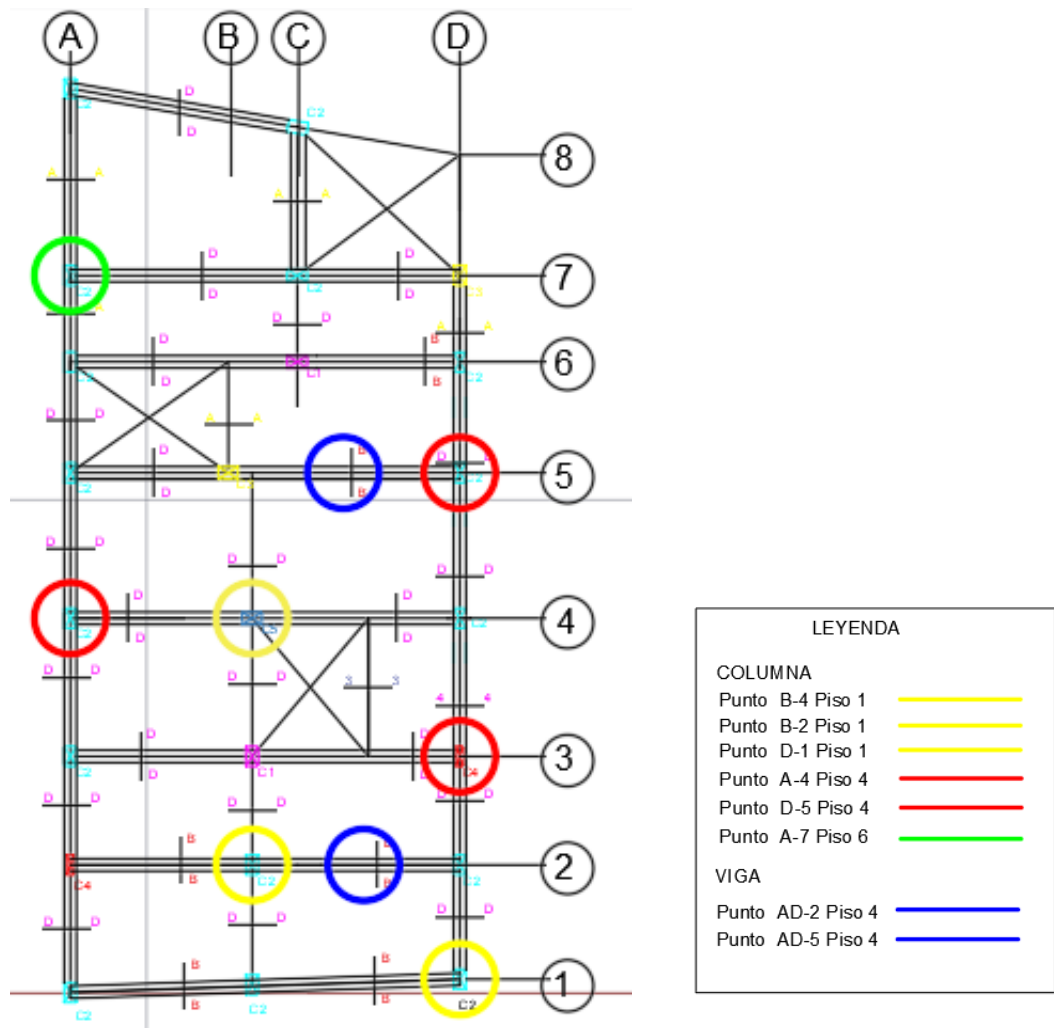


Figura 12: Croquis de ubicación de la extracción de diamantina.

La extracción de los testigos se realizó en forma perpendicular a la superficie de cada elemento, cuidando que la zona no se encuentre próxima a los bordes ni existan juntas.

Posteriormente se realizó el ensayo a la resistencia a la compresión en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (LEM - UNI), siguiendo las indicaciones de las Normas NTP 339.034:2015 y procedimiento interno AT-PR-11. Ver ANEXO 12

Registro de extracción de diamantina



Figura 13: Extracción de diamantina de la columna



Figura 14: En la vista se aprecia la muestra obtenida en la columna del cuarto principal.



Figura 15: En la vista se aprecia la perforación realizada en la columna del cuarto principal.

Paso 4: Cálculos para hallar la resistencia del concreto (f'_c)

- **Obtención de los datos de la geometría de las probetas**

El tamaño máximo nominal del agregado grueso usado en el concreto ha sido determinado como 1", por lo que se ha utilizado una copa de 5.98cm para obtener probetas.

La altura de las probetas ha sido variable, obteniendo valores entre 6.70 m y 10.80cm, en todos los casos el diámetro ha sido de 5.98cm. Todos los testigos se han ensayado en estado seco, debido a que es la condición de servicio del concreto de la estructura.

- **Factores de corrección**

En los casos que los especímenes tengan una relación entre longitud y diámetro, menor de 2, se deberán ajustar los resultados del ensayo de compresión, para corregir el efecto de "sunchado" que se produce en el proceso de aplicación de la carga. Para los efectos de ajustar la resistencia a un equivalente de la probeta normal, podrá utilizarse los coeficientes normalizados siguientes:

Tabla 5: Factores de corrección

Longitud / Diámetro	ASTM
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Fuente: Elaboración propia.

- **Métodos para hallar la resistencia del concreto ($f'c$)**

La resistencia del concreto en la estructura (resistencia en el sitio) se midió con frecuencia usando núcleos perforados de la estructura. Estos se ensayan de la misma manera que los cilindros. La norma ASTM C42 “*Standard Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete*” especifica cómo tales pruebas deben llevarse a cabo. La resistencia de los ensayos en núcleos presenta una mayor dispersión debido a una amplia gama de variables.

Tabla 6: Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de los testigos de diamantina.

Nº	Testigo	Ubicación	Elemento	Factor de correlacion	f_c (kg/cm ²)
1	D-1	6to piso	Columna	0.91	198
2	D-2	4to piso	Columna	0.97	217
3	D-3	4to piso	Columna	0.87	269
4	D-4	4to piso	Viga	1	206
5	D-5	4to piso	Viga	0.97	236
6	D-6	1er piso	Columna	0.96	197
7	D-7	1er piso	Columna	0.97	295
8	D-8	1er piso	Columna	1	282

Fuente: Elaboración propia.

Para hallar la resistencia del concreto equivalente especificada, Bartlett y MacGregor, (1994), sugieren el siguiente procedimiento, el cual consiste en convertir la resistencia del núcleo (**f_{core}**) a una resistencia equivalente en el lugar (**f_{cis}**), obteniendo la siguiente formula.

$$f_{cis} = f_{core}(F_{ld} \times F_{dia} \times F_r)(F_{mc} \times F_d) \quad (1.6)$$

Donde:

- **F_{ld}** = 0.87, 0.93, 0.96, 0.98 y 1 para l/d = 1.0, 1.25, 1.50, 1.75 y 2.0 respectivamente.
- **F_{dia}** = 1.06, 1.00 y 0.98 para diámetros 2”, 4” y 6” respectivamente.
- **F_r** = 1.00 para no barras, 1.08 para una barra y 1.13 para dos barras (presencia de barras de refuerzo).

- $F_{mc} = 1.09$ si el núcleo estaba empapado antes de la prueba, y 0.96 si el núcleo se secó al aire en el momento de la prueba
- $F_d = 1.06$ si el núcleo está dañado, si no está dañado 1.

Por otro lado, para el cálculo de la resistencia especificada equivalente en el sitio (resistencia a ser usada en las ecuaciones de diseño cuando se verifica la capacidad) usamos:

$$f'_{ceq} = k_2 \left[\bar{f}_{cis} - 1.282 \sqrt{\frac{(k_1 s_{cis})^2}{n} + \bar{f}_{cis}^2 (V_{\ell d}^2 + V_{dia}^2 + V_r^2 + V_{mc}^2 + V_d^2)} \right] \quad (1.7)$$

Donde:

- $k_1 = 2.4$ para 2 test, 1.47 para 3 test, 1.20 para 5 test, 1.10 para 8 test, 1.05 para 16 test y 1.03 para 25 test.
- $k_2 = \underline{0.90}$ y 0.85 para elemento construido en el sitio que contiene una o muchas tandas respectivamente y 0.90 para elementos prefabricados.
- $n =$ número de núcleos después de haber removido los atípicos.
- $V_{\ell d} =$ Coeficiente de variación debido a la corrección longitud/diámetro 0.025, 0.006 y 0 para $\ell/d = 1, 1.5$ y 2 respectivamente.
- $V_{dia} = \underline{0.12}$ para los núcleos de 2" de diámetro, 0 para 4" de diámetro y 0,02 para núcleos de 6" de diámetro.
- $V_r = \underline{0}$ si ninguno de los núcleos presenta refuerzo y 0.03 si más de 1/3 tiene refuerzo.
- $V_{mc} =$ Coeficiente de variación debido a la corrección para la condición de humedad del núcleo en el momento de la prueba, igual a 0.025
- $V_d =$ Coeficiente de variación debido al daño en el núcleo durante la extracción, igual a 0.025.

- Cálculo para hallar la resistencia del concreto ($f'c$) para el modelado de la estructura.

- 1er método para hallar la resistencia equivalente:

$$f_{cis} = f_{core}(F_{ld} \times F_{dia} \times F_r)(F_{mc} \times F_d) \quad (1.6)$$

	1	1.25	1.5	1.75	2
F l/D	0.87	0.93	0.96	0.98	1

	2"	4"	6"
F Dia	1.06	1	0.98

Fr	1	1.08	1.13
----	---	------	------

Fmc	1.09	0.96
-----	------	------

Fd	1.06	1
----	------	---

Interpolacion 1	
1.25	0.93
1.180	0.922
1.5	0.96

Interpolacion 5	
1.5	0.96
1.600	0.968
1.75	0.98

Interpolacion 2	
1.5	0.96
1.6549	0.9724
1.75	0.98

Interpolacion 6	
1.25	0.93
1.479	0.957
1.5	0.96

Interpolacion 4	
1.5	0.96
1.796	0.984
2	1

Interpolacion 7	
1.5	0.96
1.690	0.975
1.75	0.98

Elemento	fc(kg/cm2)	L	D	L/D	fcis
D-1	198	6.7	5.68	1.179577465	210.819969
D-2	217	9.4	5.68	1.654929577	243.800474
D-3	269	5.8	5.68	1.021126761	270.398262
D-4	206	10.2	5.68	1.795774648	234.123658
D-5	236	9.1	5.68	1.602112676	263.948819
D-6	197	8.4	5.68	1.478873239	217.93211
D-7	295	9.6	5.68	1.690140845	332.393911
D-8	282	10.8	5.68	1.901408451	325.8228

SUMATORIA = 2099.24

fcis promedio =	262.405
desviacion estandar =	42.9699847
fc1 =	219.435016

Desviacion Estandar	
xi-X	(xi-X)2
-51.5850319	2661.02
-18.6045262	346.128
7.99326153	63.8922
-28.2813423	799.834
1.54381873	2.38338
-44.47289	1977.84
69.9889106	4898.45
63.4177995	4021.82

sumato. = 14771.4

Desviaci. = 42.97

- 2do método para hallar la resistencia equivalente:

$$f'_{ceq} = k_2 \left[\bar{f}_{cis} - 1.282 \sqrt{\frac{(k_1 s_{cis})^2}{n} + \bar{f}_{cis}^2 (V_{\ell/d}^2 + V_{dia}^2 + V_r^2 + V_{mc}^2 + V_d^2)} \right] \quad (1.7)$$

	2 test	3 test	5 test	8 test	16 test	25 test
k1=	2.4	1.47	1.2	1.1	1.05	1.03

k2=	0.9	0.85
-----	-----	------

n= Numero de nucleos despues de haber removido los atipicos

	1	1.5	2
VI/d=	0.025	0.006	0

	2"	4"	6"
Vdia.=	0.12	0	0.02

Vr=	0	0.003
-----	---	-------

Vmc=	0.025
------	-------

Vd=	0.025
-----	-------

Interpolacion 1	
1.0000	0.0250
1.1796	0.0182
1.5000	0.0060

Interpolacion 5	
1.5000	0.0060
1.6021	0.0048
2.0000	0.0000

Interpolacion 2	
1.5000	0.0060
1.6549	0.0041
2.0000	0.0000

Interpolacion 6	
1.0000	0.0250
1.4789	0.0068
1.5000	0.0060

Interpolacion 3	
1.0000	0.0250
1.0211	0.0242
1.5000	0.0060

Interpolacion 7	
1.5000	0.0060
1.6901	0.0037
2.0000	0.0000

Interpolacion 4	
1.5000	0.0060
1.7958	0.0025
2.0000	0.0000

Interpolacion 8	
1.5000	0.0060
1.9014	0.0012
2.0000	0.0000

Elemento	L/D	VI/d	VDIA	VR	VMC	VD
D-1	1.1795775	0.0182	0.12	0	0.025	0.025
D-2	1.6549296	0.0041	0.12	0	0.025	0.025
D-3	1.0211268	0.0242	0.12	0	0.025	0.025
D-4	1.7957746	0.0025	0.12	0	0.025	0.025
D-5	1.6021127	0.0048	0.12	0	0.025	0.025
D-6	1.4788732	0.0068	0.12	0	0.025	0.025
D-7	1.6901408	0.0037	0.12	0	0.025	0.025
D-8	1.9014085	0.0012	0.12	0	0.025	0.025
		0.0082				

Datos	
n=	8
k1=	1.10
k2=	0.9
f'ceq2=	201.20533
fc1=	219.43502

fc final =	210.32	kg/cm2
------------	--------	--------

- **Materiales que se utilizarán en la estructura.**

Concreto

- Resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ Kg/ cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E = 15000 \times \sqrt{210} = 202587.75 \text{ Kg/cm}^2$

Acero

- Resistencia a la fluencia del acero grado 60 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Paso 5: Datos para el metrado de Cargas

- **Cargas por peso propio:**

Son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, y otros elementos que forman parte de la edificación y/o se consideran permanentes.

Los cuales son:

- Peso propio elementos de concreto armado = 2400 Kg/m³
- Peso propio muros de = 1800 Kg/ m³
- Peso propio piso terminado = 120 Kg/ m²
- Peso de tabiquería = 100 Kg/ m²

- **Cargas vivas:**

Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

Los cuales son:

- Sobrecarga del 1 nivel = 200 Kg/m²
- Sobrecarga azotea = 100 Kg/m²

- **Cargas producidas por sismo:**

Análisis de cargas estáticas o dinámicas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la norma E.030 de diseño sismo resistente que es representada:

- Según Norma Peruana de estructuras = (ZUCS.g) /R

Paso 6: Cálculo para hallar los niveles de amenaza sísmica.

- **Niveles de amenazas Sísmicas para el desempeño:**

a) Sismo Frecuente

$$\left(\frac{\text{Sismo Frecuente}}{\text{sismo de retorno}}\right)^{0.35} \tag{1.8}$$

$$C = \left(\frac{43}{475}\right)^{0.35} = 0.43$$

Se obtiene el factor de reducción de:

$$R = \frac{1}{C} = \frac{1}{0.43} = 2.31$$

b) Sismo ocasional

$$\left(\frac{\text{Sismo Frecuente}}{\text{sismo de retorno}}\right)^{0.35} \tag{1.9}$$

$$C = \left(\frac{72}{475}\right)^{0.35} = 0.52$$

Se obtiene el factor de reducción de:

$$R = \frac{1}{C} = \frac{1}{0.52} = 1.935$$

c) Sismo Raro

$$\left(\frac{\text{Sismo Frecuente}}{\text{sismo de retorno}}\right)^{0.35}$$

$$C = \left(\frac{475}{475}\right)^{0.35} = 1 \quad (1.10)$$

Se obtiene el factor de reducción de:

$$R = \frac{1}{C} = \frac{1}{1} = 1.0$$

d) Sismo muy raro

$$\left(\frac{\text{sismo muy raro}}{\text{sismo de retorno}}\right)^{0.35}$$

$$C = \left(\frac{2500}{475}\right)^{0.35} = 1.78 \quad (1.11)$$

Se obtiene el factor de reducción de:

$$R = \frac{1}{C} = \frac{1}{1.78} = 0.56$$

Paso 7: Análisis y revisión del diseño existente (Modelo 1)

En este paso se modeló la estructura original para evaluar su comportamiento sismorresistente.

- **Modelado de la estructura existente (apoyo con software ETABS):** Se modeló los elementos estructurales en base al plano de estructuras.

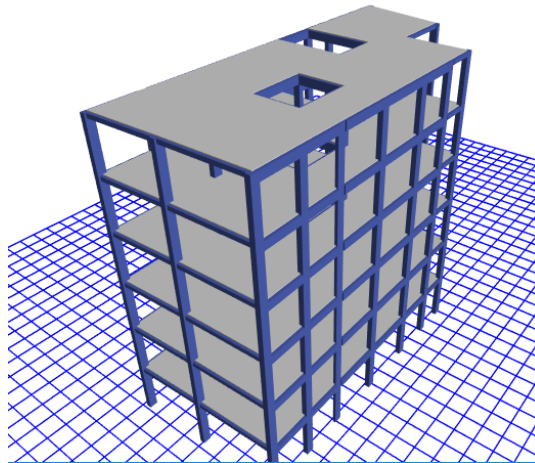


Figura 16: Vista en 3D del modelo matemático (Modelo 1)

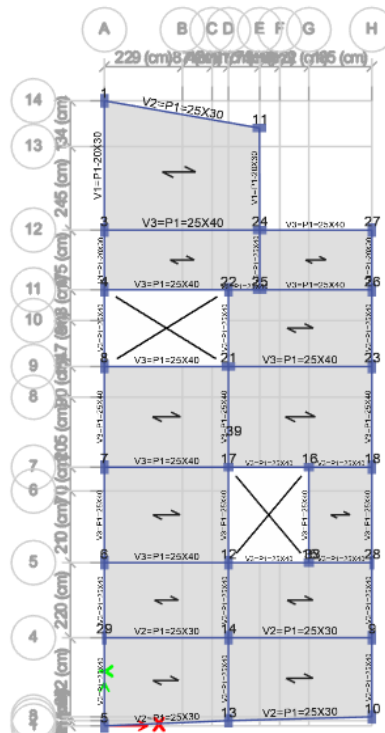


Figura 17: Planta típica del edificio (Modelo 1)

Una vez definido el modelo, se procederá a realizar lo siguiente:

Se realizó un análisis lineal estático y un análisis dinámico modal espectral de acuerdo a la NTE E.030; luego se realizó un análisis no lineal estático según el FEMA 440 y ASCE 41-13 con el fin de verificar el comportamiento sismorresistente que tiene la estructura original.

- **Análisis lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS)**
 - Peso Sísmico del Edificio: Para el análisis sísmico se trabaja con el total de la carga muerta más el 25% de la carga viva (edificación de categoría C).

Tabla 7: Peso Sísmico del edificio (Modelo 1)

PISO	Pi(tn)
PISO 6	85.14
PISO 5	91.97
PISO 4	91.97
PISO 3	91.97
PISO 2	92.00
PISO 1	98.84
TOTAL	551.9

Fuente: Elaboración Propia

-Definición del Espectro: Se presenta el resumen de los parámetros sísmicos.

Tabla 8: Parámetros sísmicos según norma E.030 (Modelo 1)

Parámetros	Factores
Z4 =	0.45
U =	1
S1 =	1.05
Tp =	1
TL =	1.6
Rx =Ry =	8

Fuente: Elaboración Propia

Con los parámetros sísmicos definidos, se obtiene el espectro elástico (R=1) e inelástico (R=8) de pseudo-aceleraciones, el cual está definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times g$$

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

(1.13)

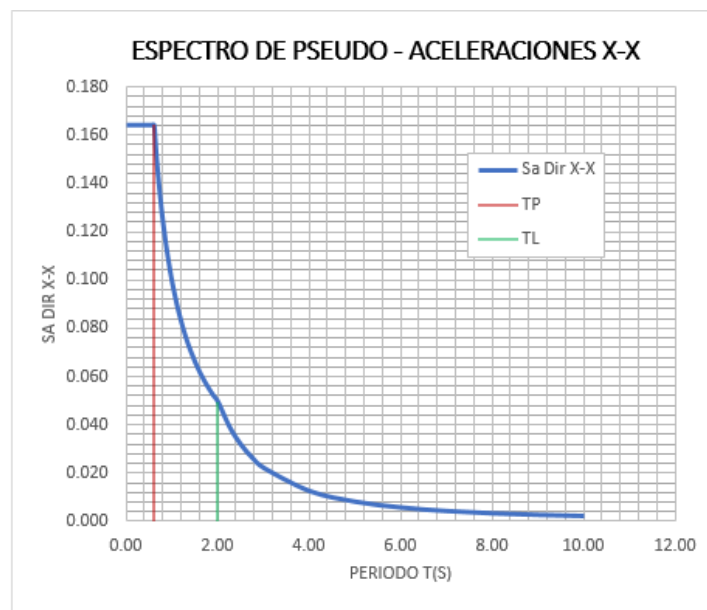


Figura 18: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en X-X. (Modelo 1)

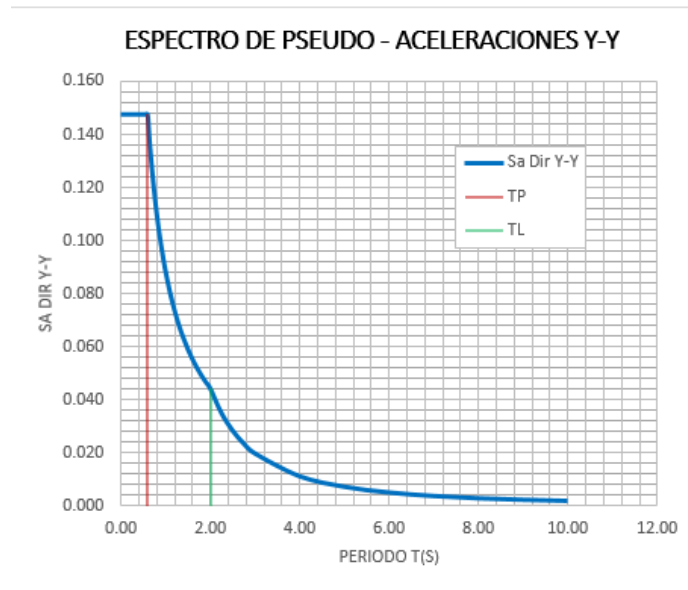


Figura 19: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en Y-Y (Modelo 1)

El espectro mostrado en la Figura 18 y 19 se muestran las aceleraciones en la dirección X-X y Y-Y, especificando 5% de amortiguamiento estructural. Además, en el análisis se deberá considerar 5% de excentricidad accidental. Para realizar la combinación modal de las respuestas obtenidas (desplazamientos máximos, fuerzas y esfuerzos) se especificó el método de Combinación Cuadrática Completa (CQC) el cual toma en cuenta el acoplamiento estadístico entre modos cercanos debido al amortiguamiento modal. Además, en cada dirección se considerarán los modos de vibración necesarios para que la suma de masas participantes sea por lo menos el 90 % de la masa total.

Obteniendo los siguientes resultados:

❖ **PERIODO DE VIBRACIÓN:**

Tabla 9: Modos de vibración, periodos y factores de participación modal (Modelo 1).

Modos de Vibración	Periodo T (s)	Masa Participante UX	Masa Participante UY
1	0.796	0.645	0.001
2	0.62	0.835	0.007
3	0.6	0.835	0.833
4	0.25	0.914	0.834
5	0.213	0.938	0.834
6	0.195	0.938	0.936

7	0.145	0.966	0.936
8	0.121	0.974	0.936
9	0.112	0.974	0.972
10	0.101	0.987	0.972
11	0.083	0.991	0.972
12	0.078	0.997	0.972
13	0.077	0.997	0.990
14	0.066	0.998	0.990
15	0.063	1.000	0.990
16	0.059	1.000	0.998
17	0.053	1.000	0.998
18	0.05	1.000	1.000

Fuente: Elaboración Propia

❖ DERIVAS POR PISO

Tabla 10: Control de distorsiones en dirección X, Y (Modelo 1)

DERIVAS (Δ/h):	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	Coeficiente de reducción de fuerza Sismica				R=0.75	DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX- X=0.007	DERIVA MAX- Y=0.007
			Ro	Ia	Ip	R	I=0.85				
							R=0.75				
DERIVA PISO 1	0.0013	0.001467	8	1	1	8	6	0.0076	0.0088	NO	NO
DERIVA PISO 2	0.0021	0.002446	8	1	1	8	6	0.0126	0.0147	NO	NO
DERIVA PISO 3	0.0028	0.003233	8	1	1	8	6	0.0166	0.0194	NO	NO
DERIVA PISO 4	0.0032	0.003772	8	1	1	8	6	0.0193	0.0226	NO	NO
DERIVA PISO 5	0.0034	0.004015	8	1	1	8	6	0.0205	0.0241	NO	NO
DERIVA PISO 6	0.0026	0.003046	8	1	1	8	6	0.0156	0.0183	NO	NO

Fuente: Elaboración Propia

❖ CORTANTE BASAL

Tabla 11: Cálculo de los Factores de Escala (Modelo 1).

CORTANTE BASAL:	V Dinamico (tn)	V Estatico (tn)	80% V Estatico	V Dina > 80% V Est	Factor escala	V Diseño (Tn)
DIRECCION X	45.7	84.47	67.58	INCORRECTO	1.48	67.6
DIRECCION Y	64.5	84.47	67.58	INCORRECTO	1.05	67.6

Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis no lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS):**

Este metodo se aplicó para obtener la capacidad estructural, que consiste en aplicar cargas laterales a la estructura, la cual es incrementada monótonamente creando rótulas plásticas y llevándolo al máximo desplazamiento (punto de colapso).

Para este paso se analizó el cálculo de las rotulas plásticas en todas las columnas de la estructura, para verificar que cumplan con los criterios según el ASCE 41-13.

Conditions			Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^b		
			Plastic Rotations Angle (radlans)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radlans)		
			a	b	c	Performance Level		
						IO	LS	CP
Condition i. ^b								
$\frac{p}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.035	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≤ 0.1	$= 0.002$		0.027	0.034	0.2	0.005	0.027	0.034
≥ 0.6	$= 0.002$		0.005	0.005	0.0	0.002	0.004	0.005
Condition ii. ^b								
$\frac{p}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$						
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≤ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.025	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.008	0.008	0.0	0.003	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2	0.005	0.010	0.012
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.006	0.006	0.2	0.004	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0	0.002	0.003	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 20: Parámetros de aceptabilidad de criterios no lineales de columnas de concreto armado (Modelo 1)

La cual tiene las siguientes condiciones:

- **Condición i:** $A_v/b_w.s = 0.002$
- **Condición ii:** $s/d < 0,5$

Si se respetan estas condiciones las columnas tendrán una falla por flexión (**condición i**) que es lo que busca en el comportamiento de las columnas. Caso contrario de no cumplir con esas condiciones, las columnas tendrán fallas por corte y se tendrá que utilizar la **condición ii** en la creación de las rotulas plásticas.

Teniendo en cuenta los mencionado anteriormente se calculó la rotulas plásticas de todas las columnas.

Tabla 12: Cálculo de rotula plástica en la columna C-2 perteneciente al eje 6 (Modelo 1).

ROTULA PLASTICA EN COLUMNAS DE HORMIGON PARA EVALUAR ESTRUCTURAS

DATOS ARQUITECTURA		
L1	0.00	m
L2	0.00	m
L3	0.00	m
L4	0.00	m
pisos	6	u
cm	0.40	t/m2
cv	0.25	t/m2
h entr piso	2.60	m

fc	210	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
Ec	218820	kg/cm2
Inercia	133333	cm4

CALCULOS		
ancho tribu.	0.00	m2
carg. Ultim	0.99	t/m2
Peso ultimo	0.00	t
Ag	0	cm2
DATOS DE COLUMNA		
ancho	25	cm2
profund.	40	cm2
varill anch	2	u
varilla profu	3	u
Ø long	5/8	pulg
Ø long	1.59	cm
As	1.98	cm2
Ø esqui	5/8	pulg
Ø esqui	1.59	cm
As	1.98	cm2
Ø estribo	1/3	pulg
Ø estribo	0.80	cm
As	0.50	cm2
recubri	4	cm

bc	17	cm
Ac	544	cm2
sep. Real	20	cm
separ.	10	cm
Ag	1000	cm2
num. Varil	6	u
As	11.88	cm2
cantia	1.19%	OK
sep. Anch	12.22	OK
sep. Prof	12.82	OK
Ash	4.28	cm2
vinchas	8.50	u
vinchas real	2	u

ROTULA PLASTICA		
Av	1.01	
condici. 1	0.0020	i
condici. 2	0.60	ii

Fuente: Elaboración propia

Según los cálculos realizados manualmente se pudo comprobar que todas las columnas fallaban por corte las cuales, se ubican en la (condición ii) de la ASCE 41-13.

Por lo tanto, para el modelamiento de las rotulas plásticas de las columnas en el software ETABS, utilizamos la **condición ii.**, donde los grados de libertad serán tomadas en X, Y, Z (P-M2-M3), al ser un modelo tridimensional. Así mismo, este proceso se repitió para todas las columnas de la estructura.

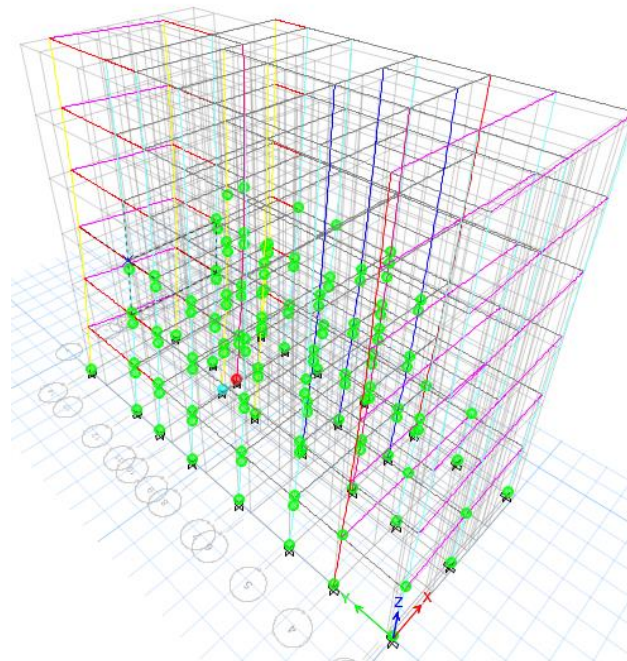
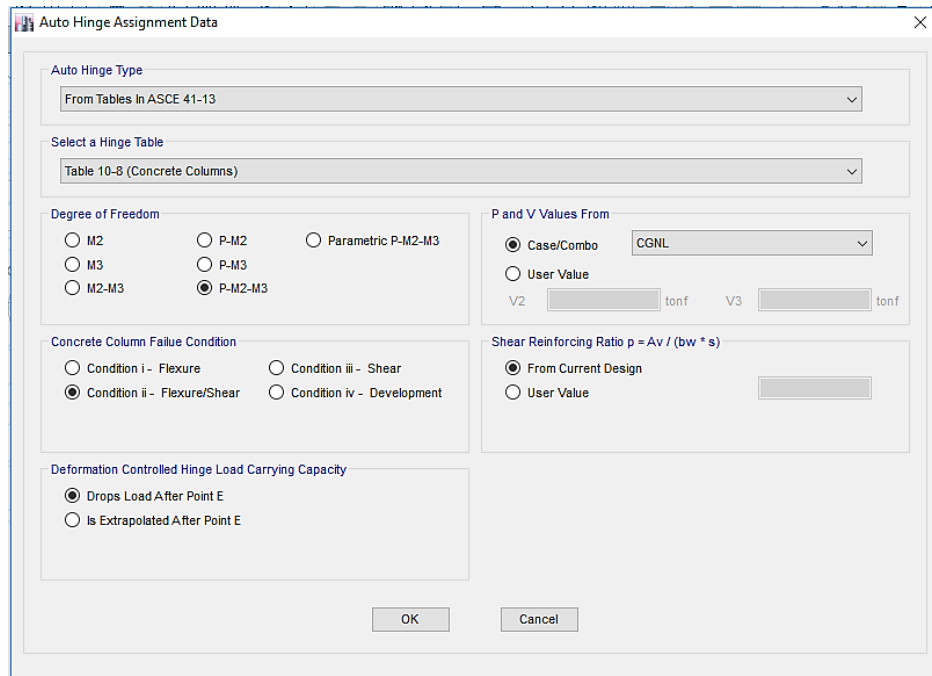


Figura 21: Visualización de asignación de Rotulas Plásticas (Modelo 1)

En este cuadro se visualiza el resumen de todas las columnas que presentan fallas por contante y se encuentran en la **condicion ii**.

Tabla 13: Cuadro de resumen de columnas (Modelo 1)

		ancho	profundidad	ancho	profundidad	Ø long	Ø esqui	Ø estribo	cuantia	sepa. Estribos	estribos	condicion 1	condicion 2
vertical	c-1	25	40	2	3	5/8	5/8	1/3	1.19	20	2	0.0020	0.60
	As					1.98	1.98	0.5	OK			ii	ii
horizontal	c-2	40	25	3	2	5/8	5/8	1/3	1.19	20	2	0.0013	0.85
	As					1.98	1.98	0.5	OK			ii	ii
horizontal	c-3	40	25	3	2	1/2	5/8	1/3	1.05	20	2	0.0013	0.85
	As					1.27	1.98	0.5	OK			ii	ii
vertical	c4-c5	25	40	2	3	1/2	5/8	1/3	1.05	20	2	0.0020	0.52
	As					1.27	1.98	0.5	OK			ii	ii
vertical	c-6	25	40	2	3	1/2	1/2	1/3	0.76	20	2	0.0020	0.52
	As					1.27	1.27	0.5	NO			ii	ii
horizontal	c-6'	40	25	3	2	1/2	1/2	1/3	0.76	20	2	0.0013	0.84
	As					1.27	1.27	0.5	NO			ii	ii
vertical	c-7	14	40	2	3	1/2	1/2	1/3	1.36	20	2	0.0036	0.52
	As					1.27	1.27	0.5	OK			i	ii
vertical	c-8	14	40	2	3	3/8	3/8	1/3	0.76	20	2	0.0036	0.52
	As					0.71	0.71	0.5	NO			i	ii
horizontal	c-9	30	25	3	2	1/2	1/2	1/3	1.01	20	2	0.0017	0.84
	As					1.27	1.27	0.5	OK			ii	ii

mayor
al 1%

Fuente: Elaboración propia

Concluido el modelado de la estructura y la asiganción de las rotulas plasticas en columnas y en vigas se obtuvo el resultado de curva de capacidad, donde se calculó el punto de desempeño, la ductilidad y los niveles de desempeño del edificio "EL PRADO".

Direccion X

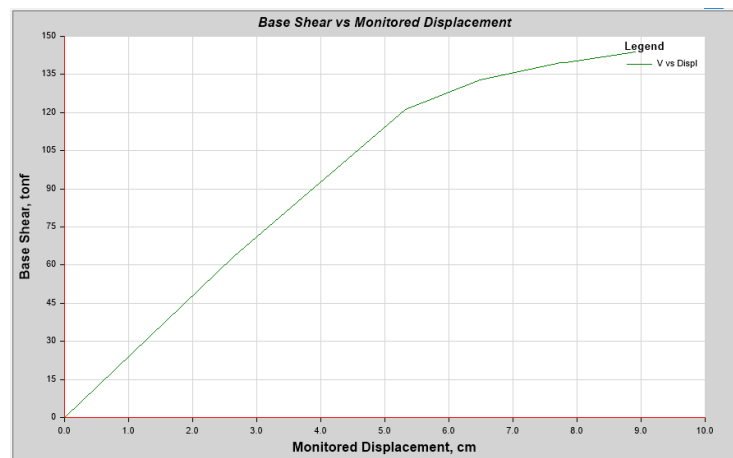


Figura 22: Curva de Capacidad de la estructura en X (Modelo 1)

❖ Puntos de desempeño en dirección X.

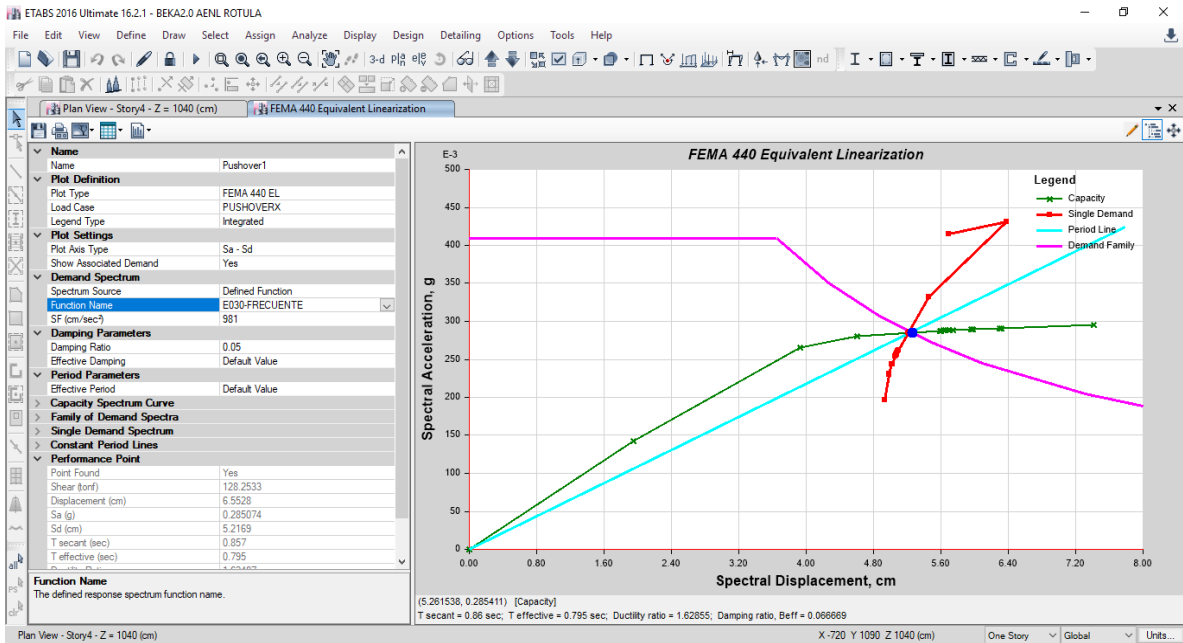


Figura 23: Punto de desempeño X para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 1).

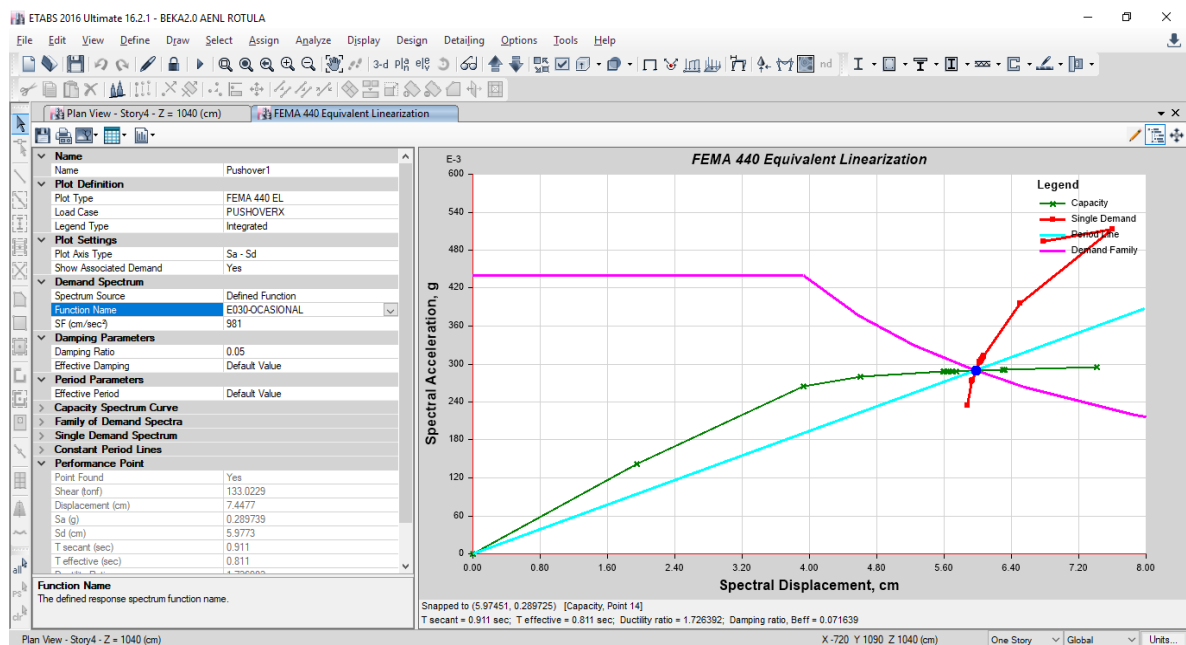


Figura 24: Punto de desempeño X para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 1).

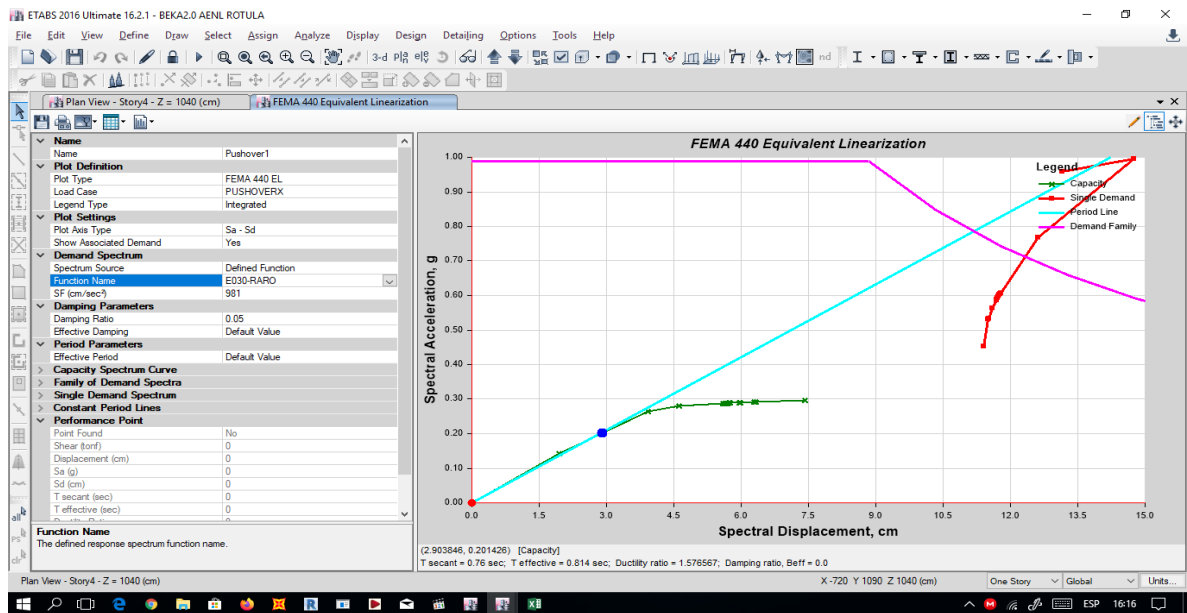


Figura 25: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 1).

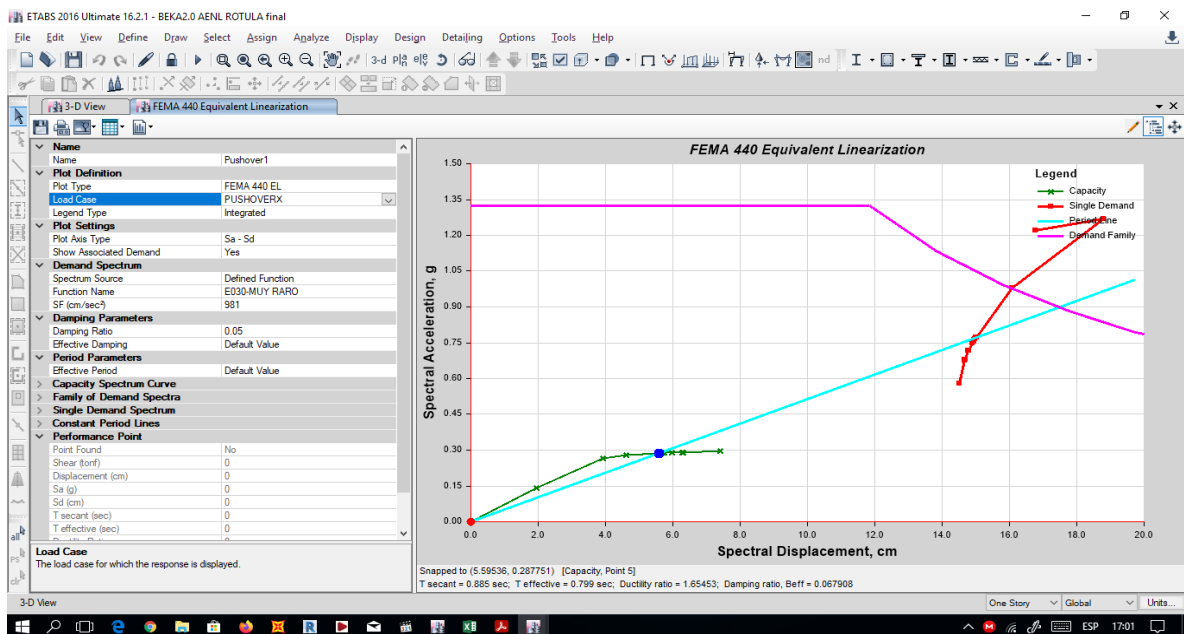


Figura 26: Punto de desempeño para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 1)

Luego de haber hallado la curva de capacidad y el punto de desempeño, se procedió a calcular la ductilidad de la estructura en la dirección X.

Desplazamientos:

Desplazamiento Elástico	2.637
Desplazamiento Elástico más Plástico	6.271
Desplazamiento solo Plástico	8.908

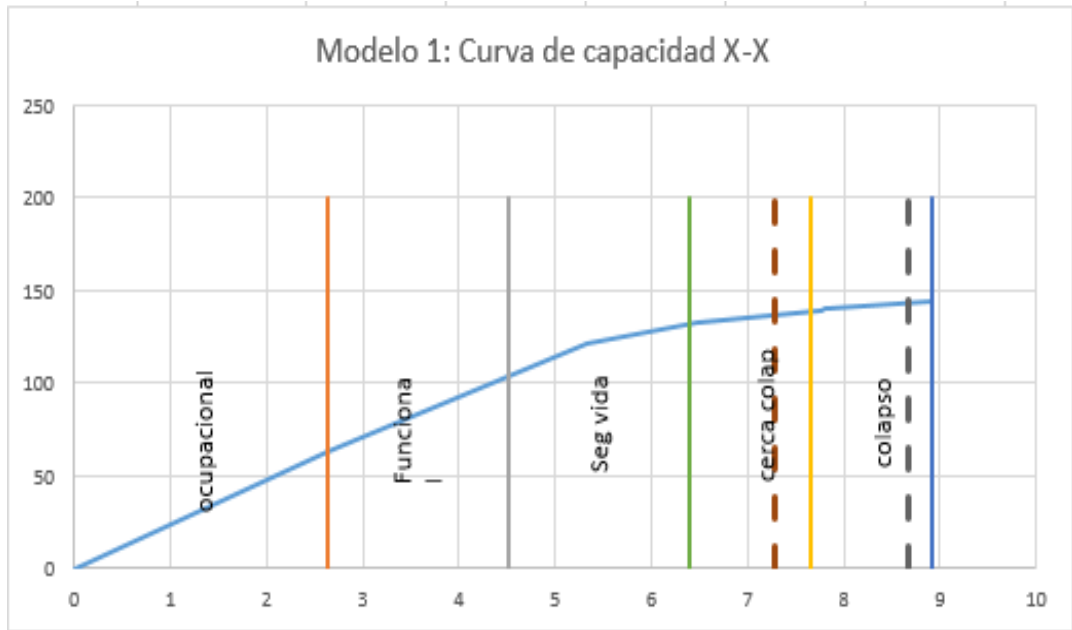


Gráfico 1: Niveles de desempeño X (Modelo 1)

Fuente: Elaboración Propia

Estado de la estructura:

Estructura en estado Funcional	4.518
Estructura en Seguridad de Vida	6.400
Estructura en pre-colapso	7.654
Estructura en colapso	8.908

Sismo Frecuente	
7.29	0
7.29	200
Sismo Ocasional	
8.66	0
8.66	200
Sismo Raro	
---	0
---	200

❖ **Ductilidad de la estructura:**

		X		
Δu	Δy	Δd	u_d	u
8.90	2.63	7.29	2.77	3.38
8.90	2.63	8.66	3.29	3.38

Dirección Y

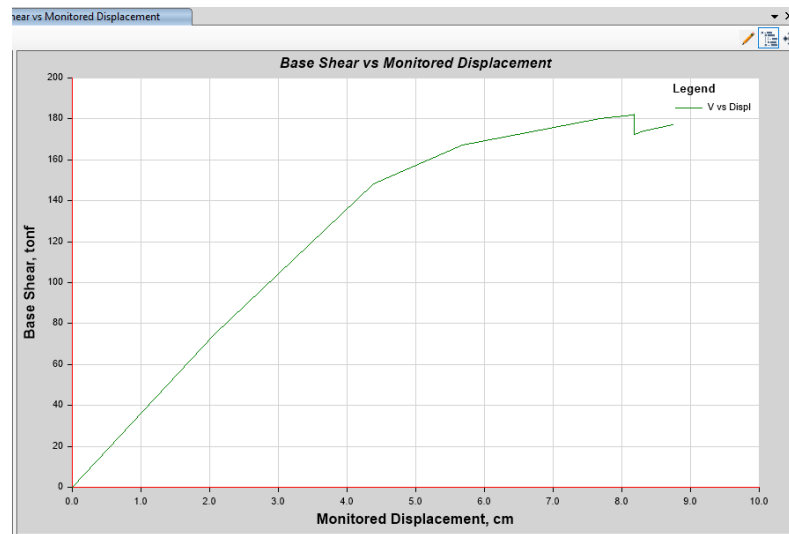


Figura 27: Curva de Capacidad de la estructura en Y (Modelo 1)

❖ Puntos de desempeño

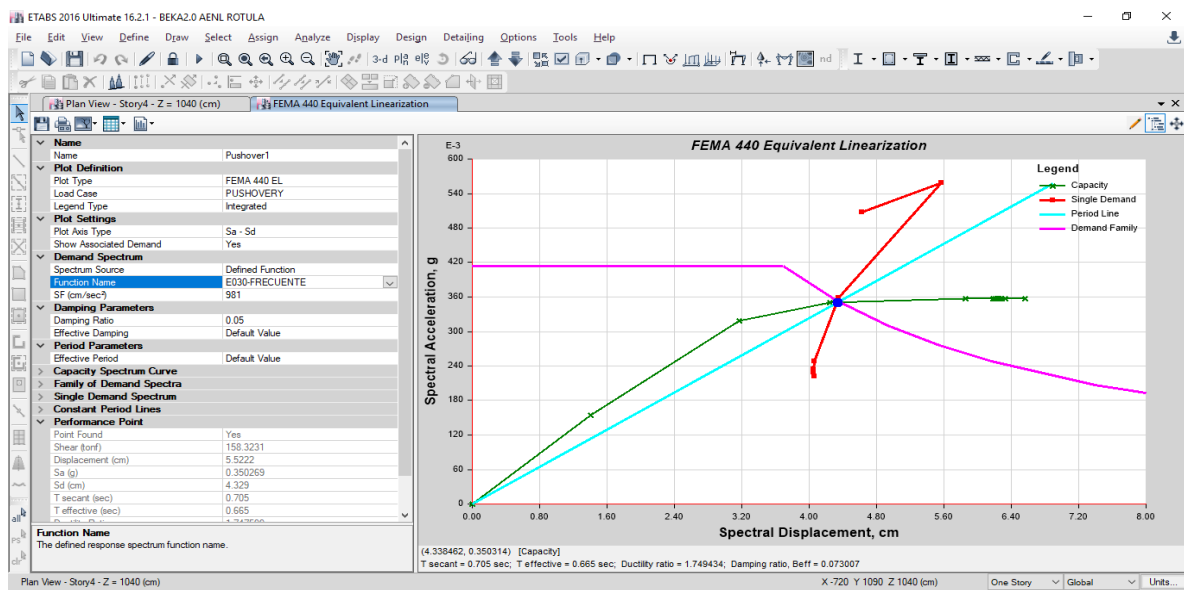


Figura 28: Punto de desempeño en dirección Y para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 1).

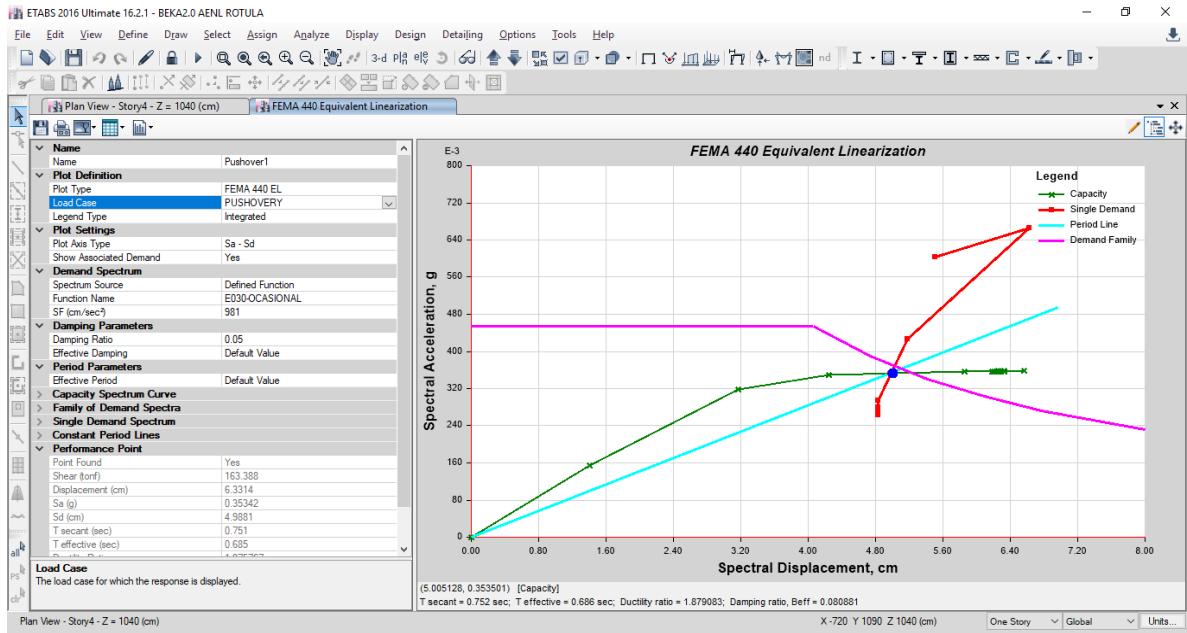


Figura 29: Punto de desempeño en Y para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 1).

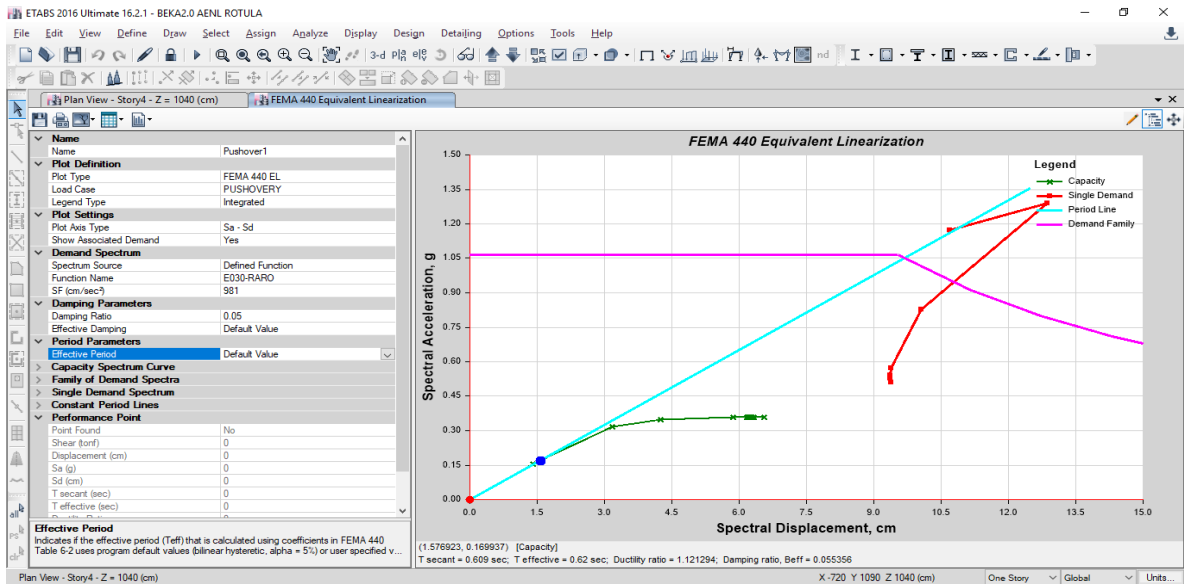


Figura 30: Punto de desempeño en Y para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 1)

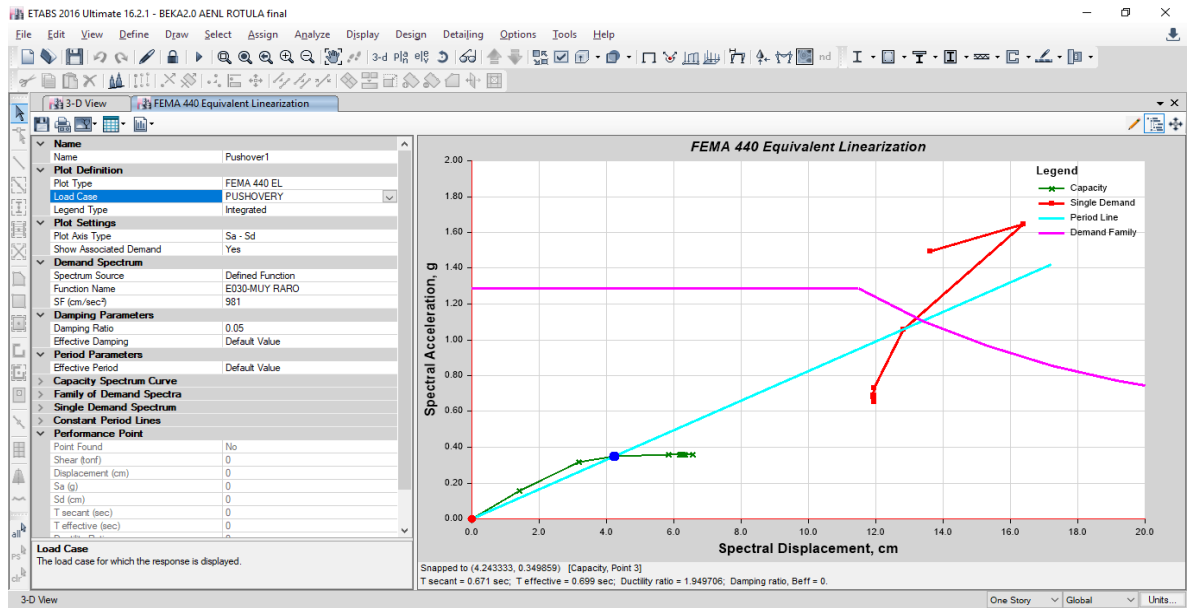


Figura 31: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 1)

Luego de haber hallado la curva de capacidad y el punto de desempeño, se procedió a calcular la ductilidad de la estructura en la dirección y-y.

Desplazamientos:

Desplazamiento Elástico	2.064
Desplazamiento Elástico más Plástico	6.682
Desplazamiento solo Plástico	8.746

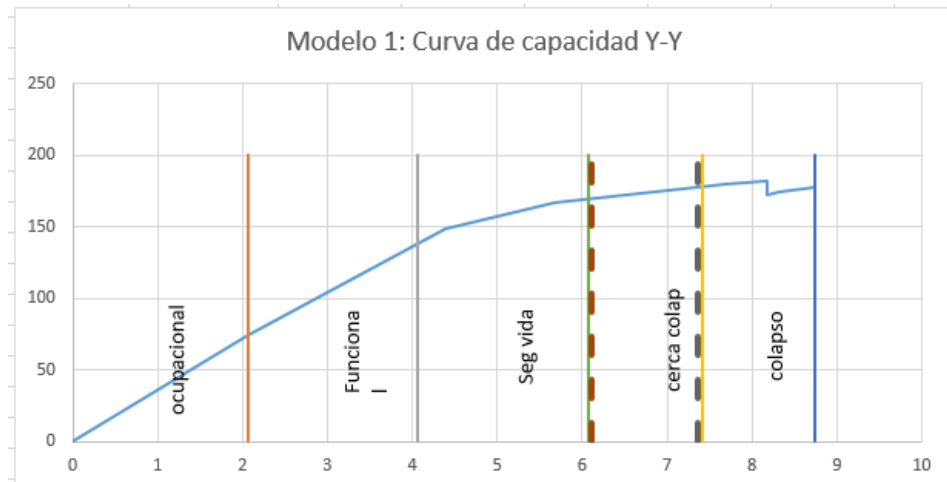


Grafico 2: Niveles de desempeño Y (Modelo 1)
Fuente: Elaboración Propia

Estado de la estructura:

Estructura en estado Funcional	4.019
Estructura en Seguridad de Vida	6.073
Estructura en pre-colapso	7.410
Estructura en colapso	8.746

Sismo Frecuente	
6.11	0
6.11	200
Sismo Ocasional	
7.36	0
7.36	200
Sismo Raro	
---	0
---	200

Ductilidad de la estructura y-y:

Y				
Δu	Δy	Δd	u_d	u
8.74	4.38	6.11	1.39	2.0
8.74	4.38	7.36	1.68	2.0

Paso 8: Primera propuesta de reforzamiento con encamisado de concreto (Modelo 2)

- **Estructuración y predimensionamiento del encamisado de concreto.**

Criterios para el predimensionamiento de columnas:

-Primer criterio: Las vigas tiene un peralte mayor a las columnas, por lo tanto se propusó al inicio unas columnas con un profundidad y ancho mayor del peralte de las vigas, para poder tener una inercia mayor a la de las vigas garantizando el nudo fuerte.

-Segundo criterio: Se consideró la rigidez en las columnas debido a que los desplazamientos producidos por las fuerzas sismicas establecidas según los parametros E.030, no deben sobrepasar el 0.007 de derivas para concreto armado.

-Al aumentar la secciones de las columnas se comprobó que la estructura no presentaba problemas por resistencia en su diseño.

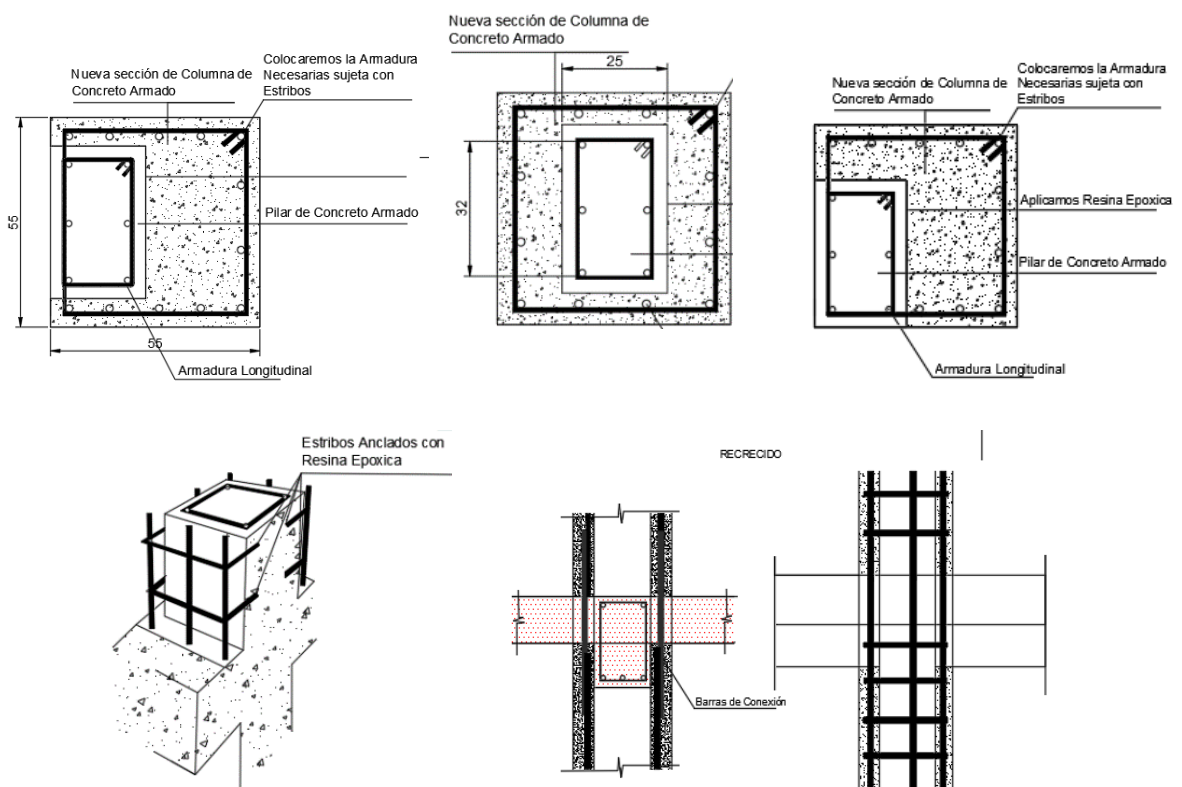


Figura 32: Detalle de recrecido de columnas (Modelo 2)

- **Modelado de la estructura con encamisado de concreto (apoyo con software ETABS).**

Se modeló la estructura con una propuesta de reforzamiento con encamisado de concreto en cada columna para evaluar su comportamiento sismorresistente.

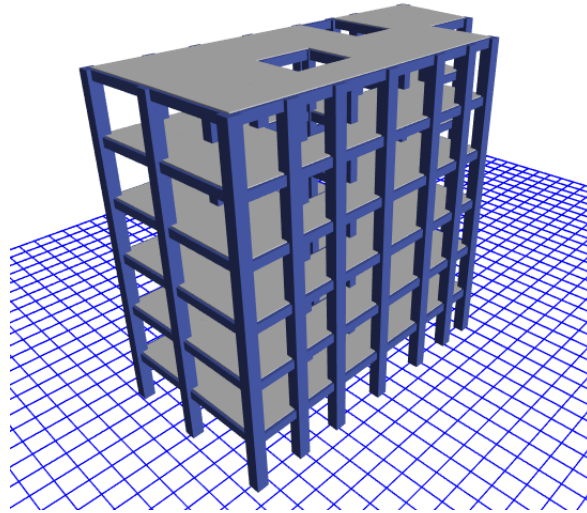


Figura 33: Vista en 3D del modelo matemático (Modelo 2)

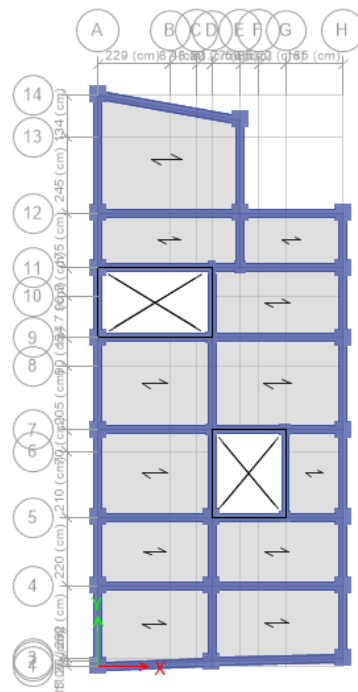


Figura 34: Planta típica del edificio (Modelo 2)

Una vez definido el modelo, se procederá a realizar lo siguiente:

Se realizó un análisis lineal estático y un análisis dinámico modal espectral de acuerdo a la NTE E.030; luego se realizó un análisis no lineal estático según el FEMA 440 y ASCE 41-13 con el fin de verificar el comportamiento sismorresistente que tiene la estructura original.

- **Análisis lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS)**
 - Peso Sísmico del Edificio: Para el análisis sísmico se trabajó con el total de la carga muerta más el 25% de la carga viva (edificación de categoría C).

Tabla 14: Peso Sísmico del edificio (Modelo 2)

PISO	Pi(tn)
PISO 6	116.85
PISO 5	116.85
PISO 4	116.85
PISO 3	116.85
PISO 2	116.85
PISO 1	116.85
TOTAL	701.1

Fuente: Elaboración Propia

- Definición del Espectro: A continuación, se presenta el resumen de los parámetros sísmicos.

Tabla 15: Parámetros sísmicos según norma E.030 (Modelo 2)

Parámetros	Factores
Z4	0.45
U	1
S1	1.05
Tp	1
TL	1.6
Rx =Ry	8

Fuente: Elaboración Propia

Con los parámetros sísmicos definidos, se obtiene el espectro elástico (R=1) e inelástico (R=8) de pseudo-aceleraciones, el cual está definido por:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \times g$$

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

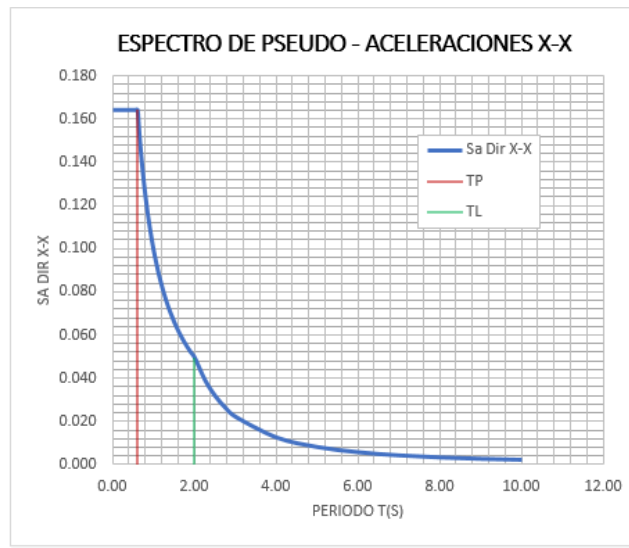


Figura 35: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 en x-x (Modelo 2)

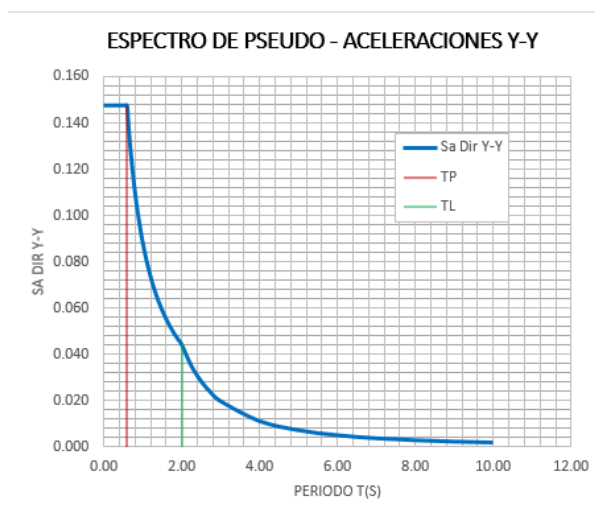


Figura 36: Espectro Elástico e Inelástico para R=8 y-y (Modelo 2)

El espectro mostrado en la **Figura 35 y Figura 36** se aplicó en las dos direcciones, especificando 5% de amortiguamiento estructural. Además, en el análisis se deberá considerar 5% de excentricidad accidental. Para realizar la combinación modal de las respuestas obtenidas (desplazamientos máximos, fuerzas y esfuerzos) se especificó el método de Combinación Cuadrática Completa (CQC), se tomó en cuenta el acoplamiento estadístico entre modos cercanos debido al amortiguamiento modal. Además, en cada dirección se consideró los modos de vibración necesarios para que la suma de masas participantes sea por lo menos el 90 % de la masa total.

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 16: Modos de vibración, periodos y factores participación modal (Modelo 2)

Modos de Vibración	Periodo T (s)	Masa Participante UX	Masa Participante UY
1	0.597	0.7372	0.0001
2	0.591	0.7939	0.047
3	0.530	0.7966	0.8082
4	0.142	0.9043	0.8082
5	0.126	0.9111	0.8214
6	0.122	0.9118	0.9189
7	0.073	0.9563	0.9189
8	0.066	0.9576	0.9435
9	0.065	0.9587	0.9624
10	0.044	0.9829	0.9624
11	0.041	0.9829	0.9846
12	0.04	0.9836	0.9853
13	0.031	0.9959	0.9853
14	0.03	0.9959	0.9965
15	0.028	0.9961	0.9965
16	0.024	0.9998	0.9965
17	0.024	0.9998	0.9999
18	0.022	0.9999	0.9999

Fuente: Elaboración Propia

❖ DERIVAS POR PISO

Tabla 17: Control de distorsiones en dirección X, Y. (Modelo 2)

DERIVAS (Δ/h):	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	Coeficiente de reducción de fuerza Sismica				R=0.75	DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX- X=0.007	DERIVA MAX- Y=0.007
			Ro	Ia	Ip	R	I=0.85				
							R=0.75				
DERIVA PISO 1	0.0007	0.00035	8	1	1	8	6	0.0043	0.0021	OK	OK
DERIVA PISO 2	0.0010	0.00055	8	1	1	8	6	0.0063	0.0033	OK	OK
DERIVA PISO 3	0.0010	0.00074	8	1	1	8	6	0.0061	0.0044	OK	OK
DERIVA PISO 4	0.0010	0.00086	8	1	1	8	6	0.0061	0.0052	OK	OK
DERIVA PISO 5	0.0010	0.00087	8	1	1	8	6	0.0061	0.0052	OK	OK
DERIVA PISO 6	0.0009	0.00054	8	1	1	8	6	0.0052	0.0032	OK	OK

Fuente: Elaboración Propia

❖ CORTANTE BASAL



Tabla 18: Cálculo de los Factores de Escala (Modelo 2)

CORTANTE BASAL:	V Dinamico (tn)	V Estatico (tn)	80% V Estatico	V Dina > 80% V Est	Factor escala	V Diseño (Tn)
DIRECCION X	69.2	86.44	69.15	CORRECTO	1.00	69.20
DIRECCION Y	70.0	86.44	69.15	CORRECTO	0.99	69.20

Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis no lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS):**

Este metodo se aplico para obtener la capacidad estructural que consiste en aplicar cargas laterales a la estructura, la cual es incrementada monótonamente creando rótulas plásticas y llevándolo al máximo desplazamiento (punto de colapso).

Para este paso se analizó el cálculo las rotulas plásticas en todas las columnas de la estructura, para verificar que cumplan con los criterios según el ASCE 41-13.

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
	Plastic Rotations Angle (radians)		Residual Strength Ratio	Plastic Rotations Angle (radians)		
	a	b		Performance Level		
				IO	LS	CP
Condition i. ^b						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$					
≤ 0.1	≥ 0.006		0.035	0.060	0.2	0.005 0.045 0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.010	0.010	0.0	0.003 0.009 0.010
≤ 0.1	$= 0.002$		0.027	0.034	0.2	0.005 0.027 0.034
≥ 0.6	$= 0.002$		0.005	0.005	0.0	0.002 0.004 0.005
Condition ii. ^b						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$				
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.032	0.060	0.2	0.005 0.045 0.060
≤ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.025	0.060	0.2	0.005 0.045 0.060
≥ 0.6	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	0.010	0.010	0.0	0.003 0.009 0.010
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	0.008	0.008	0.0	0.003 0.007 0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.012	0.012	0.2	0.005 0.010 0.012
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.006	0.006	0.2	0.004 0.005 0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	0.004	0.004	0.0	0.002 0.003 0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	0.0	0.0	0.0	0.0 0.0 0.0

Figura 37: Parámetros de aceptabilidad de criterios no lineales de columnas de concreto armado (Modelo 2)

La cual tiene las siguientes condiciones:

- **Condición i:** $A_s/b_w.s = 0.002$
- **Condición ii:** $s/d < 0,5$

Si se respetan estas condiciones las columnas tendrán una falla por flexión (**condición i**) que es lo que busca en el comportamiento de las columnas. Caso contrario de no cumplir con esas condiciones, las columnas tendrán fallas por corte y se tendrá que utilizar la **condición ii** en la creación de las rotulas plásticas.

Teniendo en cuenta los mencionado anteriormente se calculó la rotulas plásticas de todas las columnas.

Tabla 19: Cálculo de rotula plástica en la columna C-2 perteneciente al eje 6 (Modelo 2).

ROTULA PLASTICA EN COLUMNAS DE HORMIGON PARA EVALUAR ESTRUCTURAS

DATOS ARQUITECTURA		
L1	0.00	m
L2	0.00	m
L3	0.00	m
L4	0.00	m
pisos	6	u
cm	0.40	t/m2
cv	0.25	t/m2
h entr piso	2.60	m

fc	210	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
Ec	218820	kg/cm2
Inercia	762552	cm4

CALCULOS		
ancho tribu.	0.00	m2
carg. Ultim	0.99	t/m2
Peso ultimo	0.00	t
Ag	0	cm2
DATOS DE COLUMNA		
ancho	55	cm2
profund.	55	cm2
varill anch	4	u
varilla profu	4	u
Ø long	3/4	pulg
Ø long	1.91	cm
As	2.85	cm2
Ø esqui	3/4	pulg
Ø esqui	1.91	cm
As	2.85	cm2
Ø estribo	1/2	pulg
Ø estribo	1.27	cm
As	1.27	cm2
recubri	4	cm

bc	47	cm
Ac	2209	cm2
sep. Real	10	cm
separ.	10	cm
Ag	3025	cm2
num. Varil	12	u
As	34.20	cm2
cantia	1.13%	OK
sep. Anch	12.28	OK
sep. Prof	12.28	OK
Ash	2.60	cm2
vinchas	2.06	u
vinchas real	3	u

ROTULA PLASTICA		
Av	3.80	
condici. 1	0.0069	i
condici. 2	0.21	i

Fuente: Elaboración propia

Según los cálculos realizados manualmente se pudo comprobar que todas las columnas fallaban por flexión lo cual se ubican en la **(condición i)** de la ASCE 41-13.

Por lo tanto, para el modelamiento de las rotulas plásticas de las columnas en el ETABS, utilizamos la **condición i.**, donde los grados de libertad serán tomadas en X, Y, Z (P-M2-M3), al ser un modelo tridimensional, este proceso se repitió para todas las columnas de la estructura.

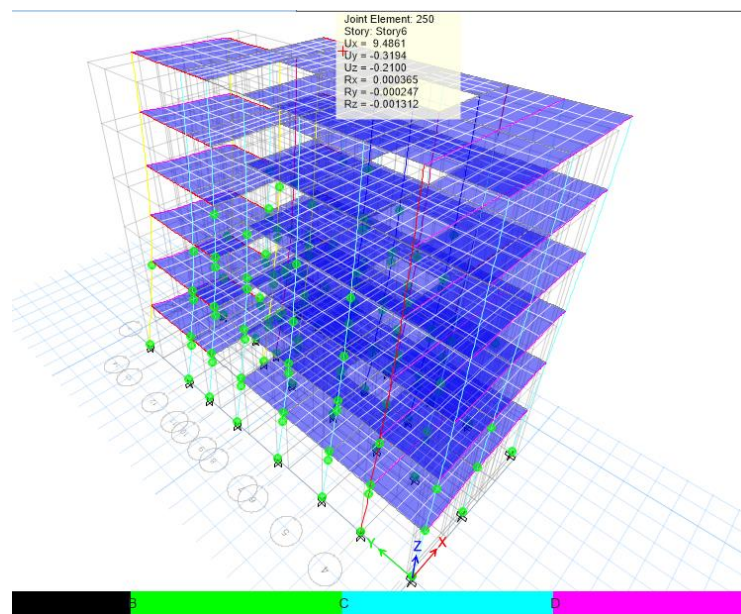
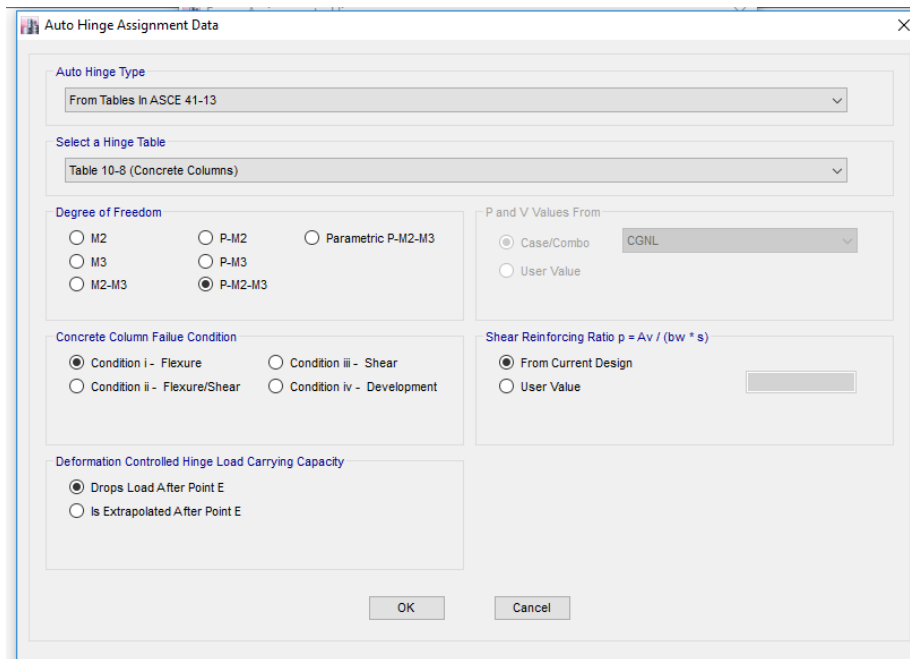


Figura 38: Visualización de las Rotulas Plásticas (Modelo 2)

En este cuadro se visualiza el resumen de todas las columnas que presentan fallas por contante y se encuentran en la **condicion i**.

Tabla 20: Cuadro de resumen de columnas con encamisado (Modelo 2)

		Num. Varillas		Ø long	Ø esqui	Ø estribo	cuantía	sepa. Estribos	estribos	condicion 1	condicion 2		
		ancho	profundidad										
vertical	c-1	55	55	4	4	3/4	3/4	1/2	1.13	10	2	0.0069	0.21
	As					1.98	1.98	0.5	OK			i	i
vertical	c-2	55	55	4	4	3/4	3/4	1/2	1.13	10	2	0.0069	0.21
	As					1.98	1.98	0.5	OK			i	i
verti. Y horiz.	c-3	55	55	4	4	3/4	3/4	1/2	1.13	10	2	0.0069	0.21
	As					1.98	1.98	0.5	OK			i	i
vertical	c-4	55	55	4	4	3/4	3/4	1/2	1.13	10	2	0.0069	0.21
	As					1.27	1.98	0.5	OK			i	i
horizontal	c-5	40	40	5	4	1/2	1/2	1/2	1.11	20	2	0.0063	0.3
	As					1.27	1.27	0.5	OK			i	i

mayor
al 1%

Fuente: Elaboración propia

Concluido el modelado de la estructura y la asinacion de las rotulas plasticas en columnas y vigas se obtendra el resultado de curva de capacidad, donde se calculara la ductilidad, punto de desempeño y los niveles de desempeño del edificio "EL PRADO".

Resultados del analisis no lineal:

Direccion X

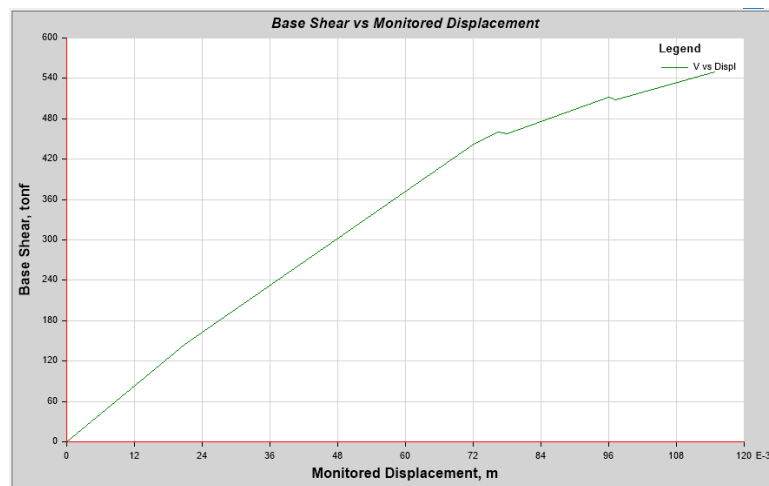


Figura 39: Curva de Capacidad de la estructura en X (Modelo 2)

❖ Punto de desempeño en dirección X

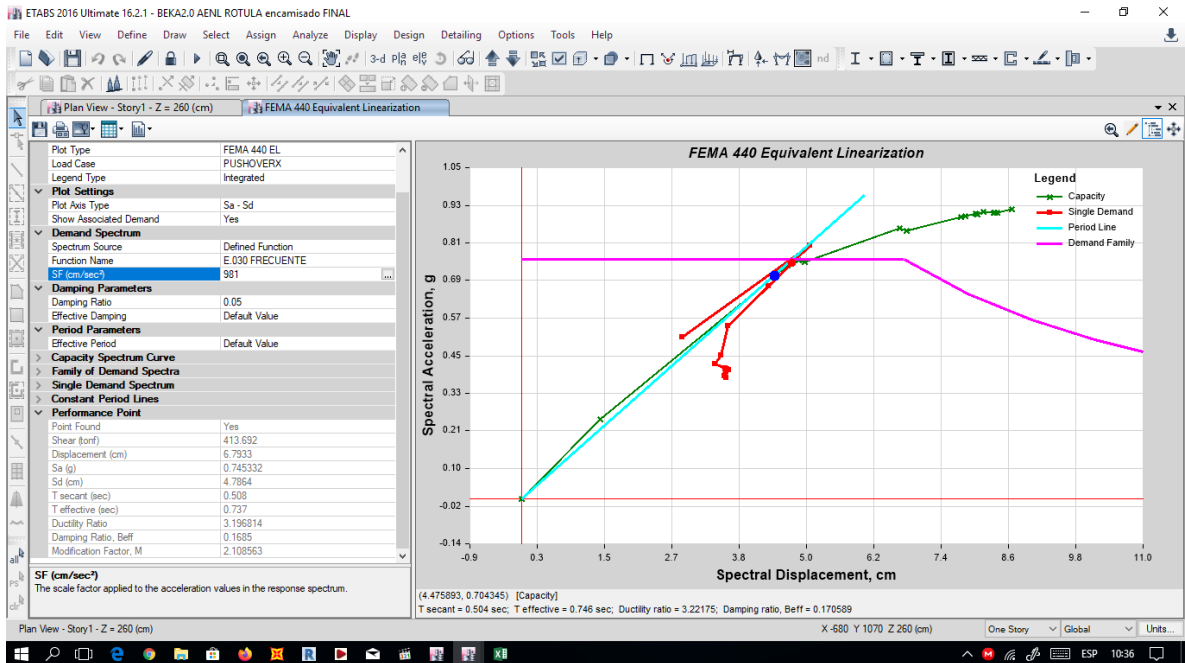


Figura 40: Punto de desempeño en x-x para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 2)

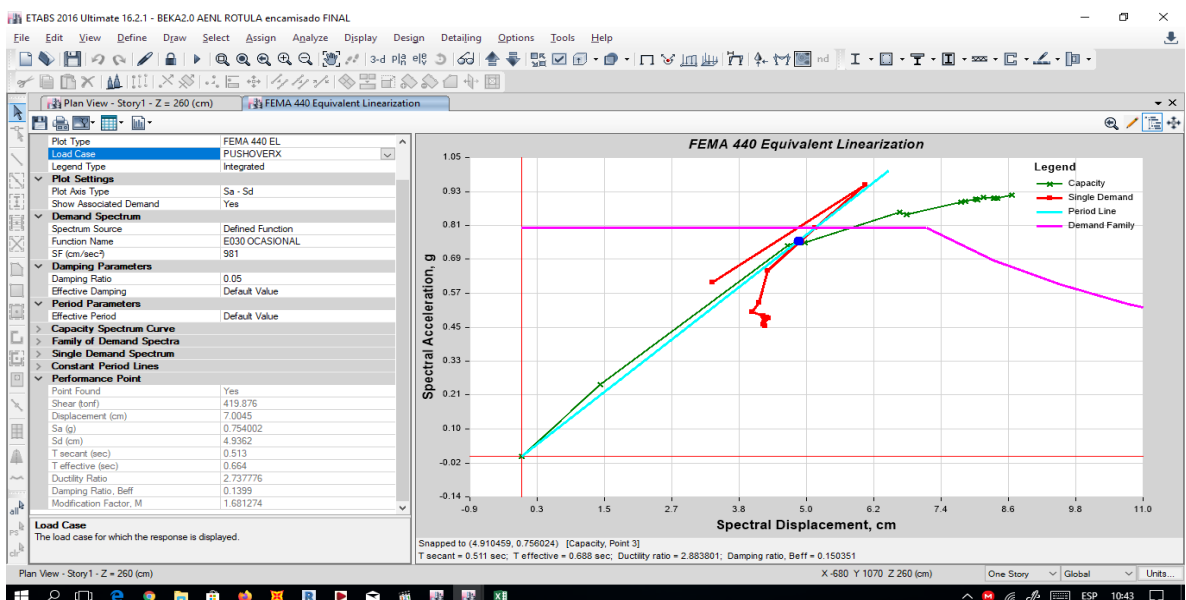


Figura 41: Punto de desempeño en x-x para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 2)

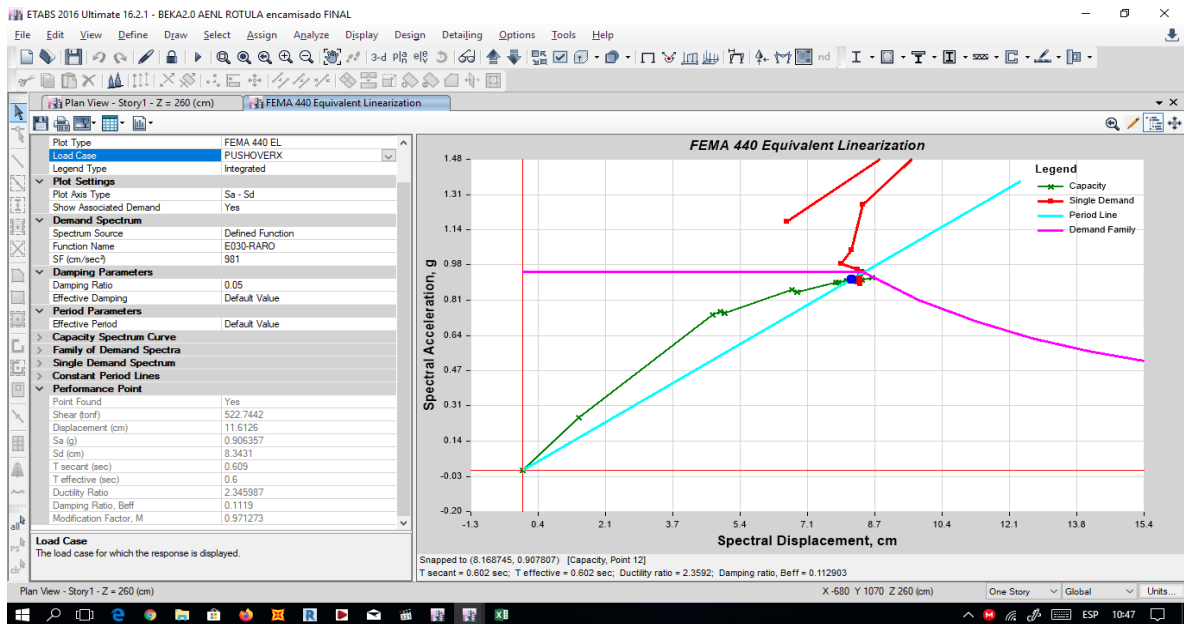


Figura 42: Punto de desempeño en x-x para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 2)

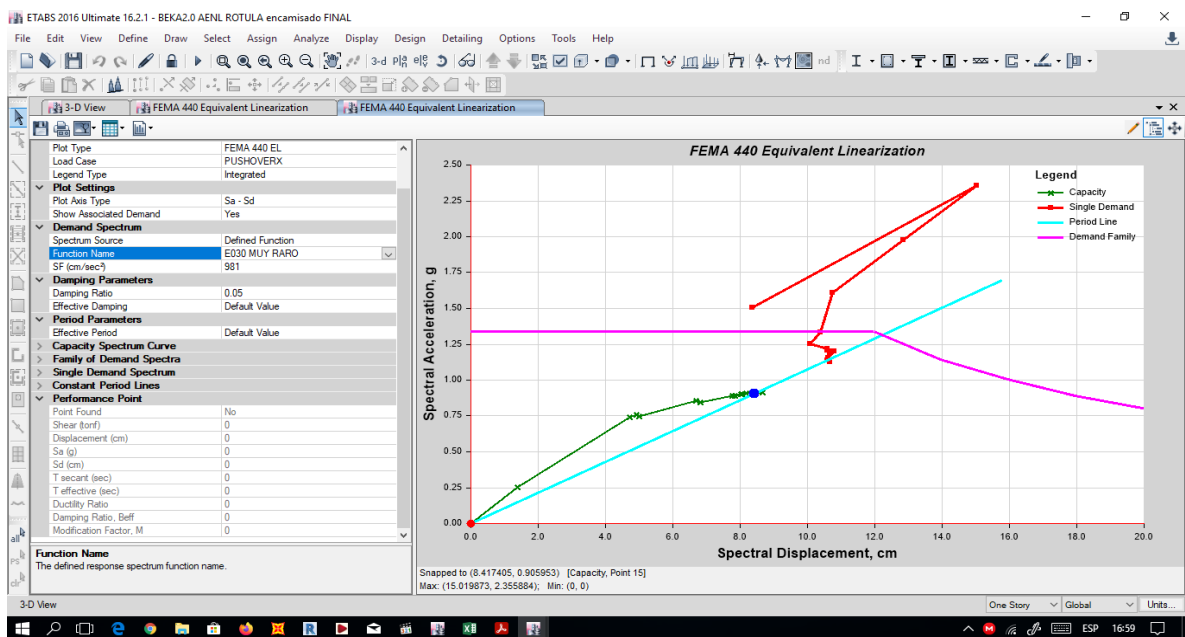


Figura 43: Punto de desempeño en x-x para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 2)

Luego de haber hallado la curva de capacidad y el punto de desempeño, se procedió a calcular la ductilidad de la estructura en la dirección x-x.

Desplazamientos:

Desplazamiento Elástico	2.009
Desplazamiento Elástico más Plástico	9.308
Desplazamiento solo Plástico	8.407

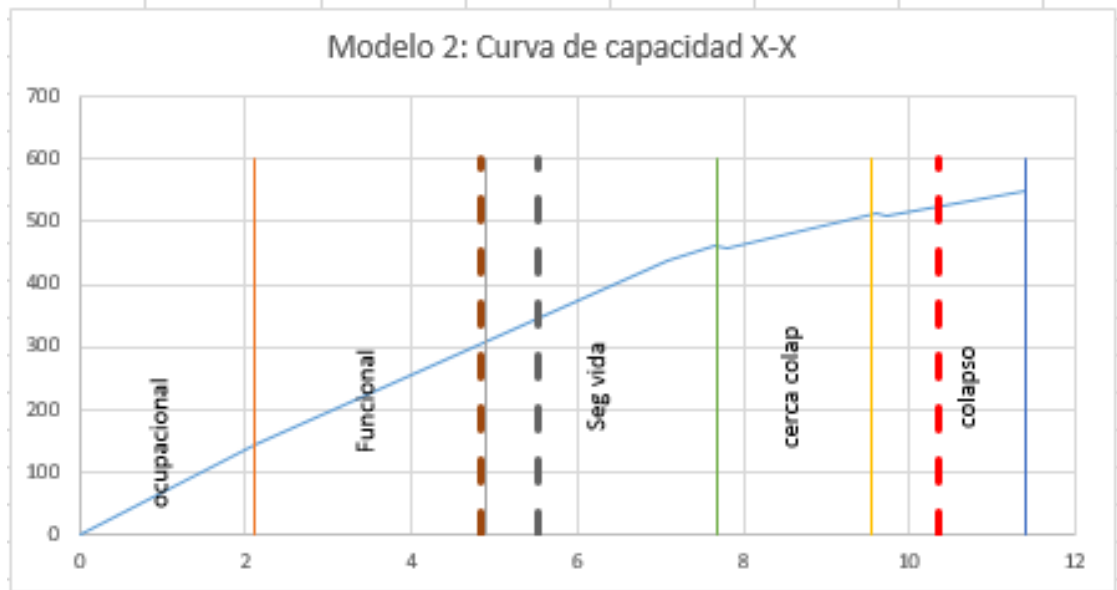


Grafico 3: Niveles de desempeño en x-x (Modelo 2)

Fuente: Elaboración Propia

Estado de la estructura:

Estructura en estado Funcional	4.892
Estructura en Seguridad de Vida	7.684
Estructura en pre-colapso	9.546
Estructura en colapso	11.407

Sismo Frecuente	
4.83	0
4.83	600
Sismo Ocasional	
5.54	0
5.54	600
Sismo Raro	
10.36	0
10.36	600

Ductilidad de la estructura:

X				
Δu	Δy	Δd	ud	u
11.40	2.09	4.83	2.31	5.45
11.40	2.09	5.54	2.65	5.45
11.40	2.09	10.36	1.57	5.45
11.40	2.09	-	-	5.45

Dirección Y

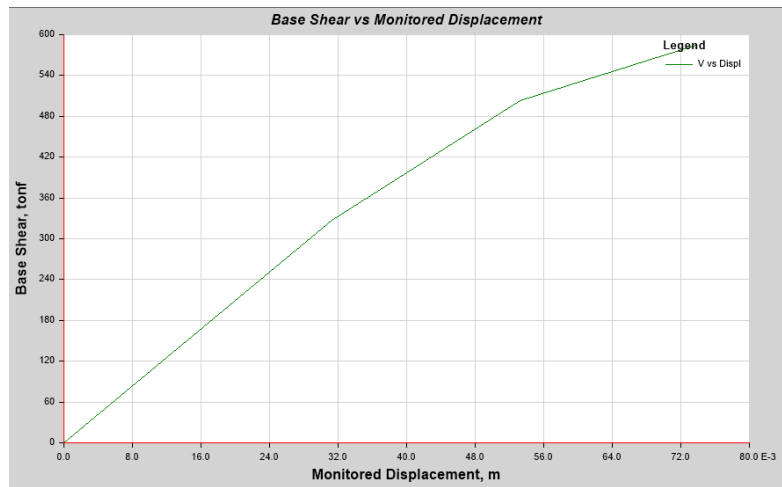


Figura 44: Curva de Capacidad de la estructura en y-y (Modelo 2)

❖ Punto de desempeño en Y

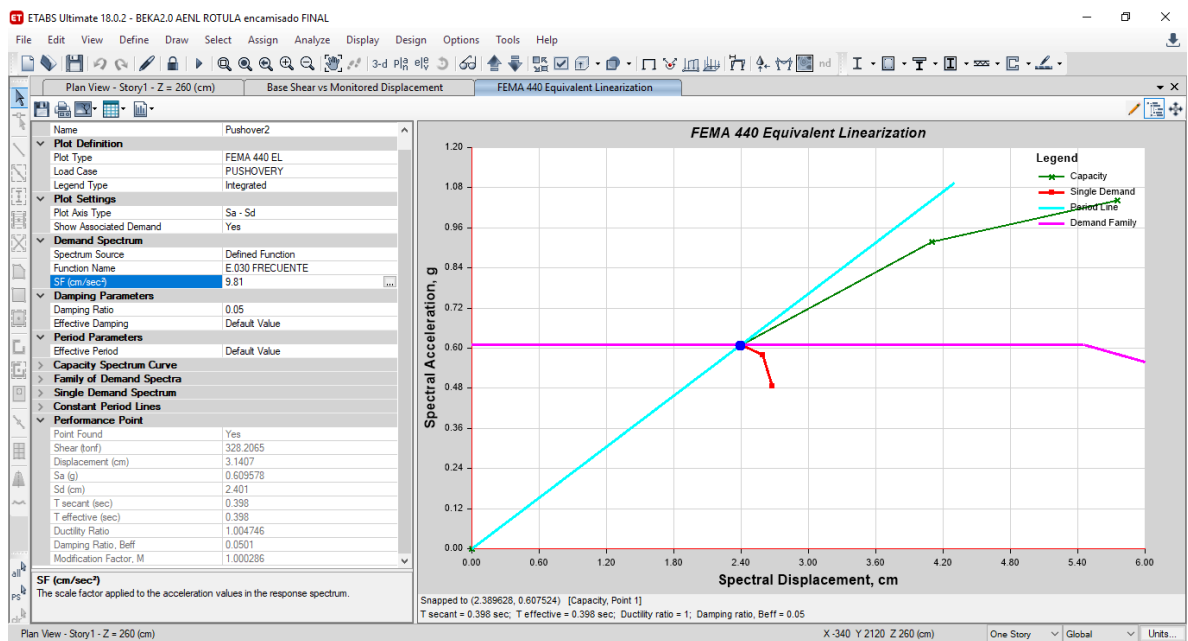


Figura 45: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 2)

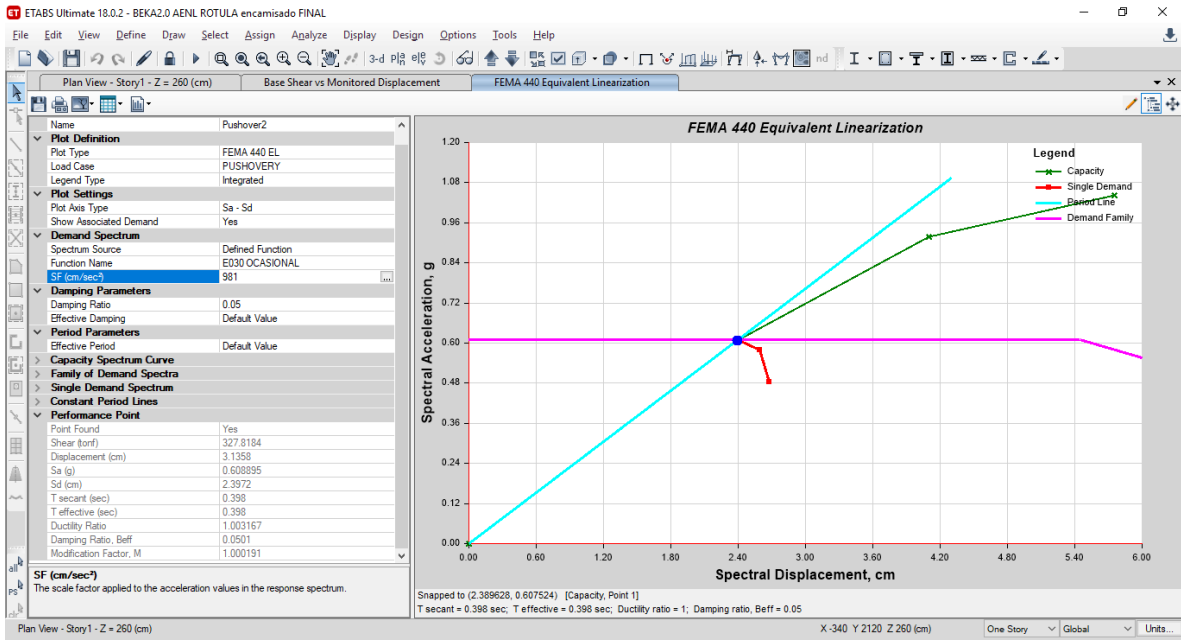


Figura 46: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 2)

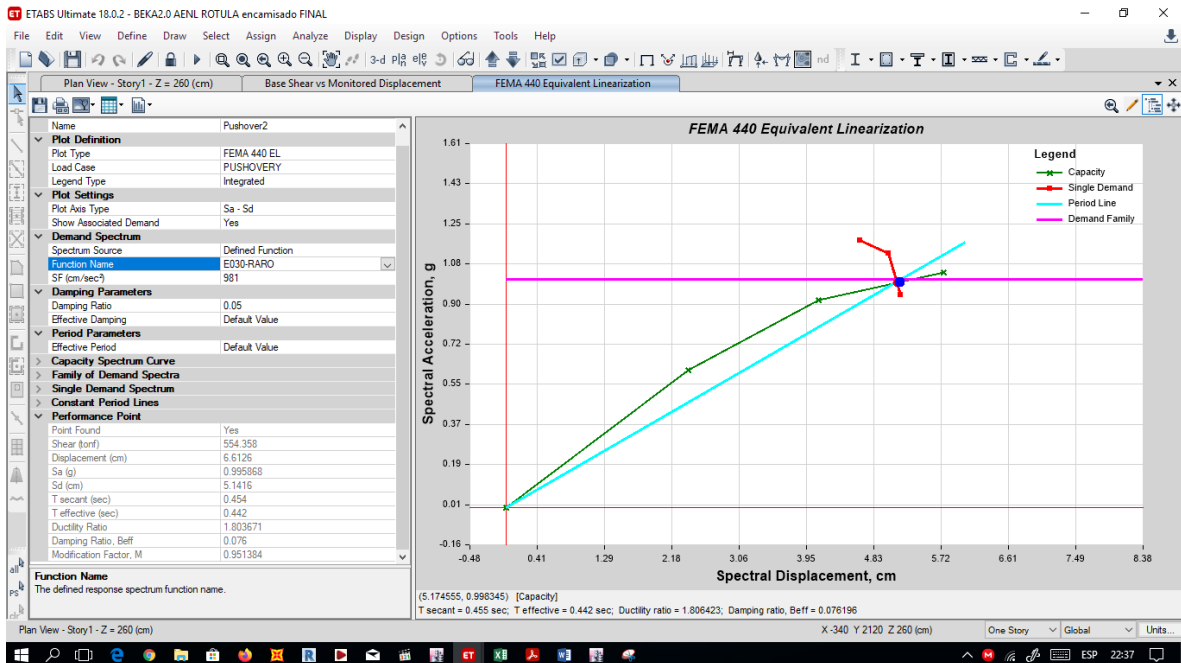


Figura 47: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 2)

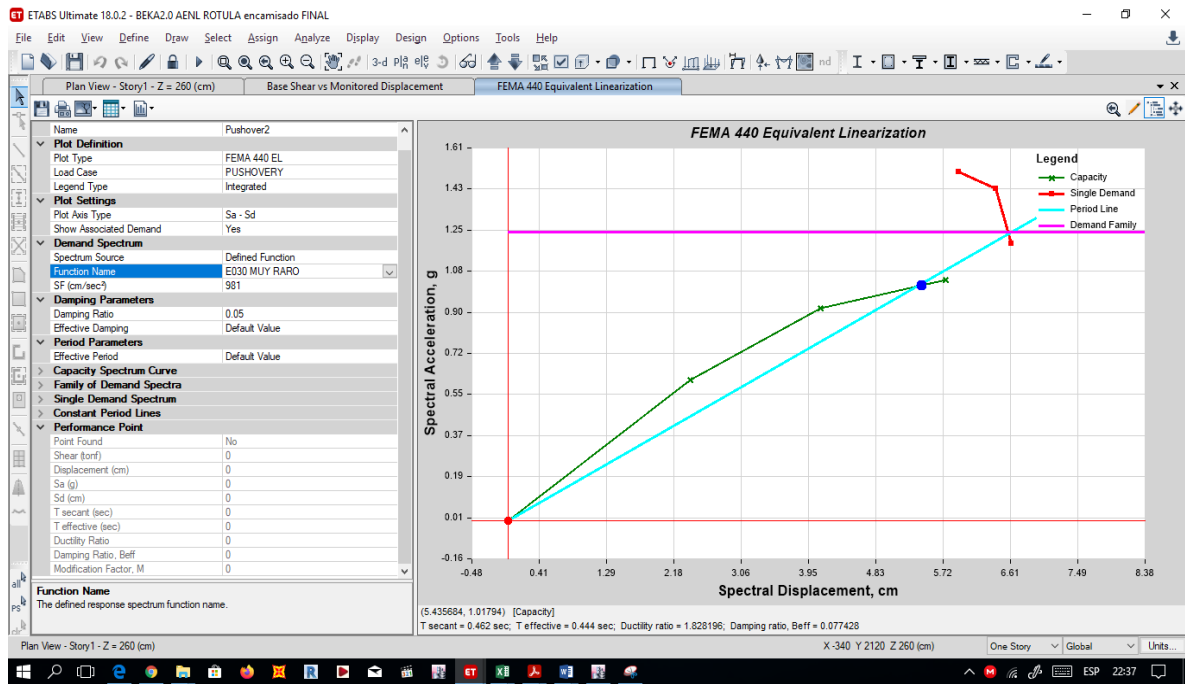


Figura 48: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 2)

Luego de haber hallado la curva de capacidad y el punto de desempeño, se procedió a calcular la ductilidad de la estructura en la dirección y-y.

Desplazamientos:

Desplazamiento Elástico	3.126
Desplazamiento Elástico más Plástico	4.759
Desplazamiento solo Plástico	7.885

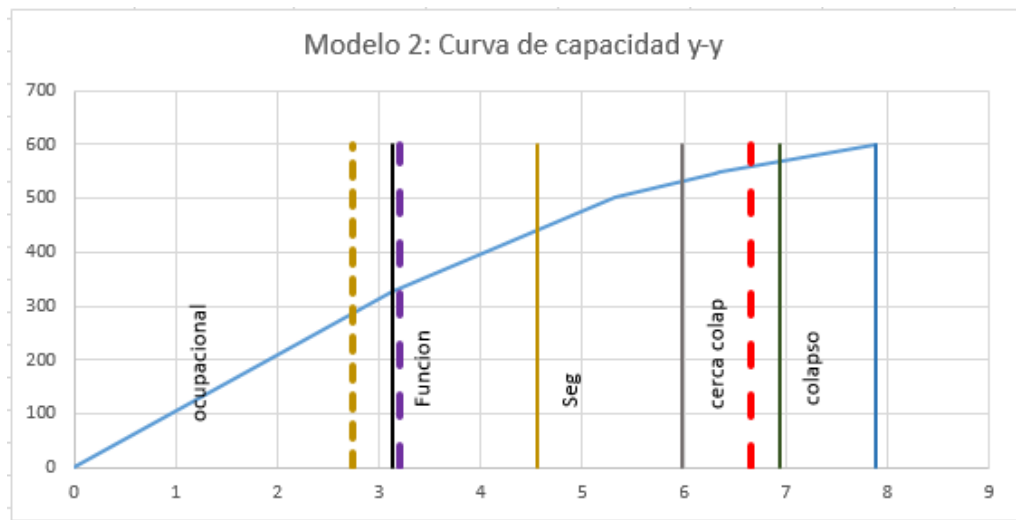


Gráfico 4: Niveles de desempeño en y-y (Modelo 2)

Fuente: Elaboración Propia

Estado de la estructura:

Estructura en estado Funcional	4.554
Estructura en Seguridad de Vida	5.982
Estructura en pre-colapso	6.833
Estructura en colapso	7.885

Sismo Frecuente	
2.74	0
2.74	600
Sismo Ocasional	
3.2	0
3.2	600
Sismo Raro	
6.65	0
6.65	600

Ductilidad de la estructura:

Δu	γ			
	Δy	Δd	u_d	u
7.88	3.12	2.74	0.88	2.53
7.88	3.12	3.2	1.03	2.53
7.88	3.12	6.65	1.76	2.53
7.88	3.12	-	-	2.53

Paso 9: Segunda propuesta de reforzamiento con adición de muros de corte (Modelo 3)

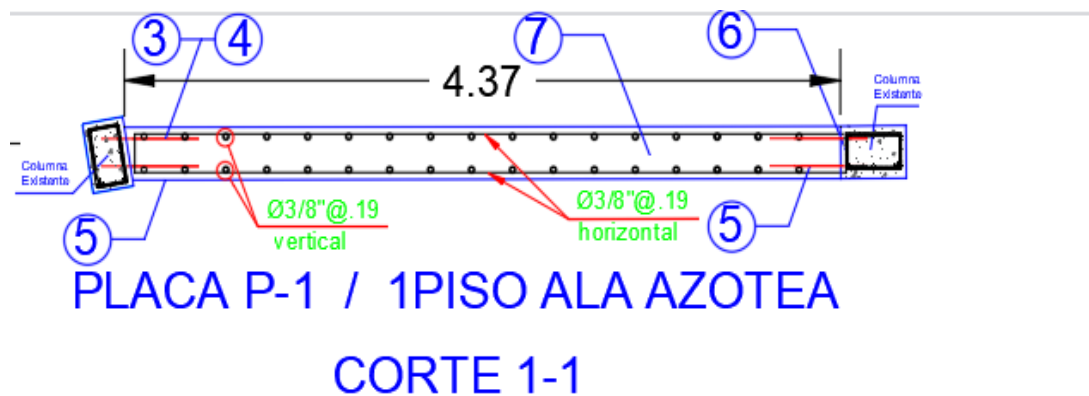
- **Estructuración y predimensionamiento del muro de concreto.**

Criterios para el predimensionamiento de muros:

- Primer criterio: se utilizó la fórmula de resistencia al esfuerzo cortante en las placas, donde la cortante V_n será reemplazada por la cortante basal para poder despejar bd que será el área que se necesita para esa cortante.

$$V_b = 0.53\sqrt{f'_c} bd + A_v f_y d / s$$

- Segundo criterio: Se consideró aumentar la rigidez con ayuda de las placas debido a los desplazamientos producidos por las fuerzas sísmicas establecidas según los parámetros E.030, no deben sobrepasar el 0.007 de derivas para concreto armado.



- 1) DEMOLER TABIQUERÍA Y SOBRECIMENTOS SEGÚN SEA EL CASO.
- 2) PICAR RECUBRIMIENTO DE VIGAS Y COLUMNAS
- 3) HACER PERFORACIONES DE DIAMETRO $\frac{3}{8}$ " (Ó $\frac{1}{2}$ ") Y PROFUNDIDAD 0.20 cm PARA COLOCAR VARILLAS $\frac{3}{8}$ " Y L=80cm.
- 4) ADHERIR REFUERZO CON "SIKABUR 31" O SIMILAR
- 5) EMPALMAR VARILLAS
- 6) APLICAR SIKABUR 32 O SIMILAR EN TODAS LAS SUPERFICIES DE CONTACTO ENTRE CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO
- 7) COLOCAR CONCRETO DE PLACA, USANDO ADITIVO REDUCTOR DE FRAGUA COMO SIKA INTRAPLAST.

Figura 49: Detalle y proceso para la adición de placas (Modelo 3)

- **Modelado de la estructura con encamisado de concreto (apoyo con software ETABS).**

Se modeló la estructura con una propuesta de reforzamiento adicionando muro de corte para evaluar su comportamiento sismorresistente.

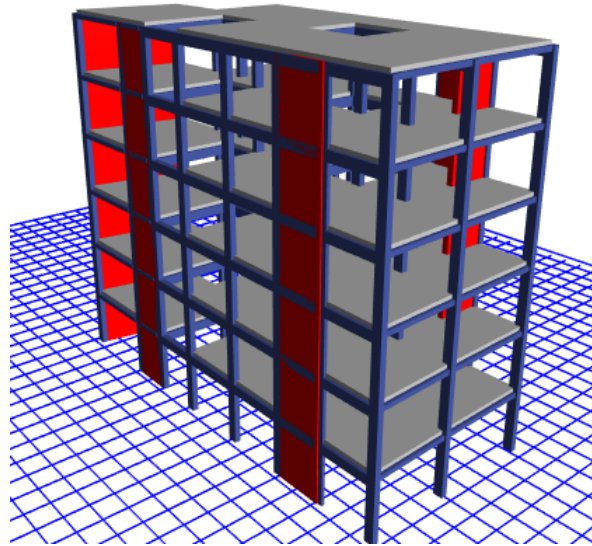


Figura 50: Vista en 3D del modelo matemático con placas (Modelo 3)

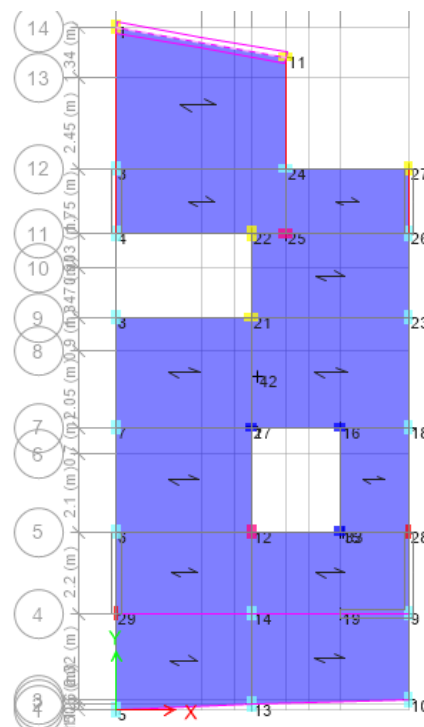


Figura 51: Planta típica del edificio con placas (Modelo 3)

Una vez definido el modelo, se procedió a realizar lo siguiente:

Se realizó un análisis lineal estático y un análisis dinámico modal espectral de acuerdo a la NTE E030, luego se realizó un análisis no lineal estático según el FEMA 440 y ASCE 41-13 con el fin de verificar su comportamiento sismorresistente.

- **Análisis lineal por gravedad y por sismo (apoyo con software ETABS):**
 - Peso Sísmico del Edificio: Para el análisis sísmico se trabajó con el total de la carga muerta más el 25% de la carga viva (edificación de categoría C).

Tabla 21: Peso Sísmico del edificio (Modelo 3)

PISO	Pi(tn)
PISO 6	111.103
PISO 5	111.103
PISO 4	111.103
PISO 3	111.103
PISO 2	111.103
PISO 1	111.103
TOTAL	666.02

Fuente: Elaboración Propia

- Definición del Espectro: Se presenta el resumen de los parámetros sísmicos.

Tabla 22: Parámetros sísmicos según norma E.030-16 (Modelo 3)

Parámetros	Factores
Z4	0.45
U	1
S1	1.05
Tp	1
TL	1.6
Rx =Ry	7

Fuente: Elaboración Propia

Con los parámetros sísmicos definidos, se obtiene el espectro elástico (R=1) e inelástico (R=8) de pseudo-aceleraciones, el cual está definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times g$$

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

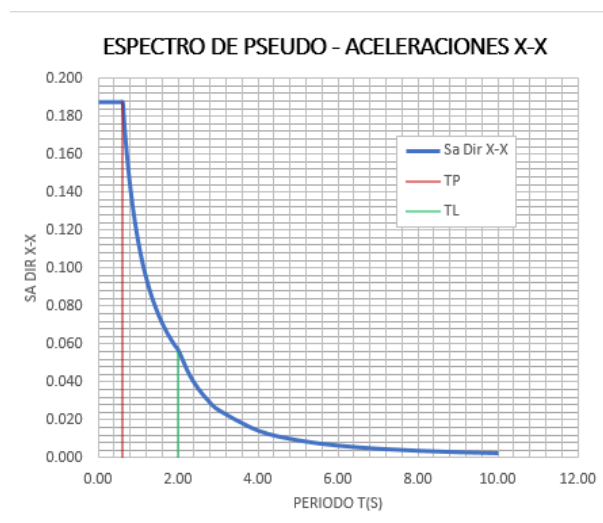


Figura 52: Espectro Elástico e Inelástico para R=7 en x-x (Modelo 3)

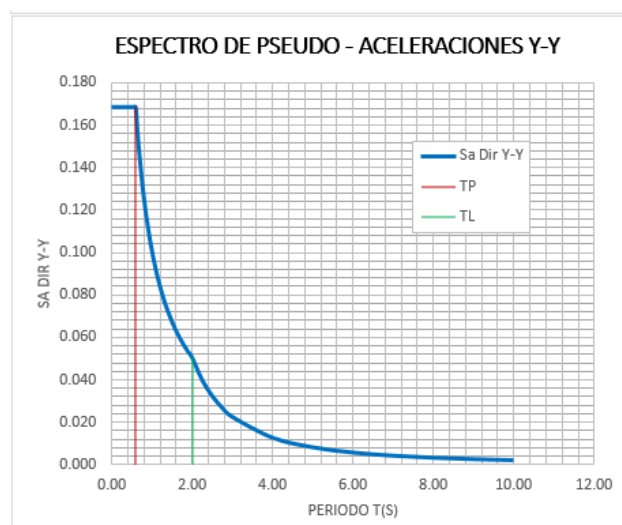


Figura 53: Espectro Elástico e Inelástico para R=7 en y-y (Modelo 3)

El espectro mostrado en la **Figura 52 y Figura 53**, se aplicó en las dos direcciones, especificando 5% de amortiguamiento estructural. Además, en el análisis se deberá considerar 5% de excentricidad accidental. Para realizar la combinación modal de las respuestas obtenidas (desplazamientos máximos, fuerzas y esfuerzos) se especificó el método de Combinación Cuadrática Completa (CQC) el cual toma en cuenta el acoplamiento estadístico entre modos cercanos debido al amortiguamiento modal. Además, en cada dirección se considerarán los modos de vibración necesarios para que la suma de masas participantes sea por lo menos el 90 % de la masa total.

❖ PERIODOS DE VIBRACIÓN

Tabla 23: Modos de vibración, periodos y factores participación modal (Modelo 3)

Modos de Vibración	Periodo T (s)	Masa Participante UX	Masa Participante UY
1	0.445	0.4584	0.0537
2	0.353	0.0698	0.6226
3	0.198	0.1606	0.0181
4	0.105	0.1119	0.0174
5	0.082	0.0279	0.1527
6	0.046	0.0493	0.006
7	0.041	0.045	0.0034
8	0.035	0.0058	0.058
9	0.027	0.0192	0.0015
10	0.021	0.002	0.0258
11	0.02	0.008	0.0014
12	0.019	0.012	0.0017
13	0.017	0.002	1.83E-05
14	0.015	1.88E-05	0.0115
15	0.013	1.95E-06	0.003
16	0.012	0.0041	0.0005
17	0.01	0.0013	0.0002
18	0.008	0.0003	3.97E-05

Fuente: Elaboración Propia

❖ DERIVAS POR PISO

Tabla 24: Control de distorsiones en dirección X, Y (Modelo 3)

DERIVAS (Δ/h):	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	Coeficiente de reducción de fuerza Sísmica				R=0.75	DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX-X=0.007	DERIVA MAX-Y=0.007
			Ro	Ia	Ip	R	I=0.85				
							R=0.75				
DERIVA PISO 1	0.0009	0.000411	7	1	1	7	5.25	0.0048	0.0022	OK	OK
DERIVA PISO 2	0.0011	0.000457	7	1	1	7	5.25	0.0057	0.0024	OK	OK
DERIVA PISO 3	0.0011	0.000492	7	1	1	7	5.25	0.0058	0.0026	OK	OK
DERIVA PISO 4	0.0011	0.00049	7	1	1	7	5.25	0.0058	0.0026	OK	OK
DERIVA PISO 5	0.0009	0.000417	7	1	1	7	5.25	0.0047	0.0022	OK	OK
DERIVA PISO 6	0.0006	0.000195	7	1	1	7	5.25	0.0033	0.0010	OK	OK

Fuente: Elaboración Propia

❖ CORTANTE BASAL

Tabla 25: Cálculo de los Factores de Escala (Modelo 3)

CORTANTE BASAL:	V Dinamico (tn)	V Estatico (tn)	80% V Estatico	V Dina > 80% V Est	Factor escala	V Diseño (Tn)
DIRECCION X	72.02	87.44	69.15	CORRECTO	0.97	70
DIRECCION Y	70.90	87.44	69.15	CORRECTO	0.99	70

Fuente: Elaboración Propia

❖ Análisis no lineal (apoyo con software ETABS):

Este método se aplicó para obtener la capacidad estructural que consiste en aplicar cargas laterales a la estructura, la cual es incrementada monótonamente creando rótulas plásticas y llevándolo al máximo desplazamiento (punto de colapso).

Para este paso se analizó el cálculo del acero que requiere la placa P-1 para poder ingresar ese dato al momento de crear las rótulas plásticas en todas las placas.

DISEÑO DE PLACAS P-1					
fc	210	kg/cm ²	d	368.8	cm
fy	4200	kg/cm ²	Mr	425.0	t.m
lw	461	cm			
bw	30	cm			

DATOS DE ETABS		
	Mu (tn.m)	Vu (tn)
6	6.71	3.01
5	50.42	20.36
4	114	32.64
3	197	43.33
2	295	52.05
1	398	55.77

Acv	13830	cm ²
Vn	251.4	tn
cuantia	0.0025	
A min	34.575	cm ²
Ø estribo	3/8	pulg
Ø estribo	0.95	cm
As	0.71	cm ²
Separacion	19.02	cm

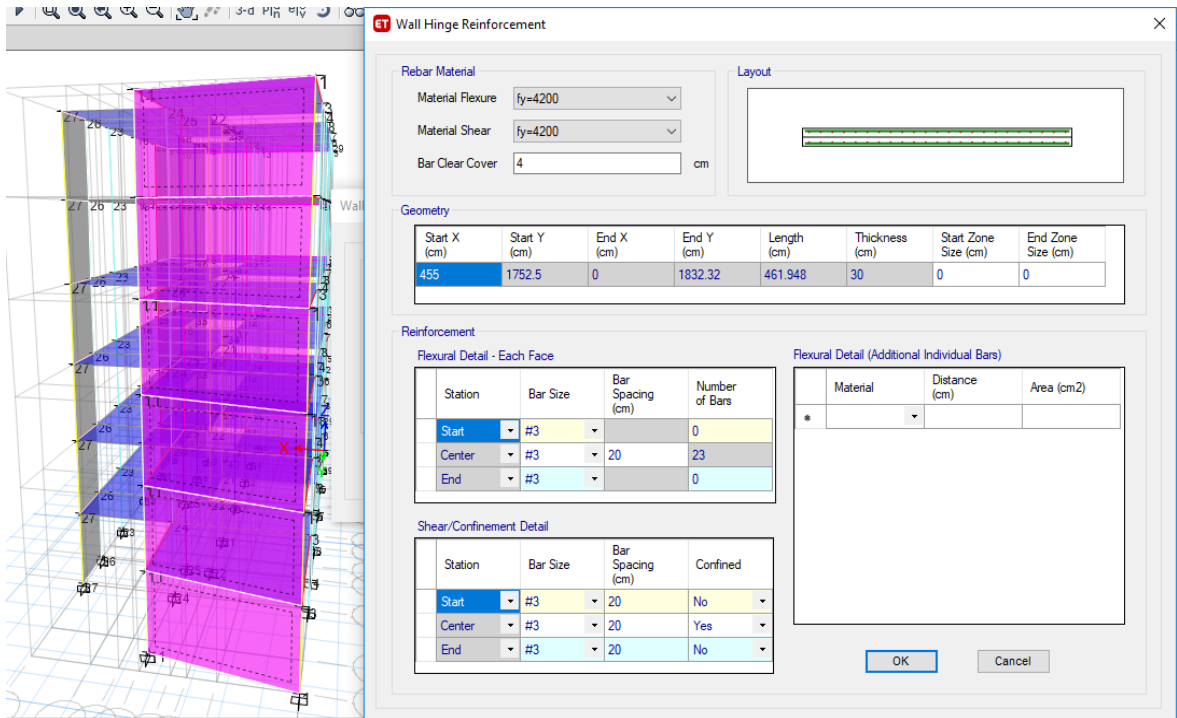


Figura 54: Refuerzo de muro para la creación de rotulas plásticas (Modelo 3)

Se repitió el proceso para todos los muros de corte asignándole su acero calculado.

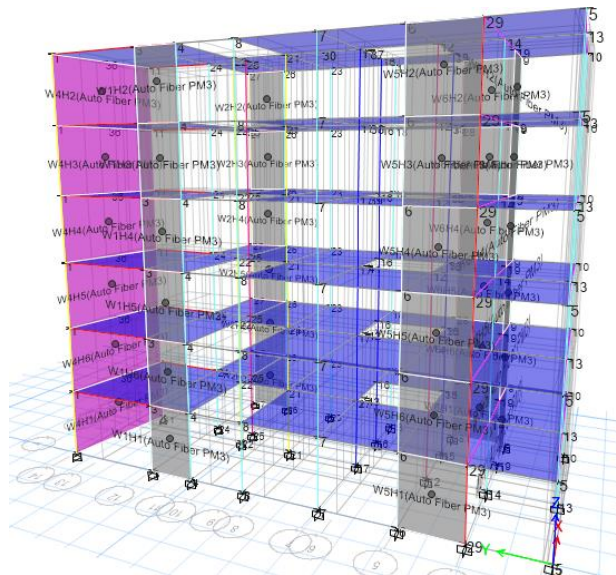


Figura 55: Visualización de asignación de Rotulas Plásticas (Modelo 3)

En este cuadro se visualiza el resumen de todas el diseño de las placas.

Tabla 26: Cuadro de resumen de diseño de placas (Modelo 3)

CUADRO DE RESUMEN DE MUROS DE CORTE											
PLA	fc	fy	lw	bw	Acv	Vn	cuantia	A min	Ø estribo	As	Separacion
P1	210	4200	461	30	13830	251.4	0.0025	34.58	3/8	0.71	19.02
P2	210	4200	175	25	4375	79.5	0.0025	10.94	3/8	0.71	22.82
P3	210	4200	175	25	4375	79.5	0.0025	10.94	3/8	0.71	22.82
P4	210	4200	220	25	5500	100.0	0.0025	13.75	3/8	0.71	22.82
P5	210	4200	220	25	5500	100.0	0.0025	13.75	3/8	0.71	22.82
P6	210	4200	185	25	4625	84.1	0.0025	11.56	3/8	0.71	22.82

Fuente: Elaboración Propia

Concluido el modelado de la estructura y la asignación de las rotulas plasticas en columnas ,vigas y muros se obtendra el resultado de curva de capacidad, donde se calculara la ductilidad, punto de desempeño y los niveles de desempeño del edificio “EL PRADO”.

Direccion X

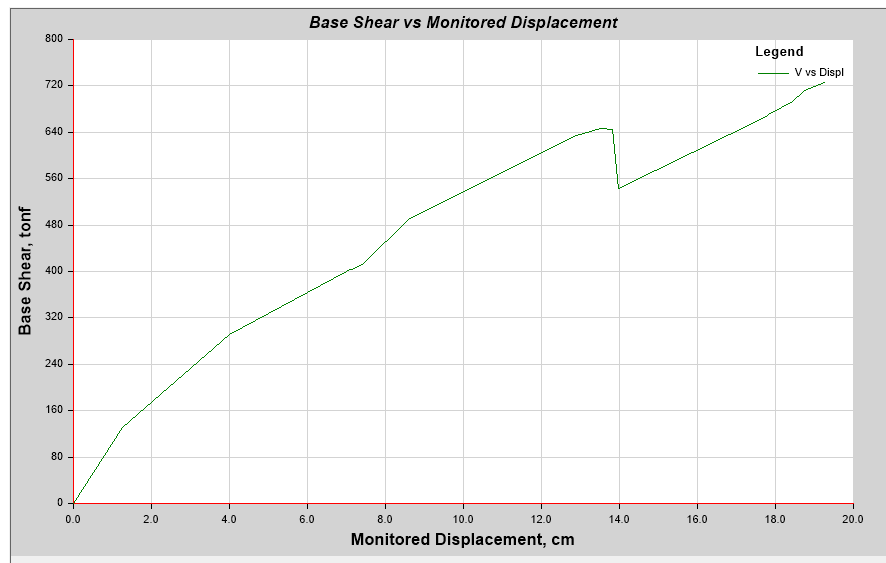


Figura 56: Curva de Capacidad de la estructura en X-X (Modelo 3)

❖ Punto de desempeño en dirección X

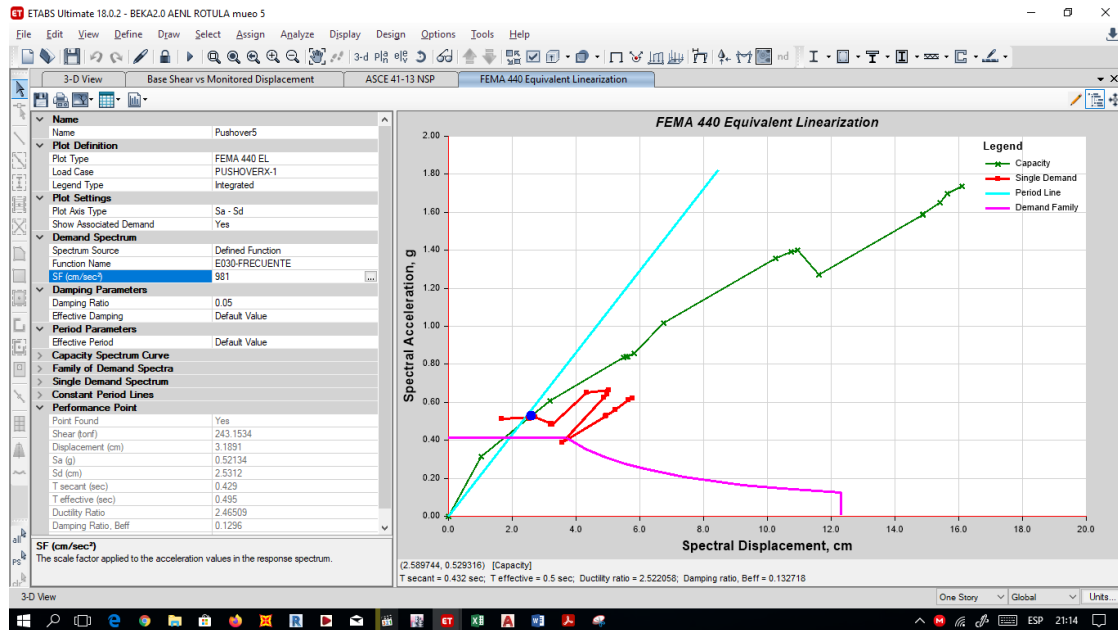


Figura 57: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 3)

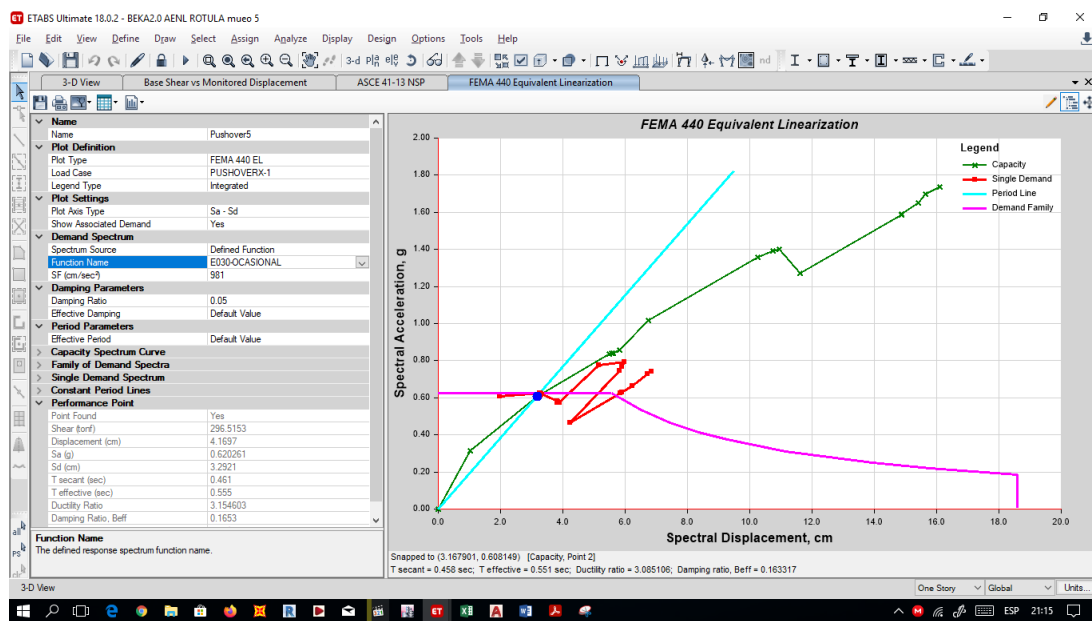


Figura 58: Punto de desempeño en x-x para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 3)

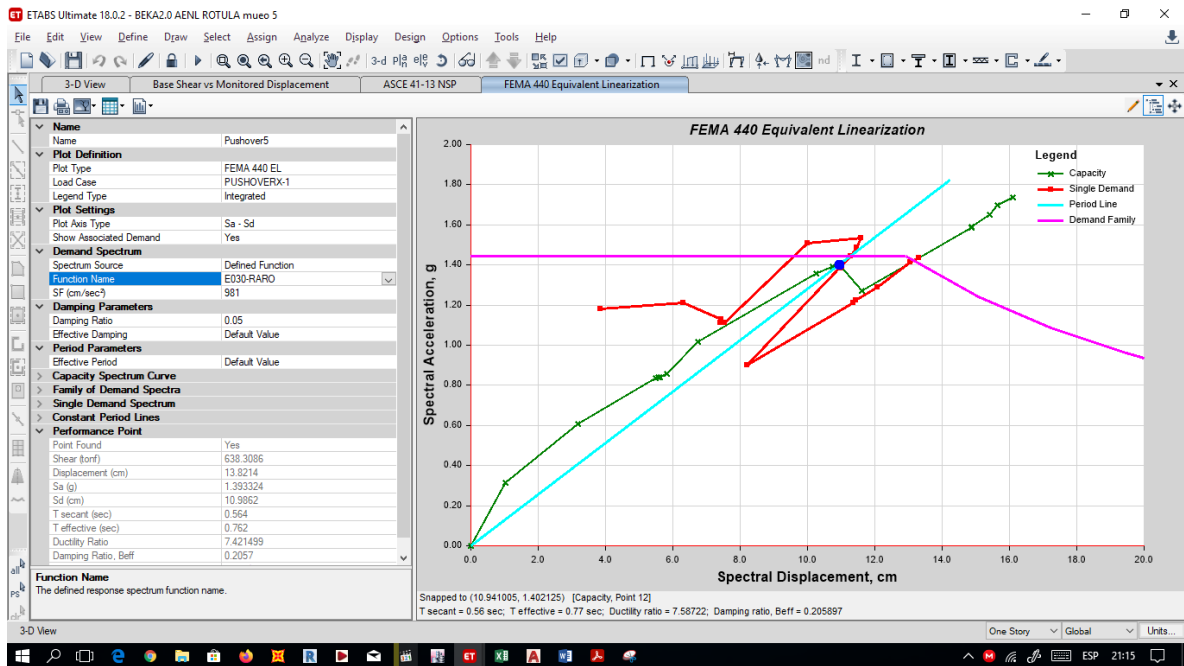


Figura 59: Punto de desempeño x-x para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 3)

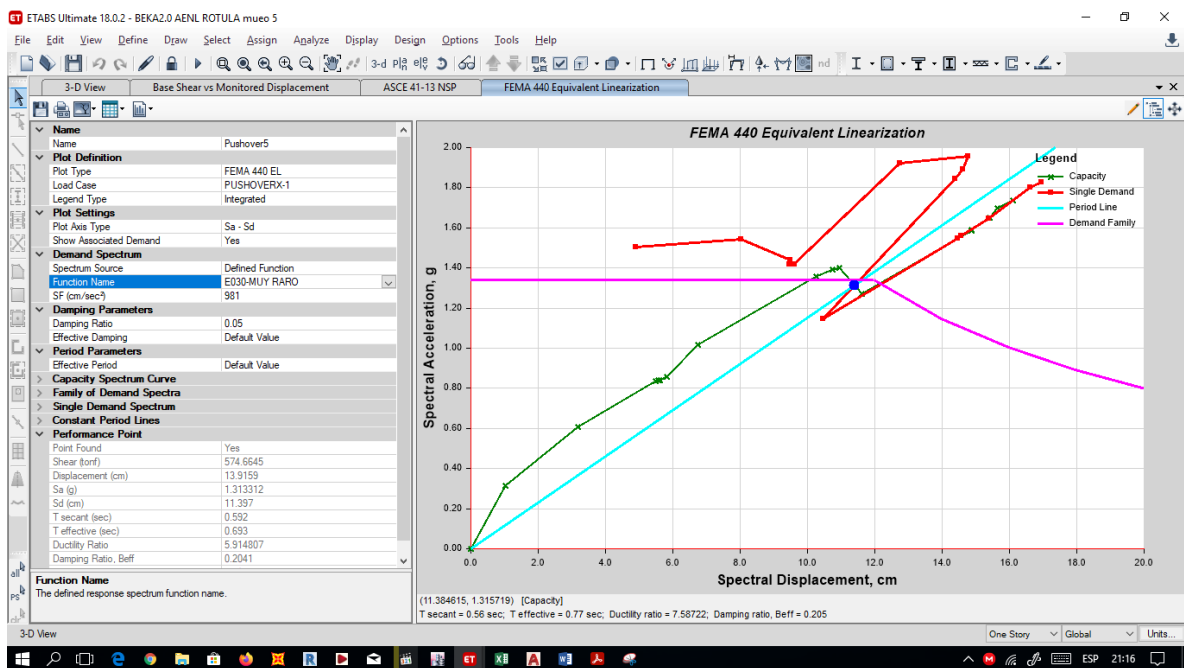


Figura 60: Punto de desempeño en x-x para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 3)

Luego de haber hallado la curva de capacidad y el punto de desempeño, se procedió a calcular la ductilidad de la estructura en la dirección x-x.

Desplazamientos:

Desplazamiento Elástico	1.248
Desplazamiento Elástico más Plástico	12.563
Desplazamiento solo Plástico	13.811

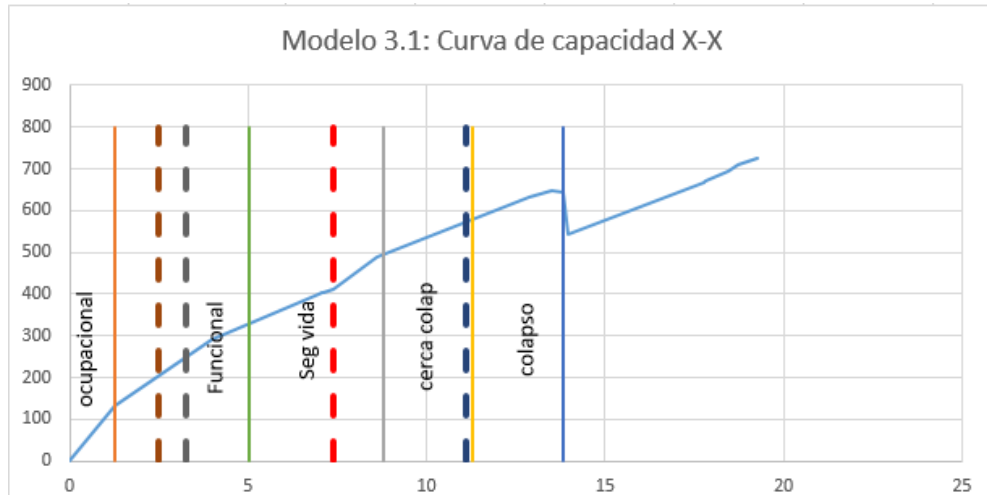


Gráfico 5: Niveles de desempeño en x-x (Modelo 3)

Fuente: Elaboración Propia

Estado de la estructura:

Estructura en estado Funcional	5.017
Estructura en Seguridad de Vida	8.786
Estructura en pre-colapso	11.298
Estructura en colapso	13.811

Sismo Frecuente	
2.51	0
2.51	800
Sismo Ocasional	
3.25	0
3.25	800
Sismo Raro	
7.37	0
7.37	800
Sismo muy Raro	
11.09	0
11.09	800

Ductilidad de la estructura:

Δu	Δy	X		
		Δd	u_d	u
11.40	2.09	4.83	2.31	5.45
11.40	2.09	5.54	2.65	5.45
11.40	2.09	10.36	1.57	5.45
11.40	2.09	-	-	5.45

Dirección Y

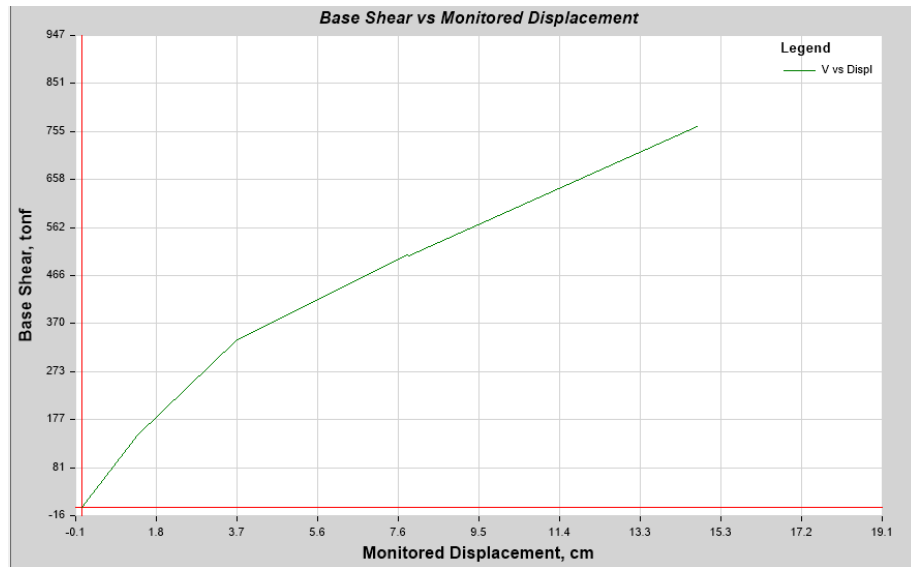


Figura 61: Curva de Capacidad de la estructura en y-y (Modelo 3)

❖ Punto de desempeño en dirección Y

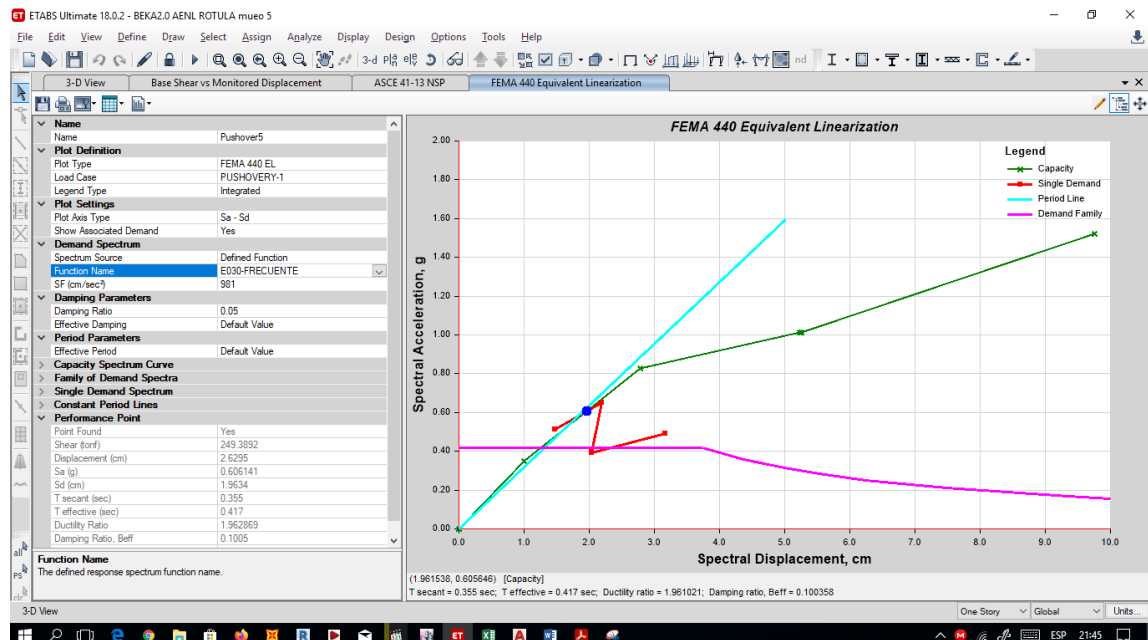


Figura 62: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo frecuente (Modelo 3)

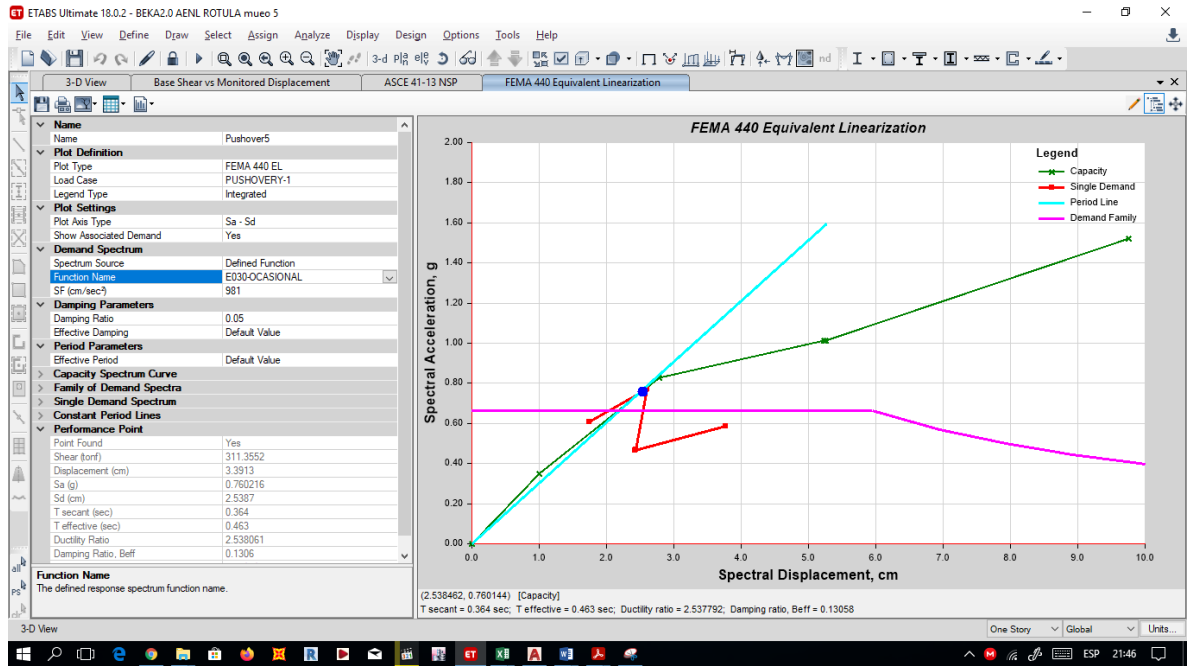


Figura 63: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo ocasional (Modelo 3)

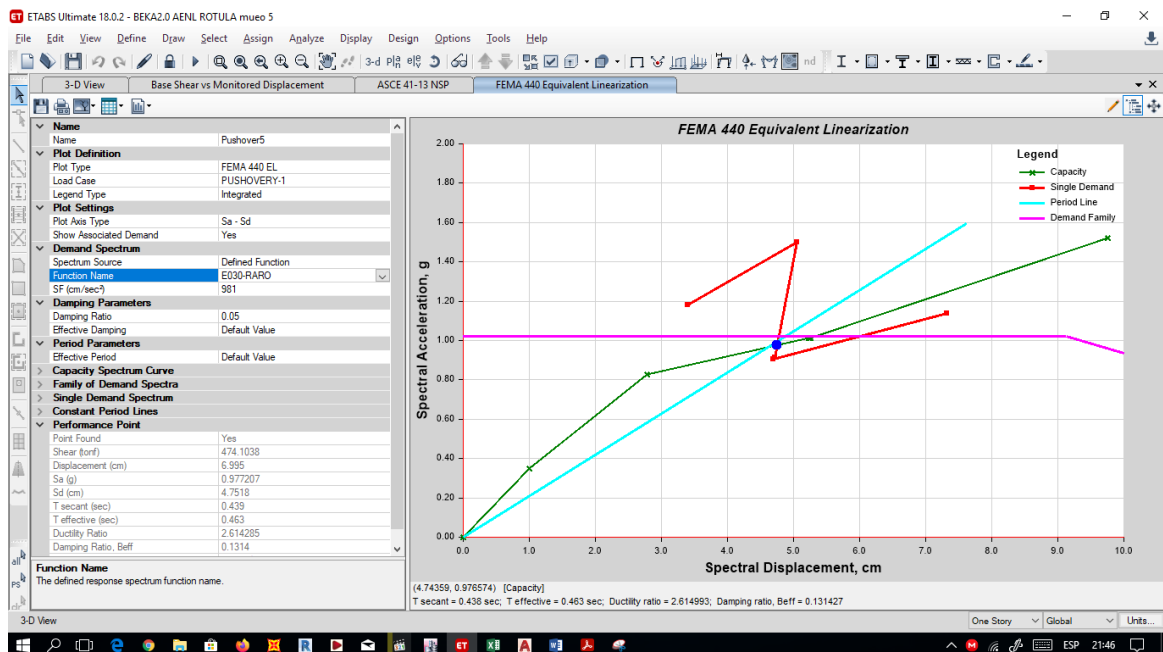


Figura 64: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo raro (Modelo 3)

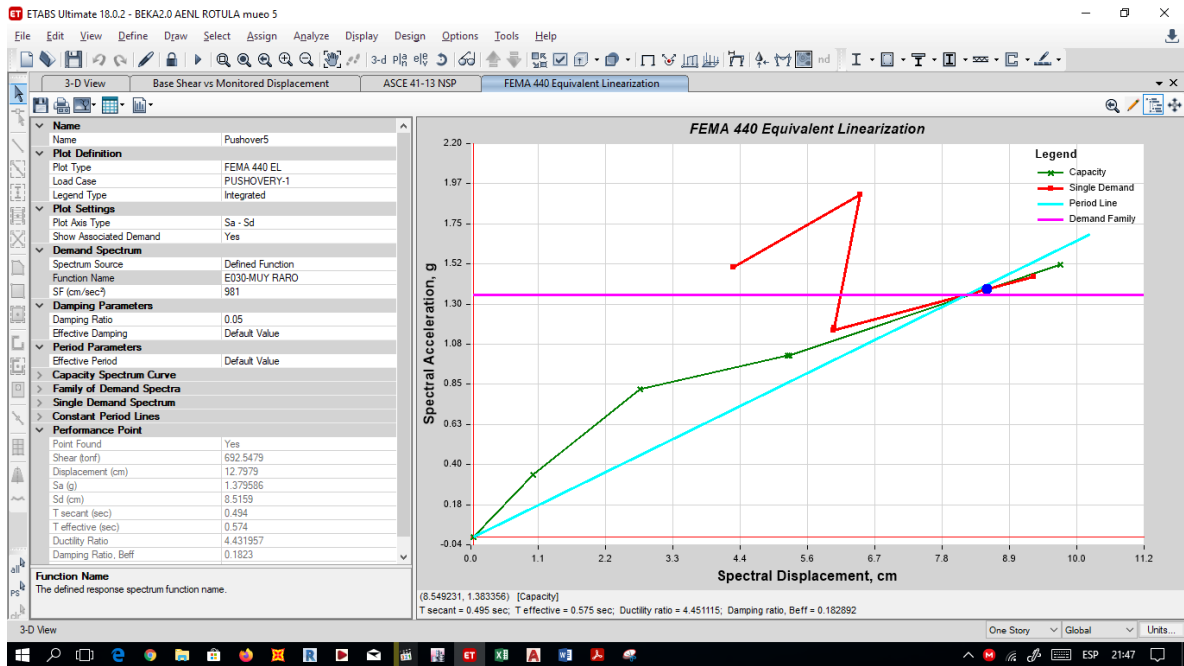


Figura 65: Punto de desempeño en y-y para un nivel de demanda con un sismo muy raro (Modelo 3)

Luego de haber hallado la curva de capacidad y el punto de desempeño, se procedió a calcular la ductilidad de la estructura en la dirección y-y.

Desplazamientos:

Desplazamiento Elástico	1.354
Desplazamiento Elástico más Plástico	13.347
Desplazamiento solo Plástico	14.701

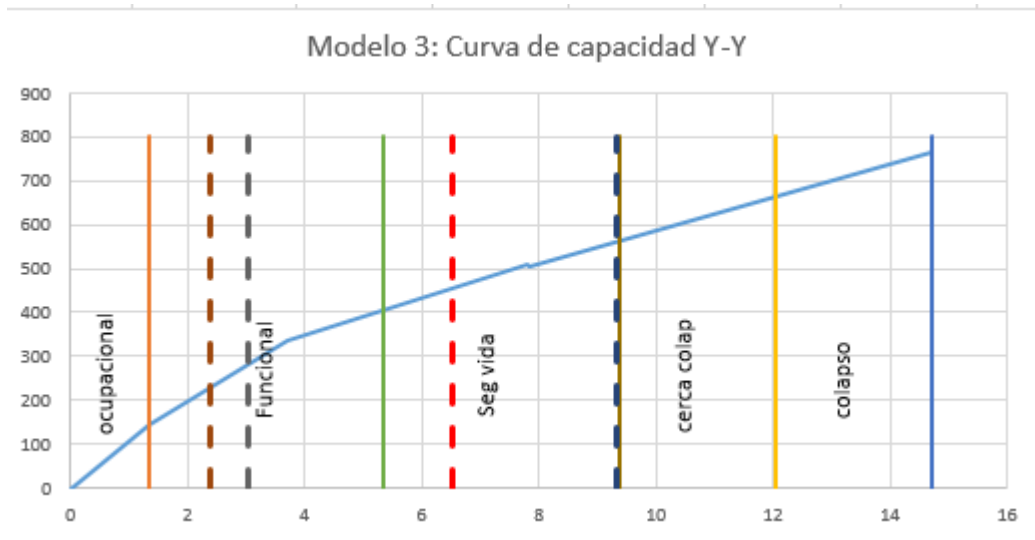


Grafico 6: Niveles de desempeño en y-y (Modelo 3)

Fuente: Elaboración Propia

Estado de la estructura:

Estructura en estado Funcional	5.358
Estructura en Seguridad de Vida	9.362
Estructura en pre-colapso	12.032
Estructura en colapso	14.701

Ductilidad de la estructura:

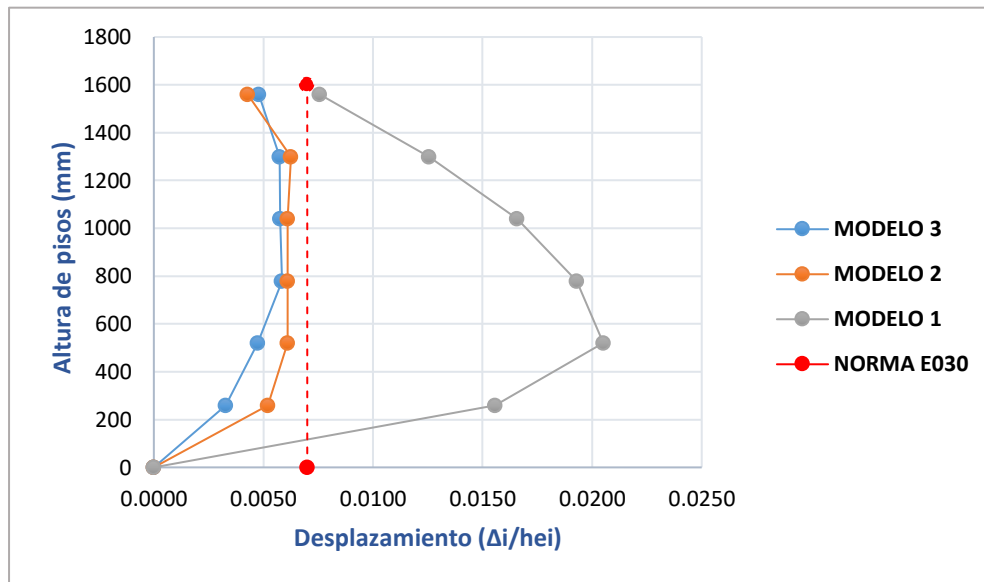
Y				
Δu	Δy	Δd	u_d	u
14.7	1.35	2.38	1.76	10.89
14.7	1.35	3.02	2.24	10.89
14.7	1.35	6.51	2.47	10.89
14.7	1.35	9.31	3.28	10.89

Sismo Frecuente	
2.38	0
2.38	800
Sismo Ocasional	
3.02	0
3.02	800
Sismo Raro	
6.51	0
6.51	800
Sismo muy Raro	
9.31	0
9.31	800

4.2. RESULTADOS

❖ DERIVAS

Gráfico 7: Comparación de derivas X (Modelo 1,2 y 3)

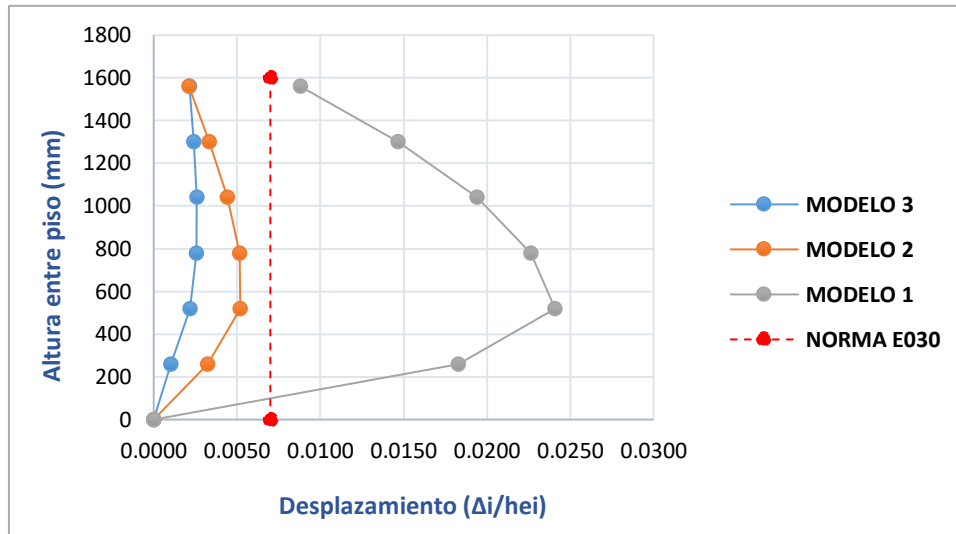


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el **Gráfico 7** se puede visualizar que la deriva en dirección X el modelo 1 supera los límites permitidos de derivas con un 0.0205 estando en un 292% mayor de lo permitido y los dos modelos con reforzamiento no superan el límite permitido de 0.007, teniendo un mejor comportamiento el MODELO 3 con una deriva máxima de 0.0061 siendo un 87% de la deriva permitida. Por esta razón, se acepta la hipótesis 1 donde se menciona que la adición de muros de corte mejorar el comportamiento sísmico lineal en relación a las derivas.

Gráfico 8: Comparación de derivas y-y (Modelo 1,2 y 3)



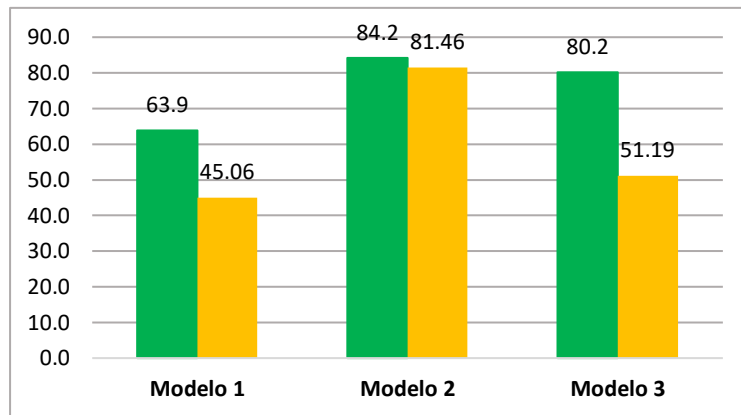
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la **Gráfico 8** se visualiza que las derivas en dirección Y el modelo 1 supera los límites permitidos de derivas con un 0.0241 estando en un 344% mayor de lo permitido y los dos modelos con reforzamiento no superan el límite permitido de 0.007, teniendo un mejor comportamiento el MODELO 3 con una deriva máxima de 0.0026 siendo un 37% de la deriva permitida y esto se debe a que en la dirección Y se tiene mayor densidad de muros. Por esta razón, se acepta la hipótesis 1 donde se menciona que la adición de muros de corte mejoran el comportamiento sísmico lineal en relación a las derivas.

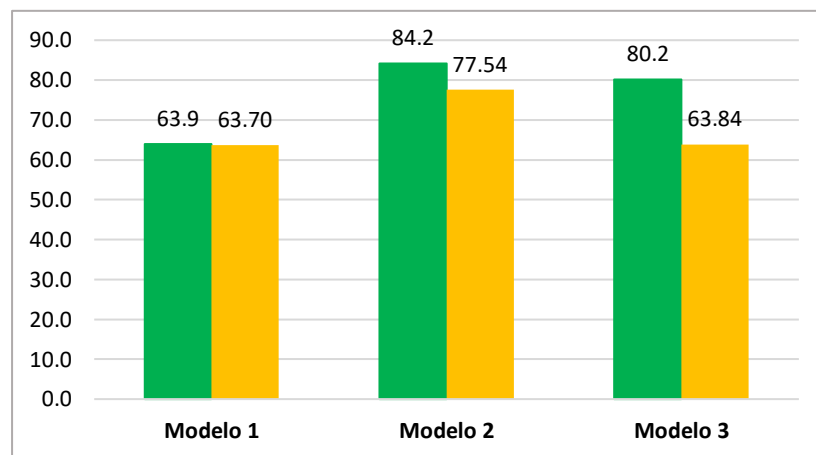
❖ CORTANTE BASAL

Gráfico 9: Comparación de cortante basal X (Modelo 1,2 y 3)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Comparación cortante basal Y (Modelo 1,2 y 3)



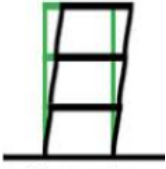
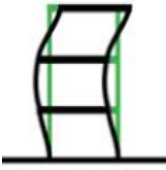

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el **Gráfico 9** y **Gráfico 10** se puede visualizar que el cortante basal del modelo 1 no es representativo debido a que es una estructura sin reforzamiento; por ello, los modelos a comparar son el modelo 2 y 3, donde el modelo 2 tiene una cortante basal de diseño de 84.2tn y el MODELO 3 una cortante basal de diseño de 80.2tn siendo un 95.2% menos que el modelo 2. Esto se debe a que las fuerzas sísmicas por piso en el MODELO 3 afectaran en menor medida a la estructura en comparación al modelo 2. Por esta razón, se acepta la hipótesis 2 donde se menciona que la adición de muros de corte mejorar el comportamiento sísmico lineal en relación a la cortante basal.

❖ PERIODO DE VIBRACIÓN

Tabla 27: Comparación de periodos de vibración (Modelo 1,2 y 3)

SISTEMA:	ESTRUCTURA ORIGINAL (MODELO 1)	traslacional x	traslacional y	rotacional z	 <p>Primer modo</p>
PERIODO DE VIBRACION :	PERIODO DE VIBRACION : (S)				
NIVEL 1					
MODO 1	0.796	X			
MODO 2	0.62			X	
MODO 3	0.6		X		
SISTEMA:	ESTRUCTURA CON ENCAMISADO DE CONCRETO (MODELO 2)	traslacional x	traslacional y	rotacional z	 <p>Segundo modo</p>
PERIODO DE VIBRACION :	PERIODO DE VIBRACION : (S)				
NIVEL 1					
MODO 1	0.597	X			
MODO 2	0.591		X		
MODO 3	0.53			X	
SISTEMA:	ESTRUCTURA CON MURO DE CORTE	traslacional x	traslacional y	rotacional z	 <p>Tercer modo</p>
PERIODO DE VIBRACION :	PERIODO DE VIBRACION : (S)				
NIVEL 1					
MODO 1	0.445	X			
MODO 2	0.353		X		
MODO 3	0.198			X	

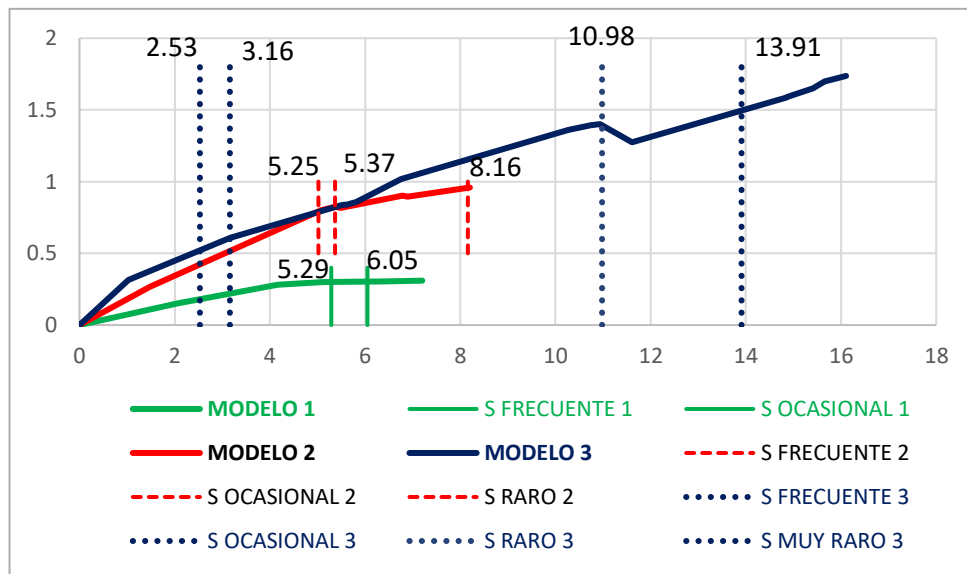
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la **Tabla 27** se puede visualizar que el modelo 1 tiene un periodo fundamental de 0.796 s, la cual es la más alta en comparación a los modelos 2 y 3; donde el modelo 2 tiene un periodo de 0.597s siendo un 25% menor al periodo del modelo 1 y el modelo 3 tiene un periodo de 0.445s siendo un 44% menor que el periodo del modelo 1. Entonces, se puede establecer que el MODELO 3 se comporta de mejor manera en comparación al modelo 2, la cual tiene un periodo diferente al periodo del suelo que es 0.6s permitiendo que la estructura no incurra en la resonancia. Por esta razón, se acepta la hipótesis 3 donde se menciona que la adición de muros de corte mejoran el comportamiento sísmico lineal en relación al periodo de vibración.

❖ PUNTO DE DESEMPEÑO

Gráfico 11: Punto de desempeño X (Modelo 1,2 y 3)

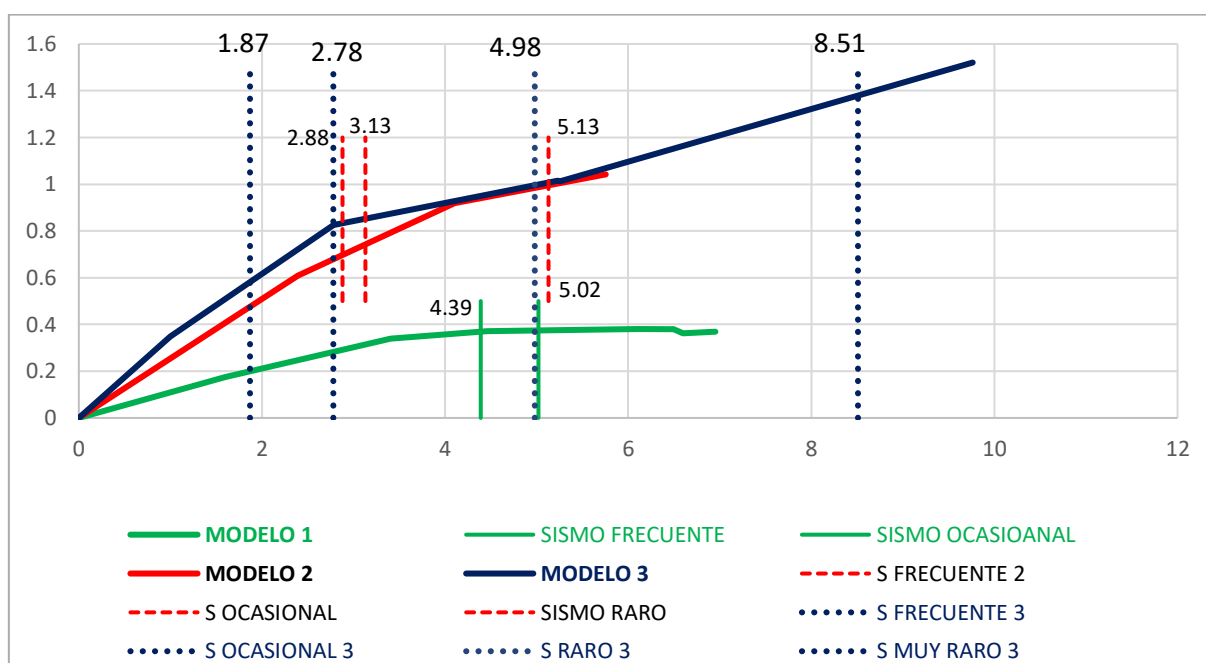


Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el **Gráfico 11** se puede visualizar que el punto de desempeño en la dirección X del MODELO 1 intercepta el sismo frecuente con un desplazamiento de 5.29cm y el sismo ocasional con un desplazamiento de 6.05 cm, pero el sismo raro y muy raro se encuentra fuera de la curva debido a su poca capacidad de deformación. El MODELO 2 intercepta el sismo frecuente con un desplazamiento de 5.25cm, el sismo ocasional con un desplazamiento de 5.37cm, el sismo raro con un desplazamiento de 8.15cm, pero el sismo muy raro se encuentra fuera de la curva debido a su poca capacidad de deformación. En el MODELO 3 intercepta el sismo frecuente con un desplazamiento de 2.53cm, el sismo ocasional con un desplazamiento de 3.16cm, el sismo raro con un desplazamiento de 10.98cm y el sismo muy raro con un desplazamiento de 13.91cm teniendo una mayor capacidad de deformación al interceptar los 4 niveles de demanda sísmica con la curva de capacidad espectral. Por esta razón, se acepta la hipótesis 4 donde se menciona que la adición de muros de corte mejorar el comportamiento sísmico no lineal en relación al punto de desempeño.

Gráfico 12: Punto de desempeño Y (Modelo 1,2 y 3)



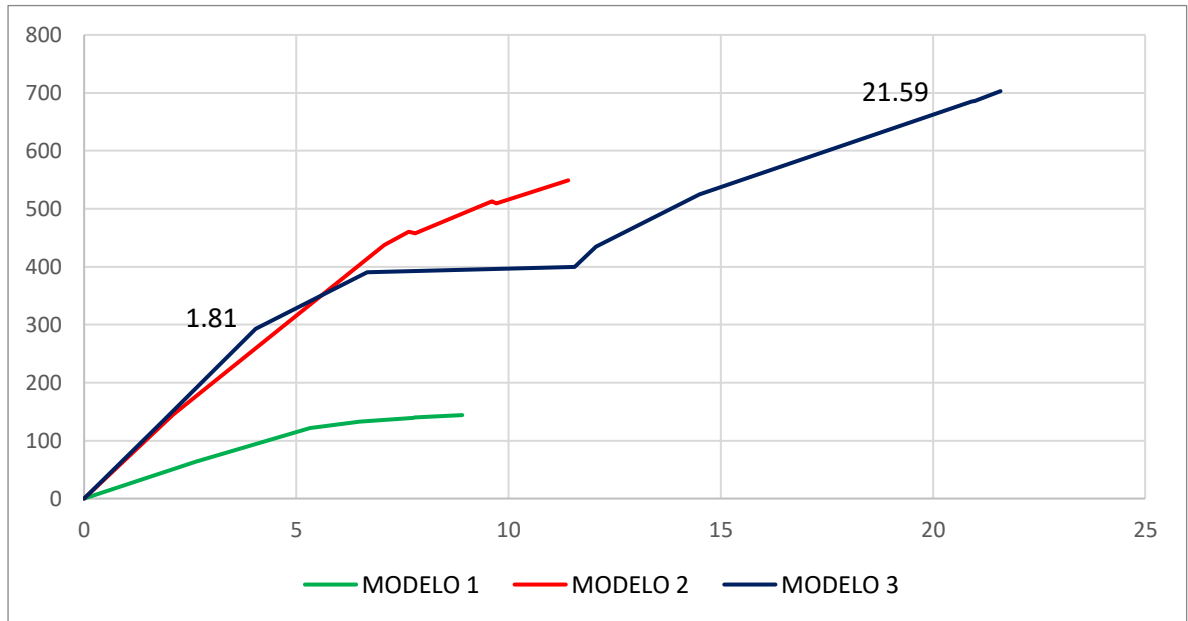
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el **Gráfico 12** se puede visualizar que el punto de desempeño en la dirección Y del MODELO 1 intercepta el sismo frecuente con un desplazamiento de 4.39cm y el sismo ocasional con un desplazamiento de 5.02 cm, pero el sismo raro y muy raro se encuentra fuera de la curva de capacidad debido a su poca capacidad de deformación. El MODELO 2 intercepta el sismo frecuente con un desplazamiento de 2.88cm, el sismo ocasional con un desplazamiento de 3.13cm, el sismo raro con un desplazamiento de 5.13cm y el sismo muy raro se encuentra fuera de la curva de capacidad debido a su poca capacidad de deformación. El MODELO 3 intercepta el sismo frecuente con un desplazamiento de 1.87cm, el sismo ocasional con un desplazamiento de 2.78cm, el sismo raro con un desplazamiento de 4.98cm y el sismo muy raro con un desplazamiento de 8.51cm teniendo una mayor capacidad de deformación debido a que se utilizó como reforzamiento los muros de corte. Por esta razón, se acepta la hipótesis 4 donde se menciona que la adición de muros de corte mejorar el comportamiento sísmico no lineal en relación al punto de desempeño.

❖ DUCTILIDAD

Gráfico 13: Comparación de la curva ductilidad X (Modelo 1,2 y 3)



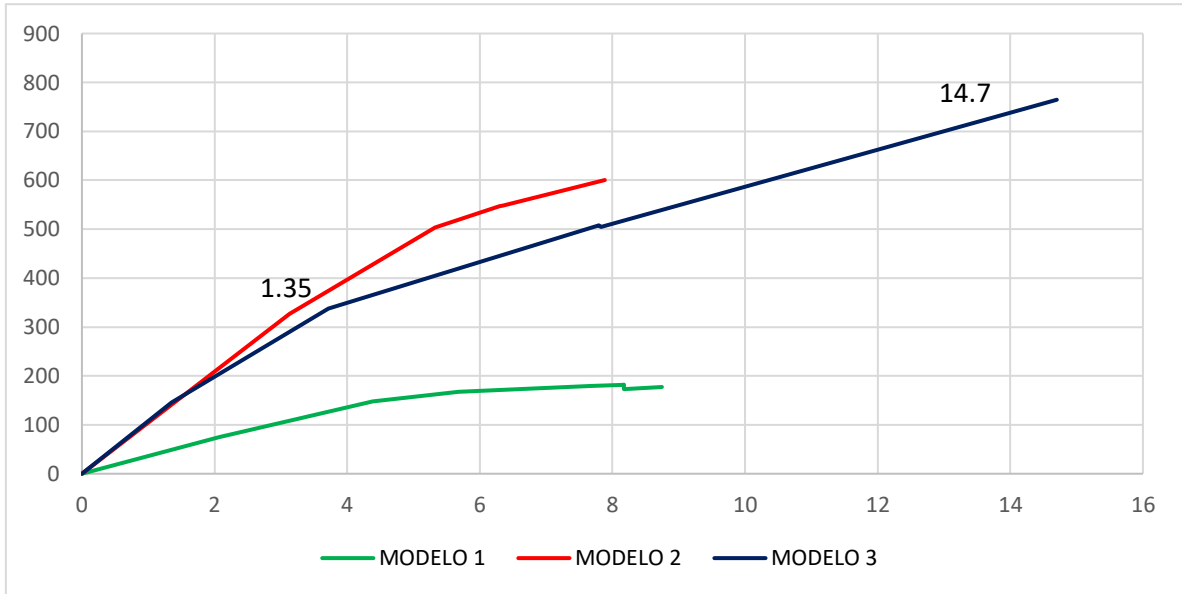
Fuente: Elaboración propia

	Δu	Δy	u
MODELO 1	8.90	2.63	3.38
MODELO 2	11.40	2.09	5.45
MODELO 3	21.59	1.81	11.93

Interpretación:

En el **Gráfico 13** se puede visualizar que la ductilidad en la dirección X el MODELO 1 tiene poca capacidad de deformación con una ductilidad baja de 3.38, el MODELO 2 tiene una ductilidad de 5.45 y el MODELO 3 tiene una ductilidad de 11.93 siendo este 209% más dúctil que el MODELO 2. Por esta razón, se acepta la hipótesis 4 donde se menciona que la adición de muros de corte mejorar el comportamiento sísmico no lineal en relación a la ductilidad.

Gráfico 14: Comparación de la curva ductilidad y-y (Modelo 1,2 y 3)



Fuente: Elaboración propia

	Δu	Δy	u
MODELO 1	8.74	4.38	2.00
MODELO 2	7.88	3.12	2.53
MODELO 3	14.7	1.35	10.89

Interpretación:

En el **Gráfico 14** se puede visualizar que la ductilidad en la dirección Y el MODELO 1 tiene poca capacidad de deformación con una ductilidad baja de 2, el MODELO 2 tiene una ductilidad de 2.53 y el MODELO 3 tiene una ductilidad de 10.89 siendo 403% más dúctil que el MODELO 2. Por esta razón, se acepta la hipótesis 4 donde se menciona que la adición de muros de corte mejorar el comportamiento sísmico no lineal en relación a la ductilidad.

V. DISCUSIÓN

- Para el sistema de reforzamiento con muros de corte se obtuvo en este trabajo como resultado una deriva máxima en X de 6.1 ‰ y una deriva en Y de 2.6 ‰. AGUIAR et al. (2017), obtuvieron derivas máximas en dirección X de 4.73‰ y en dirección Y de 6.65‰. Lo que indica, que los resultados de derivas máximas en X son parecidos con una variación mayor de 1.28 veces y en la deriva máxima en Y son diferentes con una variación menor de 2.5 veces, esto se debe a que el edificio analizado cuenta con 6 pisos y una densidad de muros en la dirección X de 2.43% y en la dirección Y de 1.98%, en cambio, el edificio del antecedente cuenta con un edificio de 8 pisos con una densidad de muros en la dirección X de 2.3% y en la dirección Y de 1.34%.
- Para el sistema de reforzamiento con muros de corte se obtuvo en este trabajo como resultado de cortante basal en dirección X y dirección Y de 80.2Tn. NAYRA (2017), en su investigación obtuvo un resultado de cortante basal en la dirección X y dirección Y de 118Tn. Lo que indica que los resultados son diferentes con una diferencia mayor de 37.8Tn, esto se produce debido a que el edificio analizado es más rígido porque cuenta con mayor densidad de muros de 4.64%; en cambio, el edificio del antecedente menos rígido porque cuenta con una densidad de muros de 2.22%.
- Para el sistema de reforzamiento con muros de corte se obtuvo en este trabajo como resultado un periodo de vibración de 0.445s. PALACIOS et al. (2019), en su investigación obtuvieron como resultado un periodo de vibración de 0.46s. Lo que indica que el resultado del antecedente es similar con una variación del 3%, esto se produce debido a que el edificio analizado es un piso más alto en comparación al edificio del antecedente.
- Para la demanda del sismo raro el sistema de reforzamiento con muros de corte presentó un punto de desempeño en dirección X de 10.98cm y en dirección Y de 4.98cm, la cual corresponde con el nivel de desempeño de seguridad de vida. PINTO Y TORRES (2016), en su investigación obtuvieron como resultado que el punto de desempeño para un sismo raro en la dirección X fue de 6.34cm y en dirección Y de 5.03cm, la cual corresponde

con el nivel de desempeño de seguridad de vida. Lo cual indica que los niveles de desempeño son iguales, esto se produce debido a que los muros de corte brindan una mayor resistencia y mejora la capacidad de deformación.

- Para el sistema de reforzamiento con muros de corte se obtuvo en este trabajo como resultado de ductilidad en X de 11.93 y en Y de 10.89. ALCÁNTARA y NALVARTE (2016), en su investigación obtuvieron como resultado de ductilidad en dirección X de 5.1 y en Y de 6.3, siendo diferente en la dirección X con variación menor de 43% y en Y con una variación menor de 58%, esto se produce debido a que el edificio analizado tiene una densidad de muros en la dirección X de 2.3% y en la dirección Y de 1.34 %; en cambio, el edificio del antecedente tiene una densidad de muros en la dirección X de 1.02% y en la dirección Y de 0.74 %.

VI. CONCLUSIONES

- En la presente investigación se ha determinado que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto presenta una deriva máxima en X de 0.0063 siendo menor en un 10% y en la dirección Y de 0.0052 siendo menor en un 26% del límite permisible indicado por la norma E.030, según el Grafico 7 y 8; mientras que el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte presenta una deriva máxima en X de 0.0061 siendo menor en un 13% y en dirección Y de 0.0026 siendo menor en un 63% del límite permisible indicado por la norma E.030, según el Grafico 7 y 8. Observándose que el sistema que presenta derivas más alejados del límite permisible es el reforzamiento con adición de muros de corte. Por lo tanto, se determinó que el sistema reforzamiento que mejora el comportamiento sísmico lineal es la adición de muros de corte en relación a la deriva.
- Se ha determinado que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto presenta una cortante basal en la dirección X y en la dirección Y de 84.2 Ton, como se observa en el Grafico 9 y 10; mientras que el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte presenta una cortante basal en la dirección X y en la dirección Y de 80.2 Ton, como se observa en el Grafico 9 y 10. Observándose que la cortante basal del sistema de reforzamiento con adición de muros de corte es menor en un 4.8%, logrando tener una menor fuerza sísmica en los pisos que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto. Por lo tanto, se determinó que el sistema reforzamiento que mejora el comportamiento sísmico lineal es la adición de muros de corte en relación a la cortante basal.
- De los resultados obtenidos se ha determinado que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto presenta un periodo fundamental de 0.597s (Tabla 27) y el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte presenta un periodo fundamental de 0.445s (Tabla 27). Observándose que el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte tiene un periodo diferente al periodo del suelo que es de 0.6s, permitiendo que la estructura no incurse en la resonancia. Por lo

tanto, se determinó que el sistema reforzamiento que mejora el comportamiento sísmico lineal es la adición de muros de corte en relación al periodo de vibración.

- En la presente investigación se ha determinado que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto obtuvo el punto de desempeño para el sismo raro un desplazamiento en la dirección X de 8.15cm y en la dirección Y de 5.13cm, como se indica en el Grafico 11 y 12; mientras que el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte obtuvo el punto de desempeño para el sismo raro un desplazamiento en la dirección X de 10.98cm y en la dirección Y de 4.98cm, como se indica en el Grafico 11 y 12. Observándose que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto se encuentra en un nivel de desempeño cerca al colapso y el reforzamiento con adición de muros de corte se encuentran en un nivel de desempeño de seguridad de vida. Por lo tanto, se determinó que el sistema reforzamiento que mejora el comportamiento sísmico no lineal es la adición de muros de corte en relación al punto de desempeño.
- Se ha determinado que el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto presenta una ductilidad en la dirección X de 5.45 y en la dirección Y de 2.53, como se indica en el Grafico 13 y 14; mientras que el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte presenta una ductilidad en la dirección X de 11.93 y en la dirección Y de 10.89, como se indica en el Grafico 13 y 14. Observándose que el sistema que presenta mayor ductilidad es el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte. Por lo tanto, se determinó que el sistema reforzamiento que mejora el comportamiento sísmico no lineal es la adición de muros de corte en relación a la ductilidad.

- En síntesis, se ha determinado que el sistema de reforzamiento con adición de muros de corte tiene el mejor comportamiento sismorresistente que el reforzamiento con encamisado de concreto, debido a que se obtuvo una deriva máxima en dirección X de 0.0061 (Grafico 7) y en dirección Y de 0.0026 (Grafico 8), una cortante basal en dirección X y en dirección Y de 80.2Tn (Grafico 9 y10), un periodo de vibración de 0.796s (Tabla 27), un punto de desempeño para el sismo raro en dirección X de 10.98cm (Grafico 11), y en dirección Y de 4.98cm (Grafico 12) y una ductilidad en dirección X de 11.93 (Grafico 13) y en dirección Y de 10.89 (Grafico 8).

VII. RECOMENDACIONES

- Para una futura línea de investigación se recomienda evaluar otros sistemas de reforzamientos que ayuden a controlar las derivas, a absorber una menor cortante basal y a obtener un menor periodo de vibración, mediante la incorporación de elementos rígidos como por ejemplo arriostres metálicos o disipadores de energía; donde se debe tener en cuenta de que no se genere una rigidez extrema que pueda incrementar el costo del reforzamiento y de que la estructura no incurra en la resonancia.
- En la evaluación de edificios existentes se recomienda proponer sistemas de reforzamientos que permitan obtener para un sismo raro el nivel de desempeño adecuado de seguridad de vida, según lo que establece el Comité Visión 2000.
- Se recomienda para una futura línea de investigación buscar modelos donde un software realice un modelamiento no lineal mediante los métodos de fibras o layer, la cual permita ubicar de manera automática en que parte de los elementos estructurales se generan las rotulas plásticas.
- Para garantizar la ductilidad local de los elementos estructurales se recomienda realizar una revisión de la ductilidad en relación al detallado del colocado de los refuerzos en los nudos fuertes.
- Para evaluar distintos sistemas de reforzamientos se debe tener en consideración el diseño arquitectónico y el uso de la estructura.

REFERENCIAS

1. ALI et al. Performance evaluation of innovative composite pedestrian bridge. *Revista structures* [en línea]. 2020, Vol.26. 845-858 [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.05.010>
2. AGUIAR et al. Seismic reinforcement of building Banco Central de Manta. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras* [en línea]. 2017, Vol.22, (4). 479-501 [fecha de consulta: 7 de mayo 2020]. ISSN: 1390-0315. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/viewFile/655/538>
3. AGUIAR et al. Seismic analysis of stairs with three models using the spectral and the capacity spectrum method, which operate as Access to a building with seismic isolators. *Revista ingeniería constructor* [en línea]. 2017, Vol. 32 (3). 113-130, [fecha de consulta 16 mayo 2020]. ISSN: 0718-5073. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732017000300113&lng=en&nrm=iso&tlng=en
4. AGUIRRE et al. Reforzamiento estructural para el edificio de Ingeniería en Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional. Congreso Redu VI [en línea]. 2018. [Fecha de consulta 20 mayo 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335243296_Reforzamiento_estructural_para_el_edificio_de_Ingenieria_en_Geologia_y_Petroleos_de_la_Esuela_Politecnica_Nacional
5. ALCÁNTARA, Kelly y NALVARTE, Carlos. *Desempeño estructural aplicando la norma ATC-40 para el reforzamiento del pabellón "Monoblock" del Instituto Nacional de Salud del Niño (Breña – Lima)* [en línea]. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad San Martín de Porres, Lima, 2016. [Consultado 9 mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2411>

6. ÁLVAREZ, Eduardo y RUIZ, José. Análisis no lineal Pushover de un edificio de 5 pisos rigidizado mediante pórticos espaciales dúctiles de hormigón armado. *Revista de obras públicas* [en línea]. 2016, (3582). 30-37 [fecha de consulta 17 mayo 2020]. ISSN: 0034-8619. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5786794>
7. ARANGO, Sergio; PAZ, Alejandro y DUQUE, María. Propuesta metodológica para la evaluación del desempeño estructural de una estantería metálica. *Revista Escuela de ingeniería de Antioquia* [en línea]. 2009, (12). 139-154 [fecha de consulta 17 mayo 2020]. ISSN: 1794-1237. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372009000200011&lang=es
8. ARANZABAL, Wilfredo y ARROYO, Luis. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sismorresistente del hospital Casimiro Ulloa empleando la norma e.030-2014 [en línea]. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Ricardo Palma, Lima, 2015. [Consultado 17 mayo 2020]. Disponible en: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2255/aranzabal_warroyo_jl.pdf?sequence=1
9. ARIAS et al. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alegría México* [en línea]. 2016, Vol.63, (2). 201-206, [fecha de consulta 4 junio 2020]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
10. ARONE, Juan. *Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica estructural de la I.E. N°1199 Mariscal Ramón Castilla, UGEL N°6 del Distrito de Chaclacayo* [en línea]. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana Unión, Lima, 2019. [Consultado 17 mayo 2020]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1770>

11. ASCE 41-13. *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings* [en línea]. 2013, [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en: <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/167871>
12. BARRADAS, José y AYALA, Gustavo. Procedimiento de diseño sísmico multinivel basado en desplazamiento para estructuras a base de marcos de concreto reforzado. *Ingeniería sísmica* [en línea]. 2014, (91). 75-101, [fecha de consulta 20 mayo 2020]. ISSN: 0185-092X. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2014000200075
13. BUSTAMANTE, Miguel. El análisis de actividades como método de investigación. *Revista Empresarial* [en línea]. 2018, Vol. 12, (45). 80-96, [fecha de consulta 16 mayo 2020]. ISSN: 1390-3748. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=68152407>
14. CADENA et al. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola* [en línea]. 2017, Vol.8, (7). 1606 - 1617, [fecha de consulta 6 junio 2020]. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263153520009.pdf>
15. CARDENAS, Aníbal. Instrumentos de recolección de datos a través de los estadígrafos de deformación y apuntamiento. *Revista horizonte de la ciencia* [en línea]. 2013, Vol.3, (4). 79 - 88, [fecha de consulta 6 junio 2020]. ISSN: 2413-936X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420513>
16. DÁVILA, Luis y QUISPE, Perey. Evaluación de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento del pabellón a de la institución educativa N° 1254 – María Reiche Newmann, Ate, Lima 2019 [en línea]. Tesis (para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, 2019. [Consultado 20 mayo 2020]. Disponible en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45107/D%C3%A1vila_RLA-%20Quispe_CPH_SD.pdf?sequence=8

17. DELGADO, Carlos. Ingeniería sísmica, fundamentos matemáticos en la reducción de riesgo sísmico. *Revista dominio de las ciencias* [en línea]. 2016, Vol. 2, (2). 432-443 [fecha de consulta: 21 mayo 2020]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761582>
18. DIAZ, Víctor y CALZADILLA, Aracelis. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencia de la Salud* [en línea]. 2016, Vol. 14, (1). 115-121, [fecha de consulta 16 mayo 2020]. ISSN: 1692-7273. Disponible en: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=56243931011>
19. DEUS et al. Second-order inelastic analysis of shallow non-shallow Steel arches. *Revista latinoamericana de sólidos y estructuras* [en línea]. 2020, Vol. 17, (3). [fecha de consulta 16 mayo 2020]. ISSN 1679-7825 Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-78252020000300505&lang=es
20. FEMA 440. *Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures*. 2005. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. Disponible en: <https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1445-20490-9603/fema-440.pdf>
21. GALEANO et al. Herramientas de software con licencia publica general para el modelado por elementos finitos. *Dyna lengua* [en línea]. 2007, Vol. 74, (153). [Fecha de consulta 6 junio 2020]. ISSN: 0012-7353. Disponible en: <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=49615307>

22. HAMED, Attar; M. Esfahani y AHMADREZA, Ramezani. Experimental investigation of flexural and shear strengthening of RC beams using fiber-reinforced self-consolidating concrete jackets. *Revista structures* [en línea]. 2020, Vol.27. 46-53 [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.05.032>
23. LAGOMARSIMO, Sergio; MARINO, Salvatore y CATTARI, Serena. Linear static procedures for the seismic assessment of masonry buildings: Open issues in the new generation of European codes. *Revista structures* [en línea]. 2020, Vol.26. 427-440 [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.04.003>
24. LÓPEZ, Andrés; ESPÍN, Antonio y SÁNCHEZ, Gregorio. Influencia del tipo de rotula plástica en el análisis no lineal de estructuras de hormigón armado. *Revista hormigón y acero* [en línea]. 2017, (282). 107-119 [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. ISSN: 2605-1729. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6161843>
25. Ministerio de vivienda, C. Norma Técnica de Edificación E.030. Lima, 2016. [Fecha de consulta: 16 de mayo 2020]. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/investigacion/publicaciones.php?id=444>
26. MONCAYO et al. Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. *Ingeniería* [en línea]. 2016, Vol. 20, (1). 57- 62 [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. ISSN: 1665-529x. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750927006>
27. NAYRA, Arsemeo. *Reforzamiento estructural de edificaciones familiares para el uso de entidades financieras – caso Caja Arequipa – Puno* [en línea]. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2017. [Consultado 9 mayo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5597>

28. OMID et al. Study of Structural RC Shear Wall System in a 56-Story RC Tall Building. Conference: 14th World conference on earthquake engineering [en línea]. 2014. [Fecha de consulta 20 mayo 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228719104_Study_of_Structural_RC_Shear_Wall_System_in_a_56-Story_RC_Tall_Building
29. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol* [en línea]. 2017, Vol.35, (1). 227-232, [fecha de consulta 4 junio 2020]. ISSN: 0717-9502. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037
30. PALACIOS et al. Structural reinforcement with walls of cut, of building of the faculty Philosophy and Letters of the Technical University of Manabí. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras* [en línea]. 2019, Vol. 24, (2). 201-222 [fecha de consulta: 8 de mayo 2020]. ISSN: 1390-0315. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/1284>
31. PEJOVIC, Jelena; SERDAR, Nina y PEJOVIĆ, Radenko. Performance-based seismic methodology and its application in seismic design of reinforced concrete structures. *Construction of Unique Buildings and Structures* [en línea]. 2015. Vol. 5, (32). 75-83, [fecha de consulta 20 mayo 2020]. ISSN: 2304-6295. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/300718082_Performance-based_seismic_methodology_and_its_application_in_seismic_design_of_reinforced_concrete_structures
32. PEÑAHERRERA, Leonardo. *Análisis sísmico y propuesta de reforzamiento de un edificio de hormigón armado afectado por el sismo del 19 de diciembre del 2016 ubicado en la Parroquia Tonsupa perteneciente al Cantón Atacames provincia de Esmeraldas* [en línea]. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2018. [Consultado 9 mayo 2020]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27803>

33. PÉREZ, Juan; AGUIRRE, Jorge y RAMÍREZ, Leonardo. Sismicidad y seguridad estructural en las construcciones: lecciones aprendidas en México. *Revista salud pública de México* [en línea]. 2018, Vol. 60, (1). 41-51 [fecha de consulta 17 mayo 2020]. ISSN: 00036-3634. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6318363>
34. PINTO, Arnaldo y TORRES, Rafael. *Reducción de la vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar mediante reforzamiento estructural* [en línea]. Tesis (magister en Ingeniería Civil). Universidad de Los Andes, Venezuela, 2016. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/309385060_Reduccin_de_la_vulnerabilidad_sismica_de_una_edificacion_escolar_mediante_reforzamiento_estructural
35. RAJIB et al. Effect of soil-pile raft-structure interaction on elastic and inelastic seismic behaviour. *Revista structures* [en línea]. 2020, Vol.26. 378-395 [fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.04.022>
36. ROBLES, Pilar y ROJAS, Manuela. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en lingüística aplicada. *Revista Nebrija de lingüística aplicada a la enseñanza de lengua* [en línea]. 2015, (18). [Fecha de consulta 6 junio 2020]. ISSN: 1699-6569. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6344619>
37. SEO, Junwon; HU, Jong y DAVAAJAMTS, Burte. Seismic Performance Evaluation of Multistory Reinforced Concrete Moment Resisting Frame Structure with Shear Walls. *Resvista Sustainability* [en línea]. 2015. Vol. 7, (10). [Fecha de consulta 20 mayo 2020]. ISSN: 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/10/14287>

38. VISION 2000 Committee. *Structural Engineers Association of California*. [Fecha de consulta: 16 de mayo 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/315487018_Diseño_Basado_en_Desempeño_Performance_Based_Design
39. XILIN LU. *Retrofitting design of building structures* [en línea]. Estados Unidos: CRC PRESS, 2010. [Fecha de consulta: 15 de mayo 2020]. ISBN: 9781420091786. Disponible en: <https://epdf.pub/retrofitting-design-of-building-structures.html>
40. ZACCHEI, E; LYRA, P. and STUCCHI, F. Nonlinear static analysis of a pile-supporter wharf. *Revista IBRANCO de estruturas e materiais* [en línea]. 2019, Vol. 12, (5), [fecha de consulta 16 mayo 2020]. ISSN: 1679-7825. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-41952019000500998&script=sci_arttex

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización

Anexo 2: Matriz de consistencia

Anexo 3: Ficha técnica 1: derivas

Anexo 4: Ficha técnica 2: cortante basal

Anexo 5: Ficha técnica 3: periodo de vibración

Anexo 6: Ficha técnica 4: punto de desempeño

Anexo 7: Ficha técnica 5: ductilidad

Anexo 8: Certificado de licencia de software ETABS.

Anexo 9: Planos de arquitectura

Anexo 10: Plano de estructuras

Anexo 11: Estudio de mecánica de suelos

Anexo 12: Ensayos de diamantina vigas y columnas

ANEXO 1: Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/ NIVEL DE MEDICION	INSTRUMENTOS
EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTOS	Son procesos que se utilizan para mejorar la capacidad de carga y el estado de serviciabilidad de una estructura, incrementando las dimensiones de los elementos estructurales o añadiendo nuevos elementos (XILIN LU, 2010, p.35).	Se evaluara el comportamiento de la estructura original, luego se aplicara el sistema de reforzamiento con encamisado de concreto y finalmente el reforzamiento con la adición de muro de corte para medir sus respuestas estructurales.	REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO	ESPESOR= cm	INTERVALO	ACI 369.1-17
				ACERO $F_y=4200$ kg/cm ²	INTERVALO	ACI 369.1-17
				CONCRETO $F_c=210$ kg/cm ²	INTERVALO	ACI 369.1-17
		REFORZAMIENTO CON ADICION DE MUROS DE CORTE	CONCRETO $F_c=210$ kg/cm ²	INTERVALO	ACI 369.1-17	
			ACERO $F_y=4200$ kg/cm ²	INTERVALO	ACI 369.1-17	
			ESPESOR= cm	INTERVALO	ACI 369.1-17	
COMPORTAMIENTO SISMORESISTENTE	Es la manera de como se comporta una estructura ante una acciones sísmicas, sin colapsar ni sufrir daños estructurales fuertes (RAJIB, 2020).	Se realizara el analisis de la estructura con el reforzamiento de encamiso de concreto y la adición de muros de corte mediante el software ETABS para medir el comportamiento sísmico lineal y no lineal estático.	COMPORTAMIENTO SISMICO LINEAL	DERIVAS (%)	INTERVALO	NORMA E.030
				CORTANTE EN LA BASE (Tn)	INTERVALO	NORMA E.030
				PERIODOS DE VIBRACION (sg)	INTERVALO	NORMA E.030
		COMPORTAMIENTO SISMICO NO LINEAL ESTATICO	PUNTO DE DESEMPEÑO (cm)	INTERVALO	FEMA 440	
			DUCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA ($\Delta u/\Delta y$)	INTERVALO	ASCE 41-13	

ANEXO 2: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE		
¿De que manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismoresistente del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020?	Determinar de que manera los sistema de reforzamiento mejora el comportamiento sismoresistente del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020	El sistema de reforzamiento con adicion de muro de corte mejora el comportamiento sismoresistente del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020	EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTOS	REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO	ESPESOR= cm
					ACERO $F_y=4200$ kg/cm ²
					CONCRETO $F_c=210$ kg/cm ²
				REFORZAMIENTO CON ADICION DE MURO DE CORTE	CONCRETO $F_c=210$ kg/cm ²
					ACERO $F_y=4200$ kg/cm ²
					ESPESOR= cm
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE		
¿De que manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismico lineal en relacion a las derivas del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020?	Determinar de que manera los sistemas de reforzamientos mejora el comportamiento sismico lineal en relacion a la derivas del edificio el Prado.	El sistema de reforzamiento con adicion de muro de corte mejora el comportamiento sismico lineal en relacion a las derivas del edificio el Prado.	COMPORTAMIENTO SISMORESISTENTE	CONPORTAMIENTO SISMICO LINEAL	DERIVAS (%)
					CORTANTE EN LA BASE (T_n)
					PERIODOS DE VIBRACION (sg)
					PUNTO DE DESEMPEÑO (cm)
					DUCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA ($\Delta u/\Delta y$)
¿De que manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismico lineal en relacion a la cortante en la base del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020?	Determinar de que manera los sistemas de reforzamientos mejora el comportamiento sismico lineal en relacion a la cortante en la base del edificio el Prado.	El sistema de reforzamiento con adicion de muro de corte mejora el comportamiento sismico lineal en relacion a la cortante en la base del edificio el Prado.			
¿De que manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismico lineal en relacion a los periodos de vibracion del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020?	Determinar de que manera los sistemas de reforzamientos mejora el comportamiento sismico lineal en relacion a los periodos de vibracion del edificio el Prado.	El sistema de reforzamiento con adicion de muro de corte mejora el comportamiento sismico lineal en relacion al periodo de vibracion del edificio el Prado.			
¿De que manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismico no lineal estatico en relacion al punto de desempeño del edificio el Prado -Urb, Mayorazgo, Ate-2020?	Determinar de que manera los sistemas de reforzamientos mejora el comportamiento sismico no lineal estatico en relacion al punto de desempeño del edificio el Prado.	El sistema de reforzamiento con adicion de muro de corte mejora el comportamiento sismico no lineal estatico relacion al punto de desempeño del edificio el Prado.		CONPORTAMIENTO SISMICO NO LINEAL ESTATICO	
¿De que manera los sistemas de reforzamientos mejoran el comportamiento sismico no lineal estatico en relacion a las ductilidad del edificio el Prado Urb, Mayorazgo, Ate-2020?	Determinar de que manera los sistemas de reforzamientos mejora el comportamiento sismico no lineal estatico en relacion a la ductilidad del edificio el Prado.	El sistema de reforzamiento con adicion de muro de corte mejora el comportamiento sismico no lineal estatico en relacion a la ductilidad del edificio el Prado.			

ANEXO 3: Ficha técnica 1: Derivas

FICHA TÉCNICA N° 1 DERIVAS			
TÍTULO	EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL EDIFICIO EL "PRADO" - URB. MAYORASGO, ATE - 2020.		
ALUMNOS:	CURO QUISPE EDWARD MILTON OLIVO FLORES DELIA ASUSENA	CODIGO	6700295876 6700296135
UBICACIÓN:	DISTRITO: Ate AV: Prologacion Javier Prado 7039	URB.: Mayorazgo NORMA: E. 030	
DATOS DEL EDIFICIO:	N° DE PISOS: 6 AREA: 140 m ²	AÑO DE CONSTRUCCION: 2010 TIPO DE VIVIENDA: APARTAMENTO	

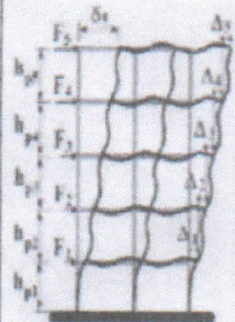
VARIABLE DEPENDIENTE : COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE

DIMENSIÓN: COMPORTAMIENTO SISMICO LINEAL

SISTEMA:		ESTRUCTURA ORIGINAL (MODELO 1)												
		DERIVA POR NORMA E. 030												
DERIVAS (Δ/h):	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	Coeficiente de reducción de fuerza Sismica				DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX X=0.007	DERIVA MAX Y=0.007				
			R _o	I _a	I _p	R							R=0.75	R=0.85
													R=0.75	R=0.75
DERIVA PISO 1														
DERIVA PISO 2														
DERIVA PISO 3														
DERIVA PISO 4														
DERIVA PISO 5														
DERIVA PISO 6														

SISTEMA:		ESTRUCTURA CON ENCAMISADO DE CONCRETO (MODELO 2)												
		DERIVA POR NORMA E. 030												
DERIVAS (Δ/h):	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	Coeficiente de reducción de fuerza Sismica				DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX X=0.007	DERIVA MAX Y=0.007				
			R _o	I _a	I _p	R							R=0.75	R=0.85
													R=0.75	R=0.75
DERIVA PISO 1														
DERIVA PISO 2														
DERIVA PISO 3														
DERIVA PISO 4														
DERIVA PISO 5														
DERIVA PISO 6														

SISTEMA:		ESTRUCTURA CON MURO DE CORTE (MODELO 3)												
		DERIVA POR NORMA E. 030												
DERIVAS (Δ/h):	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	Coeficiente de reducción de fuerza Sismica				DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX Y=0.007				
			R _o	I _a	I _p	R							R=0.75	R=0.85
													R=0.75	R=0.75
DERIVA PISO 1														
DERIVA PISO 2														
DERIVA PISO 3														
DERIVA PISO 4														
DERIVA PISO 5														
DERIVA PISO 6														



VALIDACIÓN:		
APellidos y Nombres:	PUNTAJE	CIP
EXPERTO N° 1: Lenin Miguel Bendezu Romero	0.9	75361
EXPERTO N° 2: Jhone Cisneros Alarcon	0.8	66714
EXPERTO N° 3: Armando Israel Sifuentes Jiménez	0.90	146032
TOTAL		>0.5

Bos
LENIN MIGUEL BENDEZU ROMERO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 75361

Jhone Cisneros Alarcon
Jhone Cisneros Alarcon
INGENIERO CIVIL
Registro de Colegios de Ingenieros del Peru N° 05714

Armando Israel Sifuentes Jimenez
ARMANDO ISRAEL SIFUENTES JIMENEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146032

ANEXO 4: Ficha técnica 2: cortante basal

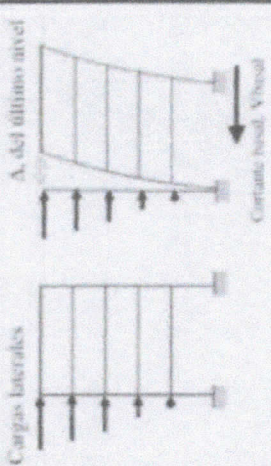


FICHA TÉCNICA N° 2 CORTANTE BASAL

TÍTULO		EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL EDIFICIO EL "PRADO" - URB. MAYORASGO, ATE - 2020.	
ALUMINOS:		CURO QUISEP EDWARD MILTON OLIVO FLORES DELIA ASUSENA	CODIGO 6700295876 6700296135
UBICACIÓN:		DISTRITO: Ate AV: Prologacion Javier Prado 7039	URB: Mayorazgo NORMA: E. 030
DATOS DEL EDIFICIO:		N° DE PISOS: 6 AREA: 140 m ²	AÑO DE CONSTRUCCION: 2010 TIPO DE VIVIENDA: APARTAMENTO

VARIABLE DEPENDIENTE : COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE
DIMENSIÓN: COMPORTAMIENTO SISMICO LINEAL

SISTEMA:		ESTRUCTURA ORIGINAL (MODELO 1)			
CORTANTE BASAL:	V Dinámico (tn)	V Estático (tn)	80% V Estático	V Dina > 80% V Est	V Diseño (Tn)
DIRECCION X					
DIRECCION Y					
SISTEMA:		ESTRUCTURA CON ENCAMISADO DE CONCRETO (MODELO 2)			
CORTANTE BASAL:	V Dinámico (tn)	V Estático (tn)	80% V Estático	V Dina > 80% V Est	V Diseño (Tn)
DIRECCION X					
DIRECCION Y					
SISTEMA:		ESTRUCTURA CON MURO DE CORTE (MODELO 3)			
CORTANTE BASAL:	V Dinámico (tn)	V Estático (tn)	80% V Estático	V Dina > 80% V Est	V Diseño (Tn)
DIRECCION X					
DIRECCION Y					



BM

LEONARDO BENDUZU ROMERO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 1534

Jhane Cisneros Alarcon

Jhane Cisneros Alarcon
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146032

VALIDACION:		PUNTAJE	CIP
EXPERTO N° 1:	Lenin Miguel Bendezu Romero	0.9	75361
EXPERTO N° 2:	Jhane Cisneros Alarcon	0.8	66714
EXPERTO N° 3:	Armando Israel Sifuentes Jiménez	0.90	146032
TOTAL			> 0.5

Armando Israel Sifuentes Jiménez

ARMANDO ISRAEL SIFUENTES JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148032

ANEXO 5: Ficha técnica 3: periodo de vibración



FICHA TÉCNICA Nº 3 PERIODO DE VIBRACIÓN

TÍTULO	EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL EDIFICIO EL "PRADO" - URB. MAYORASGO, ATE - 2020.		
ALUMNOS:	CURO QUISPE EDWARD MILTON	CODIGO	6700295876.00
	OLIVO FLORES DELIA ASUSENA		6700296135.00
UBICACIÓN:	DISTRITO: Ate	URB:	Mayorazgo
	AV: Prologacion Javier Prado 7039	NORMA:	E. 030
DATOS DEL EDIFICIO:	Nº DE PISOS: 6	AÑO DE CONSTRUCCION:	2019
	AREA: 140 m2	TIPO DE VIVIENDA:	APARTAMENTO

VARIABLE DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE

DIMENSIÓN: COMPORTAMIENTO SISMICO LINEAL

SISTEMA:	ESTRUCTURA ORIGINAL (MODELO 1)	traslacional x	traslacional y	rotacional z	 Primer modo
PERIODO DE VIBRACION:	PERIODO DE VIBRACION : (S)				
NIVEL 1					
MODO 1					
MODO 2					
MODO 3					
SISTEMA:	ESTRUCTURA CON ENCAMISADO DE CONCRETO (MODELO 2)	traslacional x	traslacional y	rotacional z	 Segundo modo
PERIODO DE VIBRACION:	PERIODO DE VIBRACION : (S)				
NIVEL 1					
MODO 1					
MODO 2					
MODO 3					
SISTEMA:	ESTRUCTURA CON MURO DE CORTE	traslacional x	traslacional y	rotacional z	 Tercer modo
PERIODO DE VIBRACION:	PERIODO DE VIBRACION : (S)				
NIVEL 1					
MODO 1					
MODO 2					
MODO 3					

VALIDACIÓN:		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PUNTAJE	CIP
EXPERTO Nº 1: Lenin Miguel Bendezu Romero	0.9	75361
EXPERTO Nº 2: Jhone Cisneros Alarcon	0.8	66714
EXPERTO Nº 3: Armando Israel Sifuentes Jiménez	0.90	146032
TOTAL		>0.5

LENNIN MIGUEL BENDEZU ROMERO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 75361

Jhone Cisneros Alarcon
INGENIERO CIVIL
Registro de Colegio de Ingenieros del País Nº 66714

ARMANDO ISRAEL SIFUENTES JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP Nº 146032

ANEXO 6: Ficha técnica 4: punto de desempeño

FICHA TÉCNICA N° 4 PUNTO DE DESEMPEÑO

EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL EDIFICIO EL "PRADO" - URB. MAYORASGO, ATE - 2020.

CURO QUISEPÉ EDWARD MILTON
OLIVO FLORES DELIA ASUJENA

DISTRITO: Ate
AV: Prologadon Javier Prado 7039

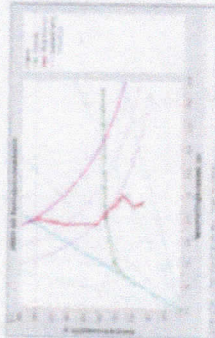
N° DE PISOS: 6
AREA: 140 m²

CODIGO: 6700296135.00
URB: Mayorazgo
NORMA: FEMA 440

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 2010
TIPO DE VIVIENDA: APARTAMENTO

VARIABLE DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE
DIMENSION: COMPORTAMIENTO SISMICO NO LINEAL ESTITICO

SISTEMA:	ESTRUCTURA ORIGINAL (MODELO 1)					
	Desplazamiento : (cm)	Cortante (tn)	Período(s)	Desplazamiento : (cm)	Cortante (tn)	Período(s)
Nivel de amenaza sísmica	X	Y	X	Y	X	Y
Sismo Frecuente						
Sismo Ocasional						
Sismo Raro						
Sismo muy raro						
Nivel de amenaza sísmica						
Sismo Frecuente	X	Y	X	Y	X	Y
Sismo Ocasional						
Sismo Raro						
Sismo muy raro						
Nivel de amenaza sísmica						
Sismo Frecuente	X	Y	X	Y	X	Y
Sismo Ocasional						
Sismo Raro						
Sismo muy raro						



VALIDACIÓN:		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PUNTAJE	CIP
Lenin Miguel Bendezu Romero	0.9	75361
Jhone Cisneros Alarcon	0.8	66114
Armando Israel Sifuentes Jiménez	0.90	146032
TOTAL		> 0.5

BZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
REG. CIP N° 7014

Jhone Cisneros Alarcon
INGENIERO CIVIL
Registro de Colegio de Ingenieros del Perú N° 12715

AS

ARMANDO ISRAEL SIFUENTES JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146032

ANEXO 7: Ficha técnica 5: ductilidad

FICHA TÉCNICA N° 5 : DUCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA

EVALUACION DE SISTEMAS DE REFORZAMIENTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL EDIFICIO EL "PRADO" - URB. MAYORASCO, ATE - 2020.

ALUMNOS: CURO QUIESPE EDWARD MILTON
OLUYO FLORES DELIA ASUSENA

UBICACIÓN: DISTRITO: Ate
AV: Prologacion Javier Prado 7039

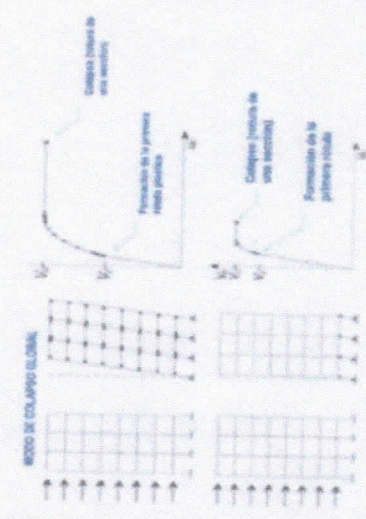
DATOS DEL EDIFICIO: Nº DE PISOS: 6
AREA: 140 m²

CODIGO: 6700295876.00
URB: Mayorazgo
NORMA: ASCE 41 - 13

AÑO DE CONSTRUCCION: 2010
TIPO DE VIVIENDA: APARTAMENTO

VARIABLE DEPENDIENTE: COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE
DIMENSION: COMPORTAMIENTO SISMICO NO LINEAL ESTITICO

SISTEMA:	DUCTILIDAD DE LA ESTRUCTURA : $\Delta u / \Delta y$																			
	ESTRUCTURA ORIGINAL (MODELO 1)				ESTRUCTURA CON ENCAMISADO DE CONCRETO (MODELO 2)				ESTRUCTURA CON MURO DE CORTE (MODELO 3)											
	X			Y			X			Y			X			Y				
	Δu	Δy	Δd	u	Δu	Δy	Δd	u	Δu	Δy	Δd	u	Δu	Δy	Δd	u	Δu	Δy	Δd	u
Demanda sísmica																				
Sismo Frecuente																				
Sismo Ocasional																				
Sismo Raro																				
Sismo muy raro																				
Demanda sísmica																				
Sismo Frecuente																				
Sismo Ocasional																				
Sismo Raro																				
Sismo muy raro																				



VALIDACIÓN:

APellidos y Nombres:	PUNTAJE	CIP
Lenin Miguel Bendezu Romero	0.9	75361
Jhone Cisneros Alarcon	0.8	66714
Armando Israel Sifuentes Jiménez	0.90	146032
TOTAL		> 0.5

BZ

INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146032

Jhone Cisneros Alarcon
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66714

ARMANDO ISRAEL SIFUENTES JIMÉNEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146032

Anexo 8: Certificado de licencia de software ETABS.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No: 29928-2008-AQ-USA-ANAB Initial certification date: 26 June 2008 05 August 2020 - 04 August 2023 Valid: This is to certify that the management system of

CSI-Computers and Structures, Inc.

1646 North California Boulevard, Suite 600, Walnut Creek, CA, 94596, USA

has been found to conform to the Quality Management System standard:
ISO 9001:2015

This certificate is valid for the following scope:

The Development, Support and Licensing of Software Tools for Structural and Earthquake Engineering.

Place and date:
Katy, TX, 21 July 2020

For the issuing office:
DNV GL - Business Assurance
1400 Ravello Drive, Katy, TX, 77449-5164, USA



Sherif Mekkawy
Management Representative

Lack of fulfilment of conditions as set out in the Certification Agreement may render this Certificate invalid.

ACCREDITED UNIT: DNV GL Business Assurance USA, Inc., 1400 Ravello Drive, Katy, TX, 77449, USA. TEL:+1 281-396-1000. www.dnvgcert.com



COMPUTERS & STRUCTURES, INC.

STRUCTURAL AND EARTHQUAKE ENGINEERING SOFTWARE

OUR QUALITY POLICY

The employees of CSI are committed to:

ACHIEVING THE HIGHEST STANDARDS
in innovation and technology

CONTINUALLY IMPROVING our products
and quality system

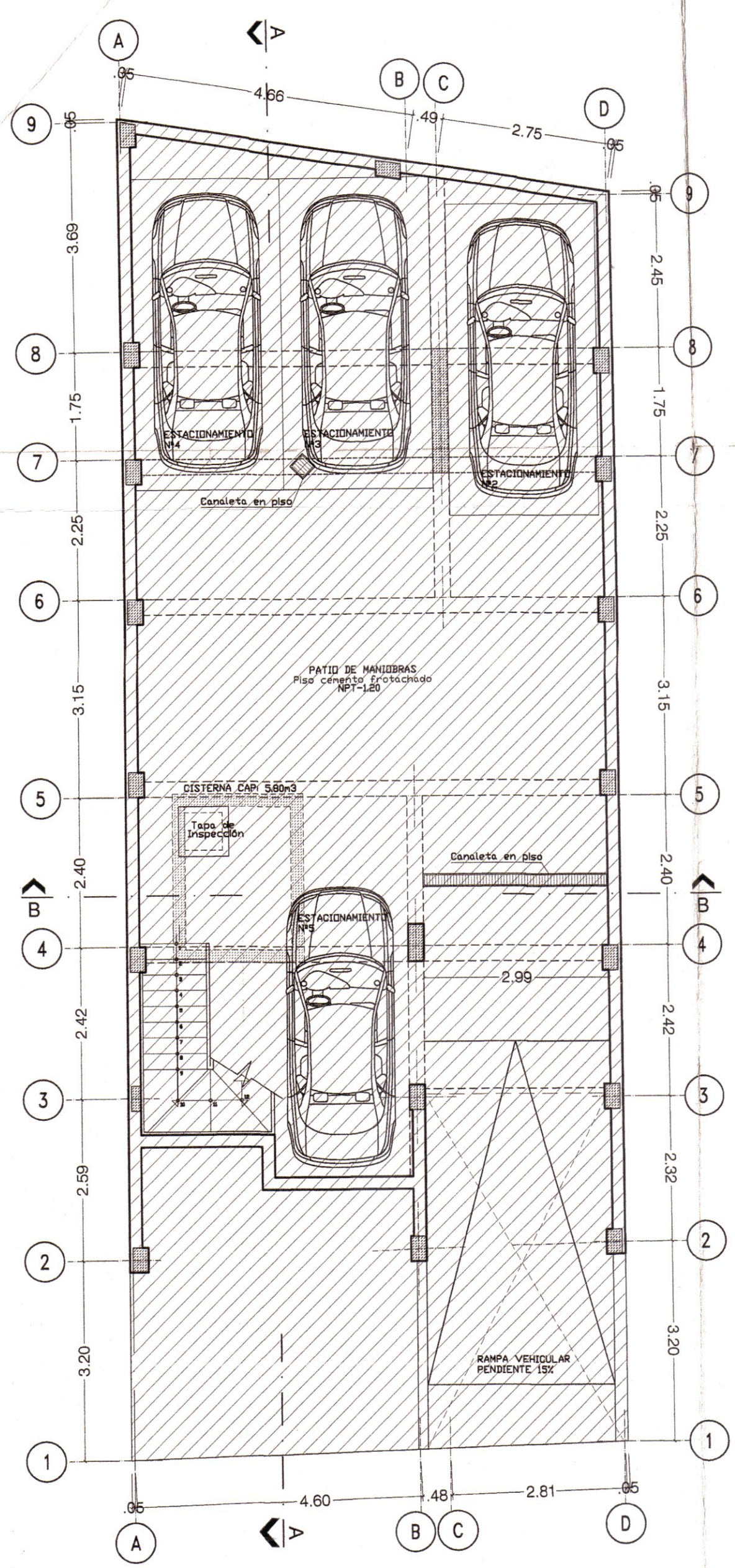
EXCEEDING customer expectations

Ashraf Habibullah
President

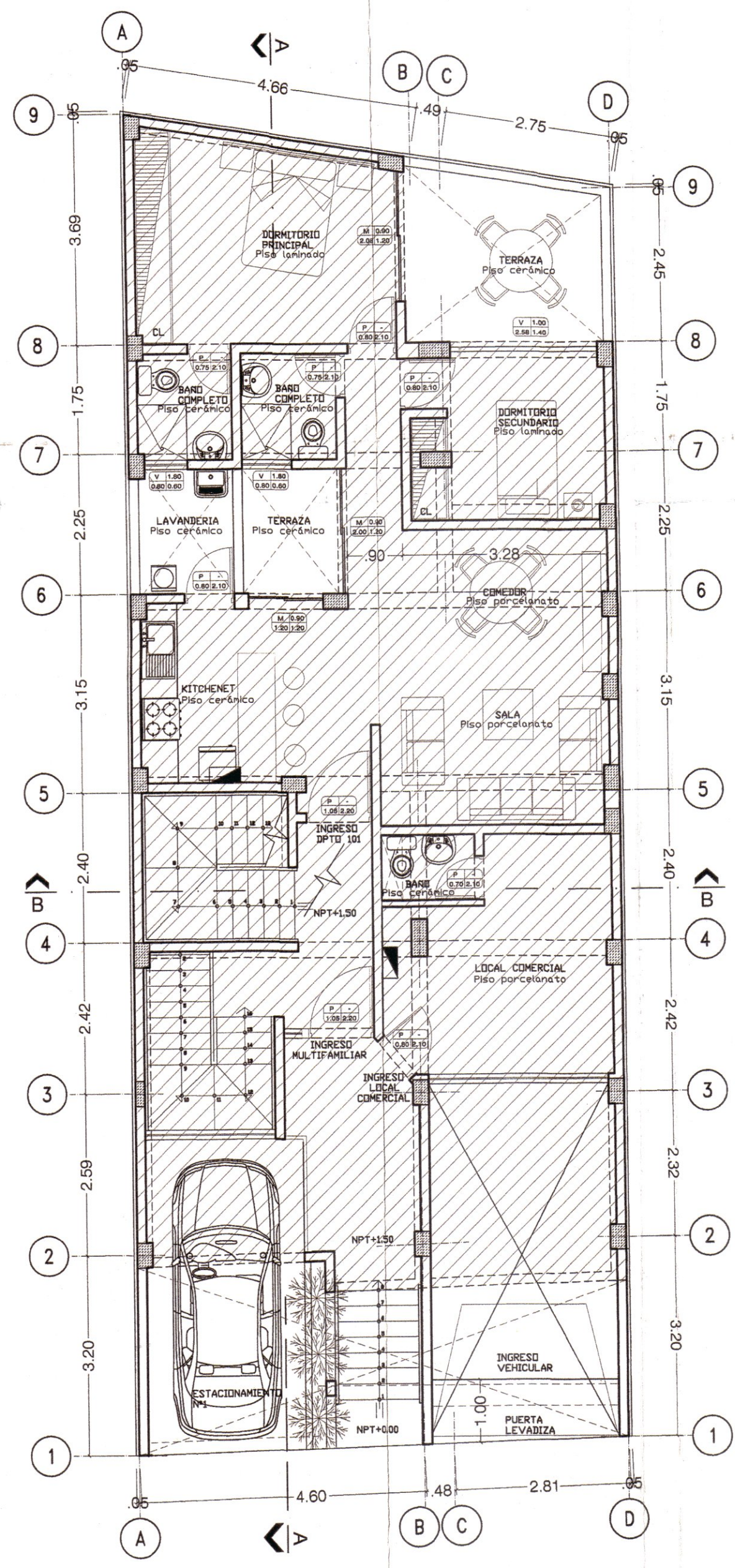
Marilyn Wilkes
Senior Vice President

Syed Hasanain
Executive Vice President

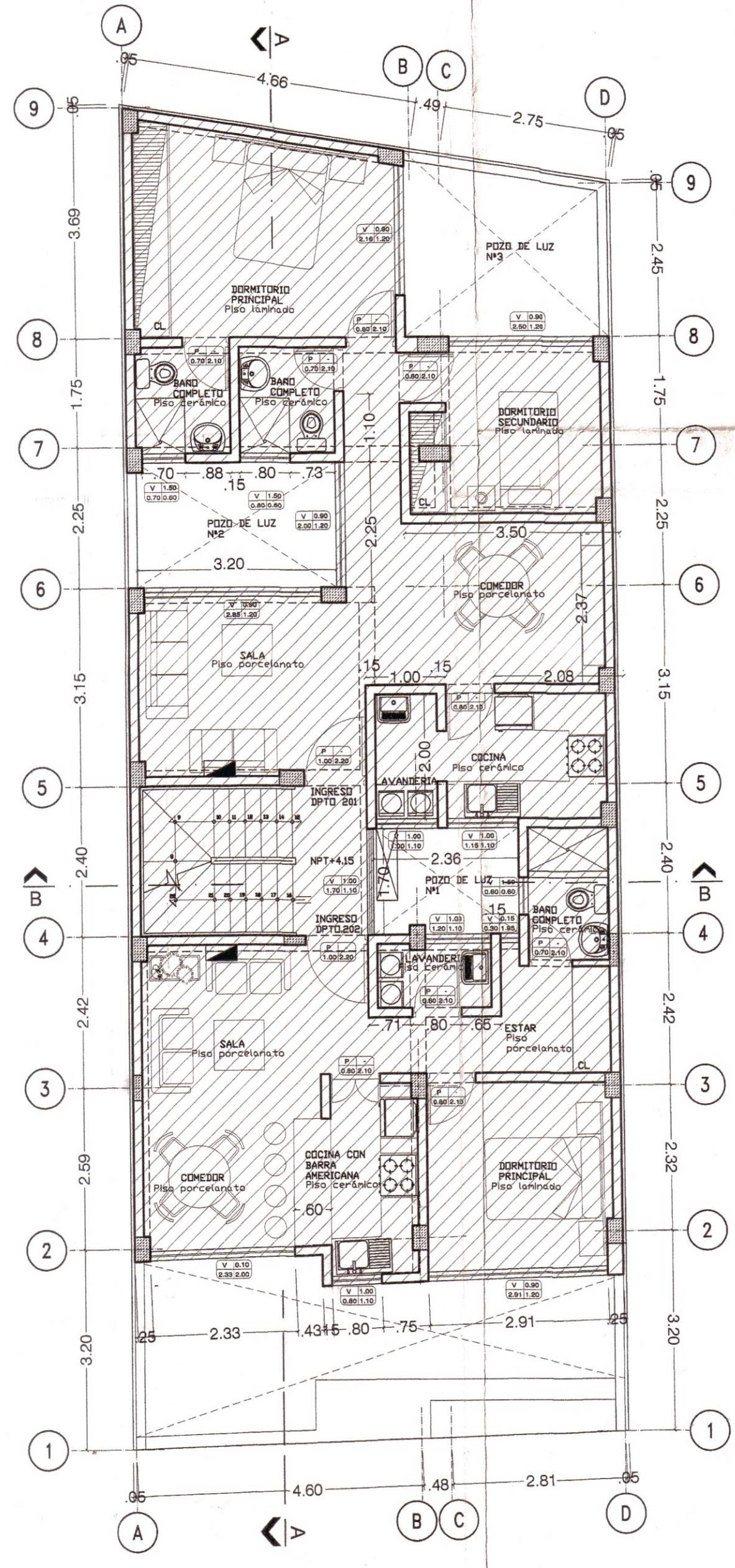
Anexo 9: Planos de arquitectura



PLANTA SEMISOTANO
ESC. 1/75



PLANTA 1er PISO
ESC. 1/75



PLANTA 2do PISO
ESC. 1/75

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
QUE GERENCIA DE HABILITACION
URBANA Y EDIFICACIONES

LICENCIA DE EDIFICACION
LEY N° 1347 - D.S. 003-2011-VIVIENDA
MODALIDAD DE AUTORIZACION AUTOMATICA/
CON PLANOS DE PROFESIONALES

Exp. N° PLANOS
Fecha: 25/05/16 APROBADO
Firma: PRIMICIA FIRMADO

Arq. Emma Milagros Quiroz Luna
CAP 14948

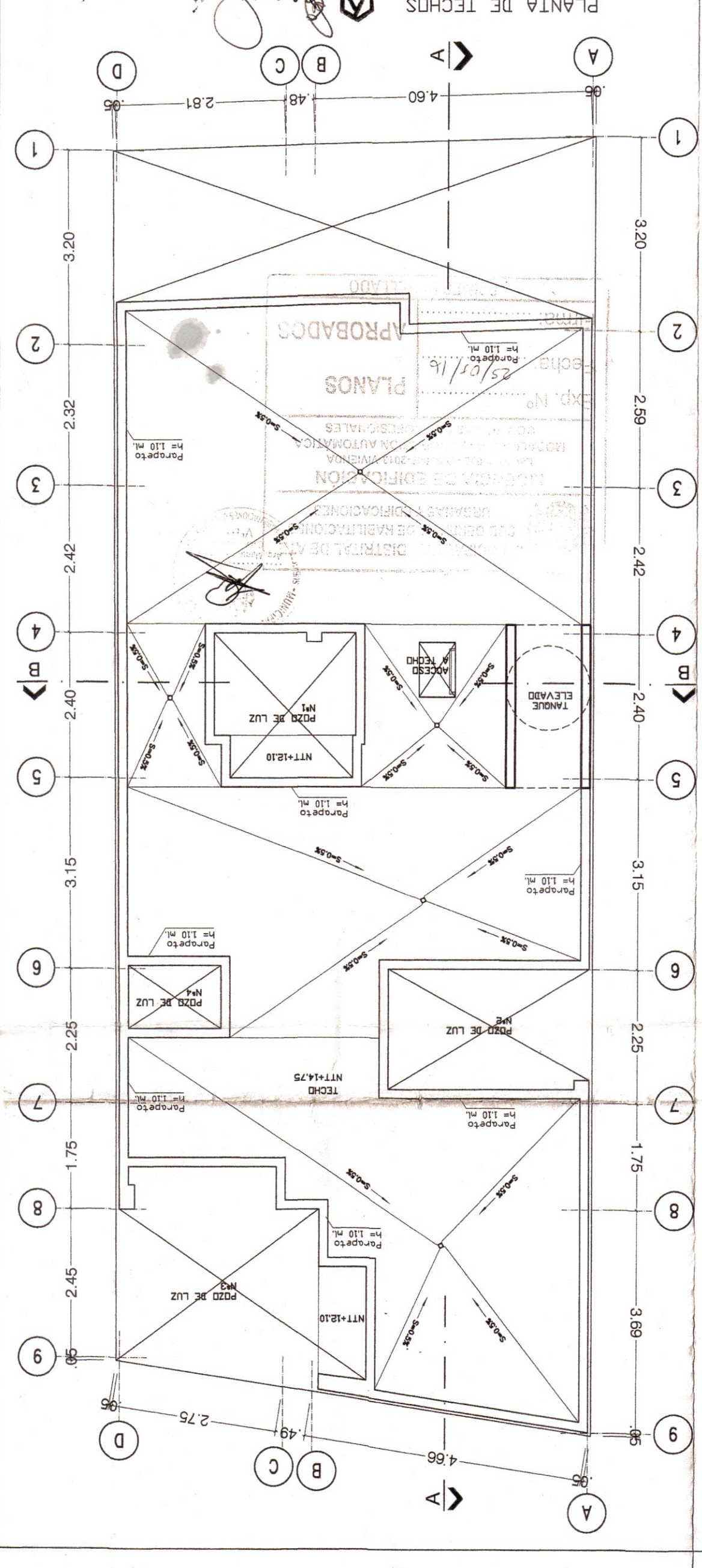
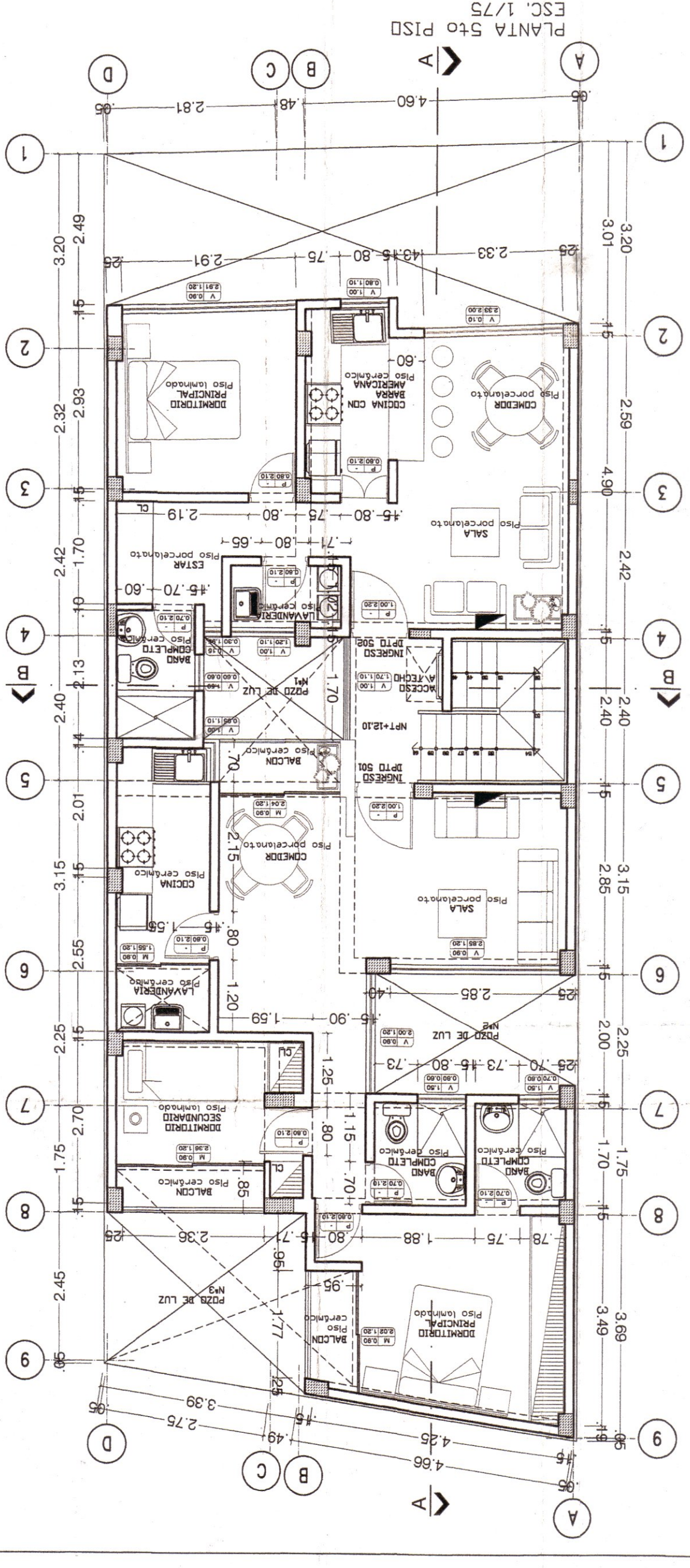
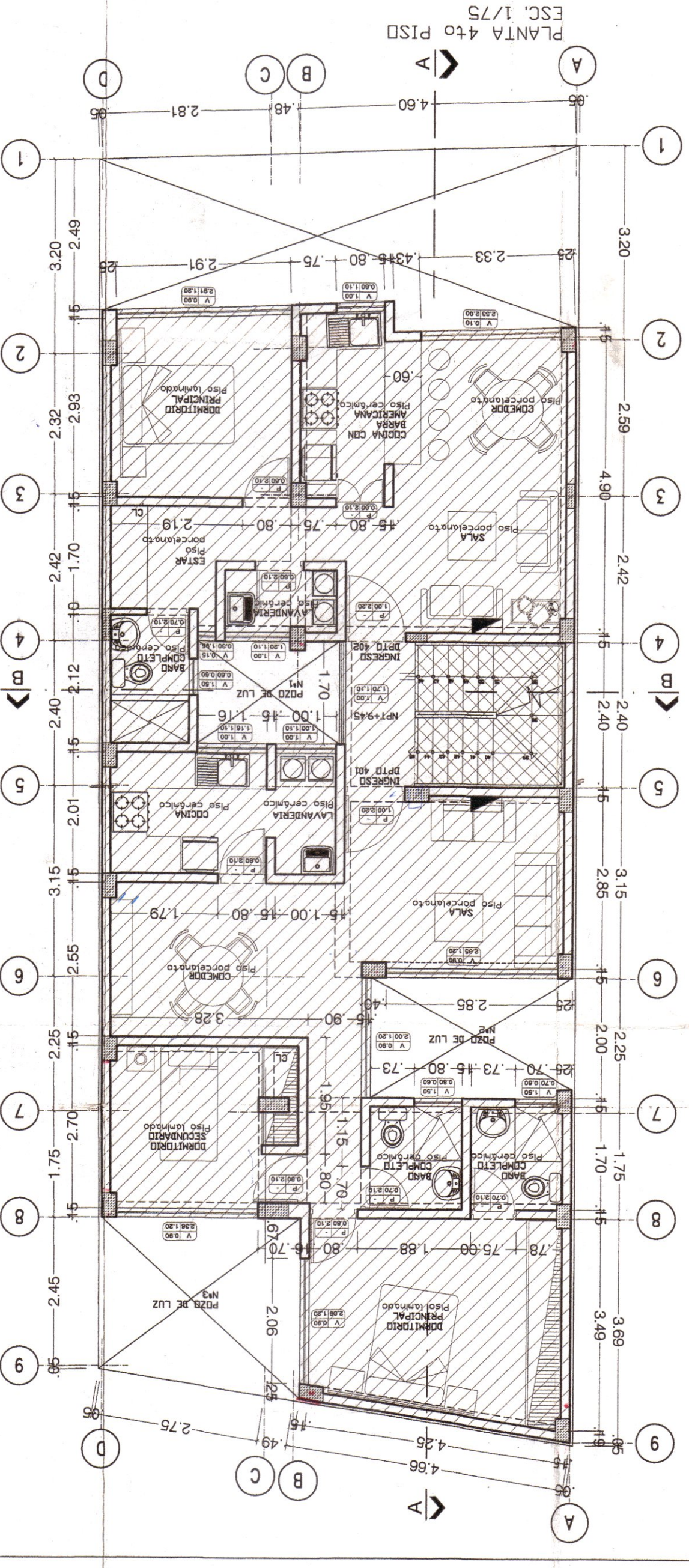
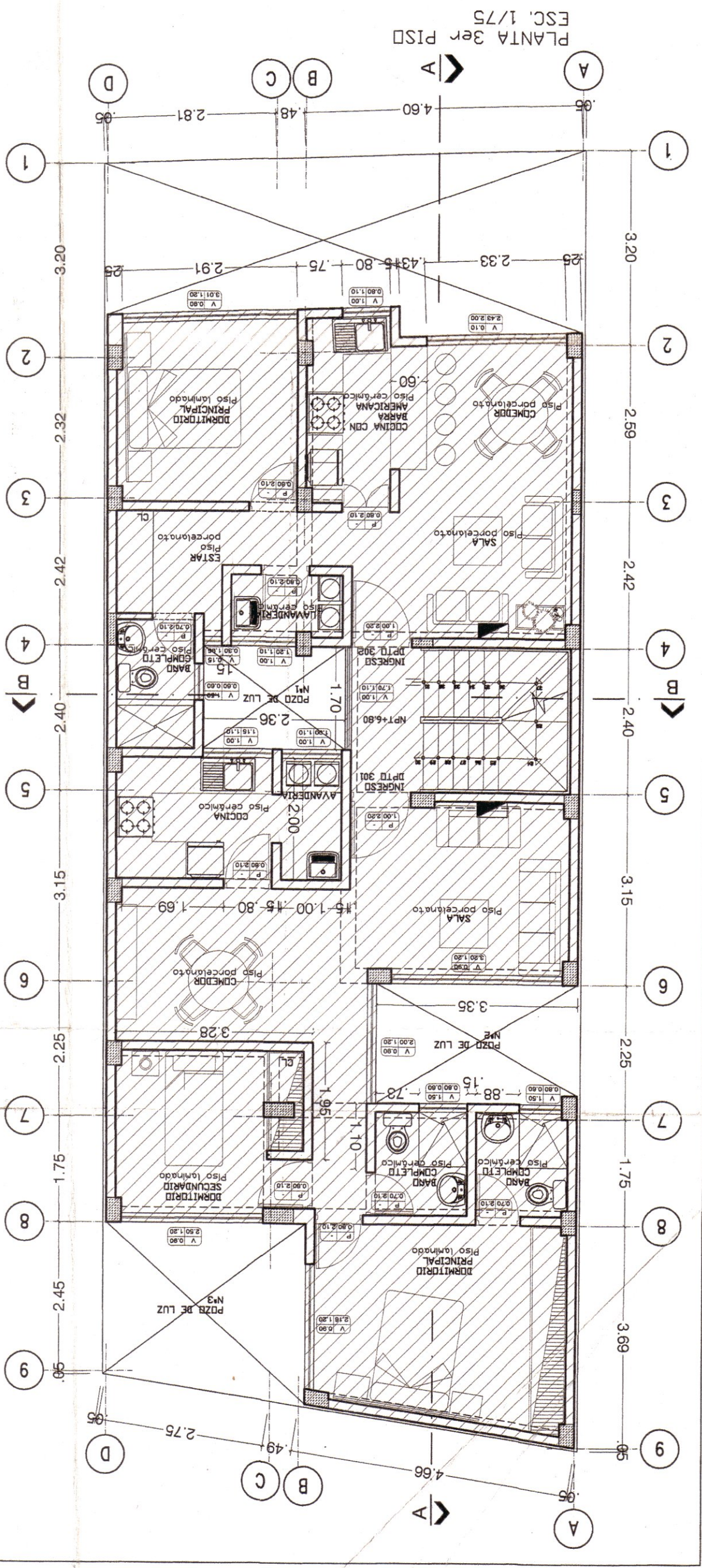
LEYENDA

AREA CON D.F.	
AREA AMPLIADA	
AREA REMODELADA	

PROYECTO : PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR MIVIVIENDA D.S. 030	PROPIETARIO : CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS S.A.C.	LAMINA N° A-1
PROFESIONAL: ARQ. EMMA MILAGROS QUIROZ LUNA C.A.P.14948	FECHA: MAYO 2016	ESCALA: 1/75
PLANOS: ARQUITECTURA 1°,2°PISO y Semisot.	UBICACION: Av. Javier Prado S/N° Mz.A Lt.24 URB. MAYORAZGO - V ETAPA DISTRITO ATE	1 DE 3

LEYENDA

- AREA AMPLIADA
- AREA CON D.F.
- AREA REMODELADA



PROYECTO :
MIVVENDA D.S. 030
CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS S.A.C.

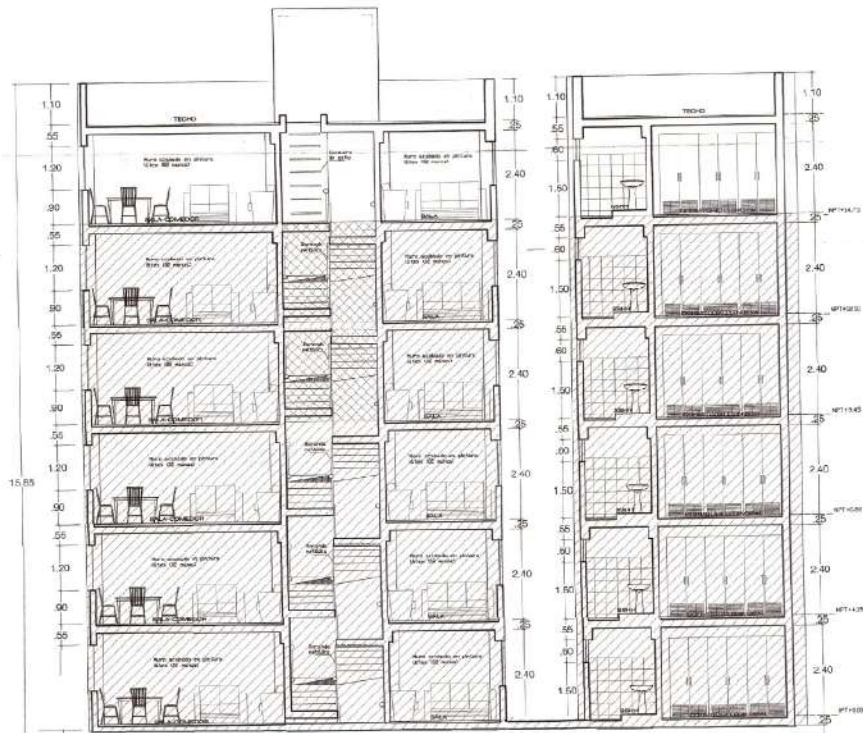
PROFESIONAL:
ARQ. EMMA MILAGROS QUIROZ LUNA C.A.P.14948
FECHA: MAYO 2016
ESCALA: 1/75

PLANO:
ARQUITECTURA
Avdayer Prado S/N. MZA Lt.24
URB. MAYORAZGO - V ETAPA
DISTRITO ATE
3°,4°,5°PISO Y Techo

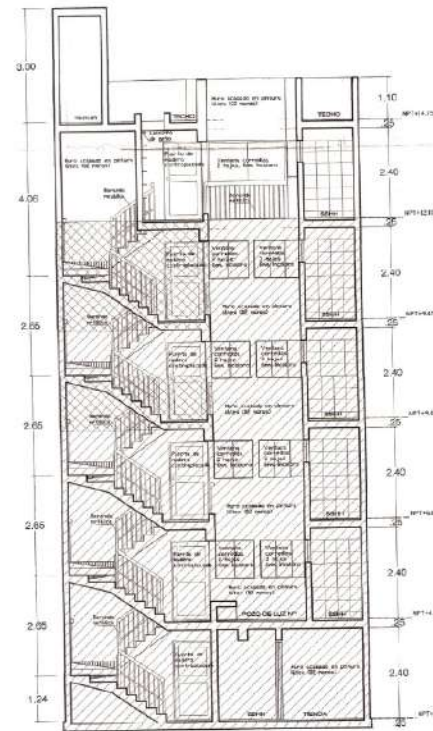
PROPIETARIO :
CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS S.A.C.

LAMINA N°
A-2
2 DE 3

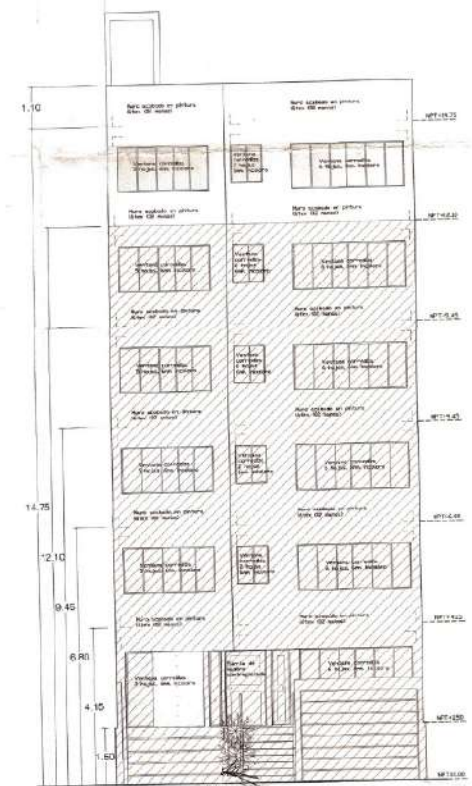
Arq. Emma Quiroz Luna
C.A.P. 14948



CORTE A-A
ESC. 1/75



CORTE B-B
ESC. 1/75



ELEVACION FRONTAL
ESC. 1/75

LEYENDA

ÁREA CON C.F.		ÁREA REMODELADA	
ÁREA AMPLIADA			

PROYECTO: PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR MIVIVIENDA D.S. 030		PROPIETARIO: CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS S.A.C.		LÁMINA N° A-3
PROFESIONAL: ARQ. EMMA MLAGROS QUIROZ LUNA C.A.P.14948		FECHA: MAYO 2016		
ESCALA: 1/75		DESCRIPCIÓN: ARQUITECTURA ELEVACION Y CORTES		3 DE 3
		UBICACIÓN: Av. Javier Prado S/N° MZA LL24 URB. MAYORAZGO - V ETAPA DISTRITO ATE		



Anexo 10: Plano de estructuras

Anexo 11: Estudio de mecánica de suelos



Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S20 - 106

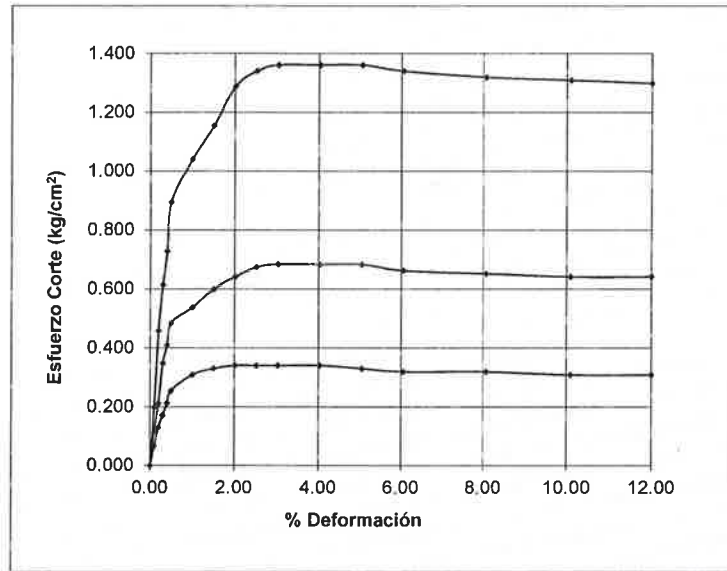
SOLICITANTE : CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS SAC
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN : AV. JAVIER PRADO N°7039, MZ. A, LTE. 24, URB. MAYORAZGO,
DISTRITO DE ATE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA : 07 DE FEBRERO 2020

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

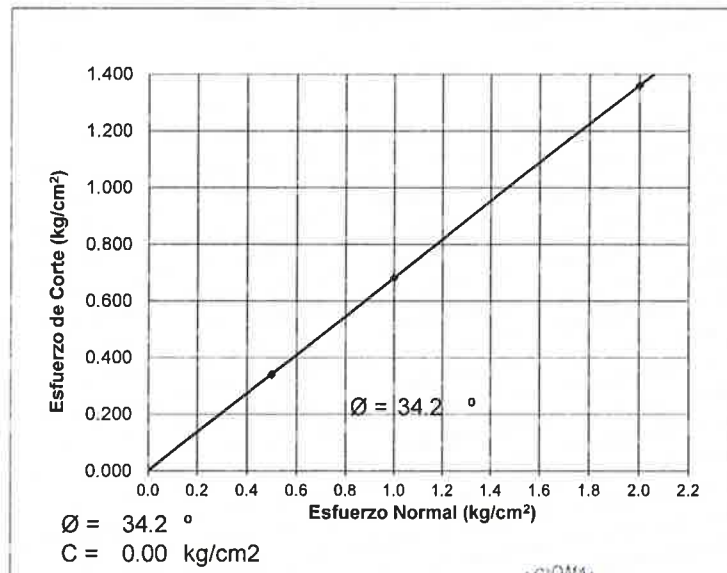
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : C-2
Muestra : M-2
Prof. (m.) : 0.55 - 3.00

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission



Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S20 - 106

SOLICITANTE : CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS SAC
 PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR
 UBICACIÓN : AV. JAVIER PRADO N°7039, MZ. A, LTE. 24, URB. MAYORAZGO,
 DISTRITO DE ATE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
 FECHA : 07 DE FEBRERO 2020

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
 Calicata : C-2
 Muestra : M-2
 Prof. (m.) : 0.55 - 3.00

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	5.95	5.95	5.95
Altura Inicial de la muestra (cm)	1.87	1.87	1.87
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.781	1.781	1.781
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.747	1.747	1.747
Cont. de humedad inicial (%)	1.9	1.9	1.9
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.86	1.86	1.85
Altura final de la muestra (cm)	1.86	1.85	1.84
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.051	2.045	2.039
Densidad seca final (g/cm ³)	1.752	1.758	1.768
Cont. de humedad final (%)	17.1	16.3	15.3
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	2.0
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.340	0.683	1.361
Angulo de fricción interna :	34.2 °		
Cohesión (kg/cm ²) :	0.00		

Nota:

Los especímenes se remoldearon con la densidad proporcionada por el cliente.


Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. W. Oblitas H.

Aprobación : Ing. L.S.L.




 Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
 Facultad de Ingeniería Civil - UNI



Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S20 - 106

SOLICITANTE : CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS SAC
PROYECTO : VIVIENDA MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN : AV. JAVIER PRADO N°7039, MZ. A, LTE. 24, URB. MAYORAZGO,
DISTRITO DE ATE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
FECHA : 07 DE FEBRERO 2020

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2
Muestra : M-2
Prof. (m.) : 0.55 - 3.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M

Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "A"

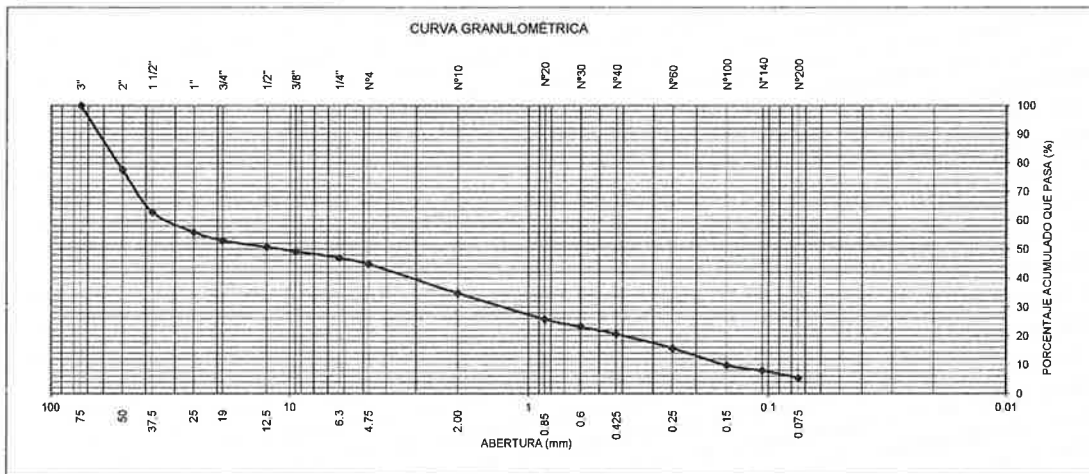
Table with 5 columns: Tamiz, Abertura (mm), (%) Parcial Retenido, (%) Acumulado Retenido, Pasa. Rows include various sieve sizes from 3" down to FONDO.

Summary table: % Grava : 55, % Arena : 40, % Finos : 5

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318
Procedimiento interno AT-PR.5

Table with 2 columns: Limite, Valor. Rows: Limite Líquido : NP, Limite Plástico : NP, Indice Plástico : NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GP-GM



Nota:
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.
Ejecución : Téc. W. Oblitas H.
Aprobación : Ing. L.S.L.



Handwritten signature of Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS

Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI





Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS S.A.C.

REGISTRO: S20-106 / LQU20-0179

PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN: AV. JAVIER PRADO N°7039, MZ. A, LT. 24, URB. MAYORAZGO, DIST. ATE, PROV. Y DPTO. DE LIMA

TIPO DE EXPLORACIÓN: CALICATA: C-2
MUESTRA: M-2

PROFUNDIDAD (m): 0,55 - 3,00

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 04-02-20

ANÁLISIS DE:	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 ppm	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219 %
TIPO DE EXPLORACIÓN: CALICATA: C-2 MUESTRA: M-2 PROFUNDIDAD(m): 0,55-3,00	3 492	0,34

Lima, 06 de Febrero del 2020


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
REPUBLICA DEL PERÚ
CARMEN M. REYES CUBAQUE
MSc. ING. JEFA (P) DEL LABORATORIO
Laboratorio de Química de la UNI-FIC

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Anexo 12: Ensayos de diamantina vigas y columnas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : CONSTRUCTORA ELBEKA ASOCIADOS SAC.
 Obra : EDIFICIO EL PRADO
 Ubicación : AV. PROLONGACIÓN JAVIER PRADO 7039 URB. MAYORAZGO - DEPARTAMENTO 402
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Testigos Diamantinos
 Expediente N° : 19-4840
 Recibo N° : 68854
 Fecha : 17/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 8 muestras de testigos diamantinos de concreto, extraídos y ensayados por el laboratorio.

Fecha de ensayo : 16/12/2019

2. DE LOS EQUIPOS : Máquina de ensayo uniaxial PROETI.
 Certificado de Calibración CMC - 067 - 2019

3. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia NTP 339.034:2015 y NTP 339.059:2011.
 Procedimiento interno AT-PR-11.

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE EXTRACCIÓN	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN (Alt./Diám.)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	RESIST. A LA COMPRESIÓN (MPa)	TIPO DE FALLA
1	D-1 - COLUMNA 6TO. PISO	09/12/2019	5.68	6.7	25.3	5497	0.91	198	19.4	TIPO 3
2	D-2 - COLUMNA 4TO. PISO	09/12/2019	5.68	9.4	25.3	5644	0.97	217	21.3	TIPO 3
3	D-3 - COLUMNA 4TO. PISO	09/12/2019	5.68	5.8	25.3	7793	0.87	269	26.4	TIPO 3
4	D-4 - VIGA 1 4TO. PISO	09/12/2019	5.68	10.2	25.3	5213	1.00	206	20.2	TIPO 3
5	D-5 - VIGA 2 4TO. PISO	09/12/2019	5.68	9.1	25.3	6176	0.97	236	23.1	TIPO 3
6	D-6 - COLUMNA 1ER. PISO	09/12/2019	5.68	8.4	25.3	5201	0.96	197	19.3	TIPO 3
7	D-7 - COLUMNA 1ER. PISO	09/12/2019	5.68	9.6	25.3	7656	0.97	295	28.9	TIPO 3
8	D-8 - COLUMNA 1ER. PISO	09/12/2019	5.68	10.8	25.3	7136	1.00	282	27.6	TIPO 3

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente a la ubicación de los puntos de extracción de los testigos diamantinos de concreto ha sido proporcionada por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.
 Técnico : Sr. L. O. R.



Sc. Ing. Isabel Morom Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI

