



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO  
(PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 “JOSE DOMINGO ZUZUNAGA,  
UCHUMAYO – AREQUIPA**

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

**AUTOR:**

Huarca Quillille, Bergel (ORCID:0000-0002-7301-9277)

**ASESORA:**

Mg. Andia Arias, Janet Yessica (ORCID:0000-0002-6084-0672)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA — PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios, por todo lo dado. A mi hijo y esposa, por ser los motores de mi vida. A mis padres por su constante amor y apoyo.

## **Agradecimiento**

Gracias a la Universidad Alas Peruanas por brindarme los conocimientos adquiridos, A todos los docentes que me enseñaron en mi desarrollo académico, sin esos conocimientos impuestos por ellos no habría llegado hasta aquí, A mis compañeros de la Carrera de Ingeniería Civil que sin esperar nada a cambio compartieron pláticas, conocimientos y diversión y a todos aquellos que durante los 5 años que duro este sueño lograron convertirlo en una realidad.

# Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de figuras.....	v
Índice de tablas.....	vii
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>27</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	27
3.2 Variables y operacionalización.....	27
3.3 Población, muestra y muestreo.....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
3.5 Procedimientos .....	36
3.6 Método de análisis de datos .....	110
3.7 Aspectos éticos.....	110
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>111</b>
<b>V.DISCUSIÓN .....</b>	<b>.....</b>
<b>VI.CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>VII.Recomendaciones.....</b>	<b>121</b>
Referencias .....	122
<b>Anexos .....</b>	<b>127</b>

## Índice de figuras

Figura 1 Desplazamiento entre pisos .....	22
Figura 2 Espectro de capacidad demanda .....	25
Figura 3 Pabellón A, I.E. N°40092.....	30
Figura 4 Ubicación Satelital de la I.E. N°40092.....	36
Figura 5 Vista en corte de Pabellón A - I.E. N°40092.....	37
Figura 6 Vista en planta, piso 1, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092 .....	38
Figura 7 Vista en planta, piso 2, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092 .....	39
Figura 8 Vista en planta, piso 3, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092 .....	40
Figura 9 Vista fachada Pabellón A - I.E. N°40092.....	41
Figura 10 Detalle de columnas existentes, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092 .....	41
Figura 11 Detalle de vigas existentes, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092 ....	42
Figura 12 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección horizontal “x”.....	47
Figura 13 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección horizontal “y”.....	48
Figura 14 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección vertical “x”.....	50
Figura 15 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección vertical “y”.....	50
Figura 16 Modelo Estructural Pabellón 1 - tres Pisos.....	51
Figura 17 Límites para el desplazamiento de entrepiso. ....	53
Figura 18 Desplazamientos absolutos y relativos sismo estático “x”.....	54
Figura 19 Desplazamientos absolutos y relativos sismo estático “y”.....	54
Figura 20 Desplazamientos absolutos y relativos sismo dinámico “x”.....	55
Figura 21 Desplazamientos absolutos y relativos sismo dinámico “y”.....	55
Figura 22 Distorsión de entrepiso sismo estático “x”.....	57
Figura 23 Distorsión de entrepiso sismo dinámico “x”.....	57
Figura 24 Distorsión de entrepiso sismo estático “y”.....	58
Figura 25 Distorsión de entrepiso sismo dinámico “y”.....	59
Figura 26 Cortante estático “x”, “y”.....	60
Figura 27 Cortante dinámico “x”, “y”.....	61
Figura 28 Espectro Elástico según movimientos sísmicos propuesto por Vision 2000 .....	64
Figura 29 Espectros de Demanda según el Nivel Sísmico (VISION 2000) .....	69
Figura 30 Modelo No Lineal en el Eje X-X.....	70
Figura 31 ventana emergente de la definición de materiales .....	70
Figura 32 Definición del modelo mander para concreto confinado $f'c=214\text{kg/cm}^2$	71
Figura 33 Definición de puntos para la curva de deformación de un concreto sin confinar $f'c=191\text{kg/cm}^2$ .....	71
Figura 34 Definición de las propiedades del acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ .....	72
Figura 35 Definición del modelo Park para acero $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ .....	72
Figura 36 No linealidad del acero estructural .....	73
Figura 37 Selección de vigas para asignación de rotulas.....	73
Figura 38 Selección de Hinges para la asignación de rotulas plásticas en vigas .	74
Figura 39 Asignación de rotulas plásticas en vigas conforme ASCE41-17 .....	74

Figura 40 Selección de columnas para asignación de rotulas.....	75
Figura 41 Definición de frame Hinge conforme ASCE41-17 .....	75
Figura 42 Definición de rotulas plásticas en columnas.....	76
Figura 43 Definición de rango inelástico en columnas .....	76
Figura 44 <i>Asignación del rango inelástico en columnas</i> .....	77
Figura 45 Asignación de rotulas plásticas en columnas conforme ASCE41-17 .	77
Figura 46 Curva trilineal dividida en los límites de niveles de daño para muros de albañilería.....	78
Figura 47 Detalle del Muro M1 de peralte de columnas de 20cm .....	79
Figura 48 Gráfico comparativo entre ensayo 1 de laboratorio y modelo numérico en Etabs V19.....	80
Figura 49 Modelo de Calibración en Etabs.....	80
Figura 50 Dimensiones de muro de albañilería para ensayo 2 .....	81
Figura 51 Gráfico comparativo entre ensayo 2 de laboratorio y modelo numérico en Etabs V19.....	82
Figura 52 Fuerza - deformación del link que representa al muro de albañilería confinada Piso 1 (Eje A entre 2y3) .....	84
Figura 53 Curva constitutiva del acero de refuerzo .....	85
Figura 54 Curva constitutiva del concreto confinado en columnas.....	85
Figura 55 Curva constitutiva del concreto no confinado en vigas.....	86
Figura 56 Punto de control para monitoreo de desplazamiento .....	86
Figura 57 Caso de carga Gravitacional .....	87
Figura 58 Caso de carga Monotónica ANLE “x” .....	87
Figura 59 Caso de carga Monotónica ANLE “y” .....	88
Figura 60. Reporte pushover, eje “x”, Step 44.....	89
Figura 61. Reporte grafico de rotulas, eje “x”, Step 44 .....	89
Figura 62. Reporte grafico de rotulas, eje “x”, Step 121 .....	90
Figura 63. Reporte pushover, eje “y”, Step 22.....	91
Figura 64. Reporte grafico de rotulas, eje “x”, Step 22.....	91
Figura 65. Reporte pushover, eje “y”, Step 37.....	92
Figura 66. Reporte grafico de rotulas, eje “x”, Step 37.....	92
Figura 66. Reporte grafico de rotulas, eje “x”, Step 62.....	93
Figura 68 Curva de Capacidad en la dirección X-X – Sistema de pórticos .....	94
Figura 69 Curva de Capacidad en la dirección Y-Y – Albañilería confinada .....	95
Figura 70 Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección “x” .....	96
Figura 71 Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección “y” .....	97
Figura 72 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección “x” (Método de coeficientes) .....	98
Figura 73 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “x” (Método de coeficientes) .....	98
Figura 74 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección “x” (Método de coeficientes) .....	99
Figura 75 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección “x” (Método de coeficientes) .....	99
Figura 76 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección “y” (Método de coeficientes) .....	100

Figura 77 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “y” (Método de coeficientes) .....	100
Figura 78 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección “y” (Método de coeficientes) .....	101
Figura 79 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección “y” (Método de coeficientes) .....	101
Figura 80 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección “x” (método de espectro de capacidad) .....	102
Figura 81 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “x” (método de espectro de capacidad) .....	103
Figura 82 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección “x” (método de espectro de capacidad) .....	103
Figura 83 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección “x” (método de espectro de capacidad) .....	104
Figura 84 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección “y” (método de espectro de capacidad) .....	104
Figura 85 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “y” .....	105
Figura 86 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección “y” .....	105
Figura 87 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección “y” .....	106
Figura 88 Sectorización de la Curva de Capacidad.....	107
Figura 89 Sectorización de la Curva de Capacidad dirección “x” .....	107
Figura 90 Sectorización de la Curva de Capacidad dirección “y” .....	108

## Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	29
Tabla 2. Rangos y Magnitud de Validez .....	32
Tabla 3. Coeficiente de Validez por Juicio de Expertos.....	32
Tabla 4. Juicio de Expertos .....	32
Tabla 6. Resumen de validez para reporte de índice de rebote – esclerómetro ..	32
Tabla 6. Rango y Confiabilidad para el Instrumento .....	33
Tabla 7. <i>Resumen de procesamiento columnas</i> .....	34
Tabla 8. <i>Alfa de Cronbach columnas</i> .....	34
Tabla 9. <i>Alfa de Cronbach por elemento columnas</i> .....	34
Tabla 10. <i>Resumen de procesamiento vigas</i> .....	35
Tabla 11. <i>Alfa de Cronbach vigas</i> .....	35
Tabla 12. <i>Alfa de Cronbach por elemento viga</i> .....	35
Tabla 13 Cargas Muertas consideradas según NTP E0.20.....	43
Tabla 14 Cargas vivas consideradas según NTP E0.20 .....	43
Tabla 15 Parámetros Sísmicos - Dirección “x” .....	44
Tabla 16 Parámetros Sísmicos - Dirección “y” .....	45
Tabla 17 Espectro de Pseudo - aceleración Horizontal X, Y (t=0 @3.70 seg.) ....	46
Tabla 18 Espectro de Pseudo - aceleración Horizontal X, Y (t=3.80 @ 8.0 seg.)	47
Tabla 19 Espectro de Pseudo - aceleración vertical X, Y (t=0 @2.20 seg.) .....	49

Tabla 20 Espectro de Pseudo - aceleración vertical X, Y (t=1.30 @8.00 seg.) ....	50
Tabla 21 Característica de los Materiales .....	51
Tabla 22 Calculo de masas y Peso por Piso .....	52
Tabla 23 Periodos de vibración del Bloque 2 .....	52
Tabla 24 Desplazamientos por niveles y en el centro de Masa (Sismo Estático X, Y) .....	53
Tabla 25 Desplazamientos por niveles y en el centro de Masa (Sismo dinámico X, Y).....	55
Tabla 26 Verificación de deriva – Análisis Estático X-X .....	56
Tabla 27 Verificación de deriva – Análisis Dinámico X-X .....	56
Tabla 28 Verificación de deriva – análisis estático “y” .....	58
Tabla 29 Verificación de deriva – Análisis sismo dinámico “y” .....	58
Tabla 30 Verificación del Artículo 29.4. de la E.030 .....	60
Tabla 31 Capacidad de los Muros del Primer Nivel.....	61
Tabla 32 Control de fisuración de muros del Piso 1 .....	62
Tabla 33 Verificación por corte para muros de albañilería confinada NTP E0.70	62
Tabla 34 Parámetros Sísmicos Para espectros Elásticos .....	64
Tabla 35 Parámetros para definir Niveles Sísmicos Vision 2000 .....	65
Tabla 36 Aceleraciones Espectrales de demanda para los Niveles Sísmicos (VISION 2000).....	67
Tabla 26 Aceleración y desplazamiento Espectral de Demanda para los Niveles Sísmicos (VISION 2000) .....	68
Tabla 38 Propiedades geométricas y mecánicas de elementos estructurales de muro de albañilería para ensayo 1 .....	79
Tabla 39 Propiedades geométricas y mecánicas de elementos estructurales de muro de albañilería para ensayo 2.....	82
Tabla 40 Propiedades geométricas y mecánicas de muro de albañilería confinada .....	83
Tabla 41 Propiedades Fuerza – Deformación para elemento tipo “Link”.....	83
Tabla 42 Parámetros utilizados para el seccionamiento del Espectro de Capacidad. .....	106
Tabla 43 Desplazamientos Límites de Desempeño en Direcciones “X” y “Y”. ...	108
Tabla 45 Valores límites para derivas del tope correspondientes al nivel de desempeño.....	109
Tabla 46 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección X.....	109
Tabla 46 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección Y.....	109
Tabla 47 Desempeño sísmico aplicando métodos estáticos no lineales X.....	111
Tabla 48 Desempeño sísmico aplicando métodos estáticos no lineales Y.....	111
Tabla 49 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección X.....	112
Tabla 50 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección Y.....	112
Tabla 51. Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 1 .....	113
Tabla 52 Control de fisuración de muros del Piso 1 .....	114



Tabla 53 Verificación por corte para muros de albañilería confinada NTP E0.70114	
Tabla 54 Desempeño sísmico para sismo raro X.....	114
Tabla 55 Desempeño sísmico para sismo raro Y .....	115
Tabla 56 Comparativo de métodos para desempeño sísmico “x” .....	115
Tabla 57 Comparativo de métodos para desempeño sísmico “x” .....	116

## Resumen

La presente tesis de investigación denominada: **ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 “JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA**. Definiéndose como **objetivo general**: Determinar el desempeño sísmico de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa. Como **método** se aplicó el método científico, Tipo: Aplicado, Nivel: Descriptivo.

El método aplicado en la tesis fue el de espectro capacidad según FEMA 440, además de considerar los criterios de la norma americana ASCE 41-13, sugerido por la comisión visión 2000 y criterios del manual HAZUS MR4.

El estudio establece como resultado de que para un sismo raro lo de diseño la estructura se encontraría al límite de “cercano o próximo al colapso” lo cual conllevaría que la estructura para un sismo muy raro presentaría un colapso en sus elementos resistentes, esto en referencia a la dirección de análisis “x”, mientras que para el análisis de la dirección global “y” la estructura se encontraría en protección de vida para un sismo raro y para un sismo muy raro el pabellón de 3 pisos se encontraría frente a un colapso inminente.

**Palabras claves:** Desempeño sísmico, Pushover, análisis no lineal estático, colapso, sismo muy raro.

## **Abstract**

This research thesis called: **STATIC NON-LINEAR SEISMIC PERFORMANCE ANALYSIS (PUSHOVER) IN THE I.E. N° 40092 “JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA**. Defining itself as a general objective: Determine the seismic performance of the I.E. No. 40092 “José Domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa. As a method, the scientific method was applied, Type: Applied, Level: Descriptive.

The method applied in the thesis was that of spectrum capacity according to FEMA 440, in addition to considering the criteria of the American standard ASCE 41-13, the proposal of the vision 2000 commission and parameters of the HAZUS MR4 manual.

The investigation establishes the conclusion that for a rare earthquake, the design of the structure would be at the limit of "close or close to collapse", which would mean that for a very rare earthquake the structure would present a collapse in its resistant elements, this in reference to the analysis direction "x", while for the analysis of the global direction "y" the structure would be in life protection for a rare earthquake and for a very rare earthquake the 3-story pavilion would be facing a collapse imminent.

**Keywords:** Seismic performance, Pushover, static nonlinear analysis, collapse, very rare earthquake.

# I. INTRODUCCIÓN

## **A nivel internacional**

Según (Perez Mundaca, 2019), En los últimos tiempos ha ocurrido grandes terremotos de grado 6 a 9 en la Escala sismológica de Richter en diferentes zonas del planeta. Como todos sabemos, la pérdida material y el número de personas afectadas no están necesariamente relacionados con la intensidad del terremoto. Si bien es cierto que los patrones de vibración de los sismos pueden incidir en el daño estructural de las edificaciones, así mismo la mayor cantidad de daño producido por sismos se presentan lugares donde los edificios no están construidos con un diseño estructural que pueda soportarlos.

Según (Bazan E., 2010), Otra razón para este proceso es que el estado límite de daño se puede correlacionar completamente con el límite de deformación. El problema es que, si bien existen métodos probados experimentalmente con mejores aproximaciones para predecir el comportamiento estructural, aún no se han incorporado a los criterios de diseño implementados.

## **A nivel nacional**

Según (Perez Mundaca, 2019) En Perú, los terremotos no pasan inadvertido. Según un artículo de Soto & Carlos Zavala, en 1970, un sismo de magnitud 7,8 ocurrió con tal fuerza en el territorio de La Libertad, Ancash y Lima, matando a más de 65.000 personas; en Huaraz, El 80% de las casas colapsaron, un tsunami provocado un terremoto ha inundado la costa de Chimbote. El segundo acontecimiento sísmico más grande en el Perú se registró en la ciudad de Pisco en agosto de 2007 con una magnitud de 7,9 MW y una permanencia de unos 210 segundos, con un saldo de 593 muertos y millonarios daños materiales, según informó el Instituto de Geofísica de Perú más de 48.208 viviendas resultaron dañadas. “El terremoto de Pisco fue el terremoto superficial más grande que azotó el centro de Perú en casi 250 años cuando la placa de Nazca se hundió debajo de la placa sudamericana” (Perez Mundaca, 2019).

En esta investigación se analizará 02 pabellones educativos del tipo INFES 780 actual, estos bloques son estructuras típicas, sin embargo presentan algunas variaciones dentro de su configuración arquitectónica. A lo largo de la historia, diversos sucesos sísmicos de diversa magnitud han dañado la estructura y su diseño no se basa en los estándares de la Norma Técnica Sísmica Peruana E 030 vigente, esto las hace más susceptibles a cualquier sismo de alta intensidad, aumentando significativamente los requerimientos de rigidez (Bazan E., 2010).

“Por lo tanto, para reducir el riesgo en caso de un desastre, es imperativo comprender cómo se comportan estas estructuras durante los terremotos y comprender qué partes de la estructura es probable que colapsen primero, para poder plantear alternativas de refuerzo, así de esta manera se puedan evitar pérdida de vidas humanas, Asegurar que la edificación resista actividad sísmica moderados, manteniendo el daño potencial dentro de límites aceptables dependiendo de las condiciones de su uso” (Urcia Osorio, y otros, 2021)

Como planteamiento del **problema general**, tenemos: ¿Cuál es el desempeño sísmico no lineal estático (PUSHOVER) en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa? y como formulación de los **problemas específicos** tenemos: (1) ¿Cuáles son las derivas de tope en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa?, (2) ¿Cuál es la resistencia al corte de la en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa?, (3) ¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995) de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa?, (4) ¿Cuáles son los resultados del comparativo realizado entre el método de coeficientes (ASCE/SEI 43-13) versus el método de espectro de capacidad (FEMA 440), aplicado a la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa.

**La Justificación Social**, Contribuye a la sociedad y a la comunidad de la ingeniería civil, así mismo permitirá a nuestro país realizar estudios de desempeño sísmico que beneficiarán a estudiantes y docentes en el campo de la ingeniería

estructural, ya que permitirán evaluar el correcto desempeño de las estructuras escolares, permitiendo el bienestar social de la población.

**La justificación técnica**, Los pabellones ubicados en la I.E. N° 40092, fueron diseñados con la norma técnica E.030 del 2014, ello permitirá evidenciar las posibles deficiencias de la edificación basado en el desempeño sísmico.

Como formulación del **objetivo general**, tenemos: Determinar el desempeño sísmico de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa, y como formulación de los **objetivos específicos** tenemos: (1) Determinar las derivas de tope en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa, (2) Determinar la resistencia al corte de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa, (3) Determinar el nivel desempeño sísmico ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995) en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa, (4) Determinar y comparar el nivel desempeño sísmico aplicando el método de coeficientes (ASCE/SEI 43-13) versus el método de espectro de capacidad (FEMA 440) en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa.

Como formulación de la **hipótesis general**, tenemos: El desempeño de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga” del distrito de Uchumayo – Arequipa, se encuentra al límite de seguridad de vida, debido a que la construcción fue edificada con las ultimas consideraciones técnicas de la norma E.030, y como formulación de las **hipótesis específicas** tenemos:

(1) Las derivas de tope de entrepiso de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga” del distrito de Uchumayo – Arequipa, se encuentra por debajo de 1.5% para cada dirección de análisis, (2) Los muros en mampostería de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga” del distrito de Uchumayo – Arequipa presentan resistencia al corte, esto debido a su rigidez, (3) El nivel de desempeño sísmico ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAOC, 1995) de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga” del distrito de Uchumayo – Arequipa es cercana al colapso, (4) El reporte de resultados obtenido del comparativo del método de coeficientes (ASCE/SEI 43-13) versus el método de espectro de capacidad (FEMA 440) para obtener el nivel de desempeño, indica que ambos presentan una leve diferencia entre sus resultados.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, según (Guzmán Raillo, 2021), Obtenga una Maestría en Ingeniería Civil con su disertación: Metodología de diseño por desempeño sísmico aplicado a una estructura vertical de concreto reforzado. El estudio propone como **objetivo general** lo siguiente: Establecer un método para el análisis y diseño de estructuras verticales de hormigón, utilizando el mismo método de diseño por prestaciones. Sobre metodologías cuasi-experimentales aplicadas. En cuanto a los **resultados**, a partir de un análisis Pushover en la dirección X de la estructura, se observó un desplazamiento de 146 cm, con formación de rótulas plásticas acercándose al nivel de falla total de la estructura. El desplazamiento en la dirección Y (1.72m) es mayor a los 1.68m permitidos, y la estructura se encuentra mayoritariamente en el nivel de ocupación directa. En cuanto a la **conclusión**, el desplazamiento permisible de acuerdo con la norma técnica complementaria de la Ciudad de México da como resultado una estructura dúctil algo conservadora. Con respecto a la **recomendación**, actualizar los códigos nacionales de construcción para la implementación de esta nueva filosofía por diseño estructural.

Según (Chaparro , Andrea C.; Suarez, Alejandro; Benjumea, José, 2021), en el artículo de investigación científica: Desempeño sísmico y cantidades de obra de edificaciones aporticadas de concreto reforzado diseñadas para diferentes capacidades. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Determinar el desempeño sísmico y cantidades de obra de edificaciones aporticadas. En cuanto a la **metodología** de tipo aplicada cuasi experimental. Los **resultados** del análisis pushover para los dos casos analizados (casos 3 y 8) permiten vislumbrar que, independientemente de la zona de amenaza sísmica en que se construya el edificio, la demanda de ductilidad de desplazamiento asociada al sismo de diseño aumenta cuando se selecciona un grado de disipación de energía superior al mínimo requerido para el sitio. Esto implica que los elementos primarios del sistema de resistencia lateral, y seguramente los secundarios, estarán sometidos a un mayor nivel de daño para las capacidades superiores. Además, para el caso particular de los diseños realizados en esta investigación, se notó que la capacidad de disipación de energía sísmica seleccionada tiene

una incidencia relativamente baja en la capacidad agotada de las estructuras DMO y DES. Sin embargo, si se toma como base el diseño DMI del caso 3, utilizar una capacidad superior implicaría un aumento aproximado del 13% de la demanda de la estructura respecto a su capacidad. Con respecto a las **conclusiones**, en el caso de la evaluación de capacidad de desplazamiento y resistencia sísmica, los resultados del análisis de las edificaciones en el rango no lineal evidencian la reducción de resistencia y un incremento ligero en la capacidad de desplazamiento máximo de cada estructura con el aumento de la CDE. Debe recordarse que el aumento de la capacidad de desplazamiento está asociado a mayores daños en la edificación debido a la incursión de los materiales en rangos inelásticos con el fin de garantizar la ductilidad asociada a la disipación asignada.

Según (Segura Hernandez, 2021), Maestría en tesis de investigación: Comparación del desempeño sísmico mediante análisis estático incremental (pushover) de dos edificaciones en concreto reforzados situados en zona de amenaza sísmica alta con grado de disipación de energía. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Comparar el nivel de desempeño sísmico de dos edificaciones dispuestas en zona de amenaza sísmica alta con grado de disipación de energía DES, con similar disposición geométrica en planta y altura, por el método de AENL (pushover). De los **resultados**, el software ETABS determina la curva de capacidad hasta el desplazamiento objetivo definido o hasta un punto de falla donde el modelo se vuelve numéricamente inestable, y que en muchas veces coincide con la inestabilidad física de la estructura, debido a la pérdida capacidad de disipar energía debido a fallas puntuales en elementos (columnas o muros) o fallas a nivel general (conjunto de vigas o columnas). Con respecto a las **conclusiones**, el desempeño sísmico de la Edificación No. 2, ante el sismo de diseño, considera un desplazamiento alrededor de 24 cm en ambas direcciones de análisis, llegando a un punto de desempeño ubicado en la zona de Ocupación Inmediata (OI), generando daños leves en vigas de los tres primeros pisos sin considerar cierres temporales para su ocupación dado que no hay pérdida significativa en la resistencia puntual o global, siendo una respuesta adecuada para el tipo de edificación.



Según (Sepulveda Castillo, 2018) en su argumento de maestría titulada: “ESTUDIO EXPERIMENTAL DE SOLUCIONES DE REPARACION Y REFUERZO PARA MUROS DE ALBAÑILERIA DE LADRILLOS CONFINADA”, por la Universidad de Chile. Teniendo como **objetivo** desarrollar el estudio experimental de técnicas de reparación y esfuerzo estructural de muros de albañilería de ladrillos confinada, dañadas por efecto sísmico. En esta investigación, utilizó la **metodología** de tipo cuantitativa y experimental. Obteniendo como **resultado** de que en las probetas pequeñas ensayadas, para los tres tipos de materiales, prácticamente todos los métodos de reparación entregaron resistencias superiores o cercanas a las de los ensayos originales, y la rotura de las probetas no comprometió a los materiales de reparación. **La conclusión**; Todas las reparaciones estudiadas mostraron índices de recuperación significativos en los parámetros de resistencia y rigidez.

Como **artículos de revistas científicas**, Según (Modelo Numerico para Analisis No Lineal de muros de mamposteria, 2018) “Modelo numérico para el análisis no-lineal de muros de albañilería”, por la Universidad de la Serena, Chile. Tiene como **objetivo** de presentar una propuesta del comportamiento estructural no lineal de muros de albañilería, tomando en cuenta distintas configuraciones geométricas y diferentes tamaños de ladrillos y juntas, **metodología** Aplicada – experimental, los **resultados** fueron con el modelo propuesto los parámetros que se relaciona con la geometría, el módulo de elasticidad longitudinal se relación con otros parámetros como tracción y cortante y la fricción además de la adherencia en la zona de contacto de ladrillo y mortero las curvas de empuje originales de las pruebas (direcciones positivas y negativas) y modelo para los muros reforzados (Nr.1, 2 y 3), muros MV1, MV2 y MV3, y muros MLC-T1-01 y MLC-T2. Se muestran -02. Con las curvas principales para la curva de empuje y desplazamiento bilineal de la pared Nr.1 de 58.60 KN, 0.0125 m y el Nr.2 de 58.60 KN 0.0125 m y Nr.3 de 58.60 KN 0.0125. Con las curvas principales para la curva de empuje y desplazamiento bilineal del MV.1 de 105.20 KN, 0.0228 m y el MV.2 de 116.10 KN 0.0190 m y MV.3 de 110.90 KN 0.0193 m. Con las curvas principales para la curva de empuje y desplazamiento bilineal del MLC-T1-01 de 168.08 KN, 0.0352 m y el MLC-T1-02 de 168.08 KN 0.0352 m. Dando

como **conclusión** que al ver los resultados que concuerdan con las pruebas de laboratorio y se considera cumpliendo al comportamiento no lineal del muro de mampostería tanto reforzada y confinadas y además considera diferentes términos de calidad de materiales.

Como **antecedentes nacionales**, según (Quiroz Rojas, 2018), elige la Maestría en Ingeniería Civil y dentro de su tema se define como: Edificio Escolar Típico Módulo 780 Pre NDSR-1997 Vulnerabilidad Sísmica por Modelos No Lineales. El estudio propone el siguiente **objetivo general**: mejorar la seguridad de los edificios educativos existentes mediante la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. En cuanto al método científico para calcular la vulnerabilidad sísmica, se resume en cálculo de respuesta estructural, cálculo de daños y cálculo de vulnerabilidad sísmica. Según sus **resultados**, la curva definida por la función de vulnerabilidad para el módulo 780 Pre NDSR 1997 muestra que los valores máximos de distorsión rondan el 0,006, mientras que para el módulo 780 actual estos valores superan el 0,025. Valores similares para el daño esperado. Es decir, la distorsión máxima que es capaz de desarrollar el módulo 780 Pre NDSR 1997 representa el 0.25 de la deriva máxima que desarrolla el módulo 780 actual. La **conclusión** refiere a que en el módulo de dos pisos para un desplazamiento en el techo de 34.65mm y una distorsión de 0.056 la estructura es inestable cercano al colapso y el porcentaje de daño es superior al 74.49%. En el módulo de tres pisos para un desplazamiento en el techo de 50.85mm y una distorsión de 0.55% la estructura es inestable cercano al colapso y el porcentaje de daño supera el 79.25%. Con respecto a la **recomendación**, se debe implementar componentes de gestión del riesgo en proyectos públicos y privados.

Según (Samillán Farro, 2019), en su tesis para optar el **grado de master** en ciencias de la PUCP: Análisis del desempeño sísmico estático incremental (pushover) en una edificación de ocho pisos Chiclayo-Lambayeque. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Determinar el desempeño de la estructura haciendo uso del AENL del edificio de 8 plantas en la ciudad de Chiclayo - Lambayeque. En cuanto a la **metodología** No experimental. Sobre los **resultados**, Los verdaderos desplazamientos elásticos analizados de la

estructura es de 3,54 y 1,59 centímetros en las direcciones X e Y, respectivamente. De acuerdo con la curva del análisis estático no lineal, desplazamiento y cortante, los valores del punto de acción son (0.1077 m, 1689.71 tn) y (0.1889 m, 951.083 tn), respectivamente, en las direcciones X e Y. La **conclusión**, A medida que se aplican las cargas incrementales, se ve el desplazamiento transversal máximo debido al análisis estático incremental es: sentido X = 58 cm, sentido Y = 31 cm. Con respecto a la **recomendación**, Se recomienda que la entidad pública responsable de la formulación de las normas de construcción peruanas agregue disposiciones para el análisis no lineal (Pushover) a la norma E030 como un análisis de diseño y evaluación de capacidad para proyectos de construcción. Este estudio sirve como metodología para la evaluación de edificios.

Según (Lopez Otiniano, y otros, 2018), en su argumento para optar el **grado de magíster** en ingeniería civil PUCP: Creación del curso de fragilidad para viviendas unifamiliares de muros MDL. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Aportar a la reducción del riesgo sísmico de viviendas unifamiliares de muros de ductilidad limitada. En cuanto a la **metodología** de tipo aplicada cuasi experimental. En cuanto a los **resultados**, se utilizó un factor de reducción de fuerzas de  $R = 3.0$  durante el diseño estructural debido a la ligera irregularidad del piso. La fuerza de corte de diseño de la cimentación es de 30,4 toneladas. En la dirección más vulnerable (paralela a la fachada), la resistencia del muro del primer piso es de 85,60 toneladas, que es 2,8 veces el esfuerzo cortante de diseño, que se acerca al factor de reducción utilizado, por lo que la estructura se diseña en previsión de terremotos Exhibirá elasticidad y no debe dañarse. Para el segundo tipo, dado que no tiene irregularidades, se utiliza un factor de reducción de fuerza de  $R = 4$ . La cizalla de diseño base para el segundo tipo es de 83,86 toneladas. La resistencia de la pared de la primera capa en la dirección débil es de 330 toneladas, y la resistencia es de 3,9 veces el esfuerzo cortante de diseño. Con respecto a la **conclusión**, Las casas con paredes de ductilidad finita Clase 3 y Clase 2 son menos vulnerables a escenarios peligrosos con aceleraciones de hasta 1,0 g (pseudo-aceleración de alrededor de 2,5 g). Con respecto a la **recomendación**, La técnica desarrollada

para obtener la curva de fragilidad también es aplicable a viviendas con muros de ductilidad limitada reforzados con mallas de alambre soldado.

Según (Perez Mundaca, 2019), en su argumento para optar el **grado de magíster** en ingeniería civil UCV: Evaluación del desempeño sísmico en edificaciones esenciales mediante la aplicación del análisis inelástico por desplazamientos. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Evaluar el desempeño sísmico en edificaciones esenciales mediante la aplicación del análisis inelástico basado en desplazamientos. En cuanto a la **metodología** de tipo aplicado-descriptivo. Los **resultados** indican, La estructura se ajusta a parámetros como deformación, modo de vibración, concentración de masa, desplazamiento máximo, refuerzo vertical (Y) y horizontal (X), secciones de los miembros estructurales, etc., que se determinan a través del modelado estructural y estudio sísmico dinámico y estático. A través del análisis estático incremental (PUSHOVER), se definió que nuestra estructura tiene un táctica operativo cuando se sujeta a aceleraciones equivalentes a terremotos frecuentes y accidentales y tiene un comportamiento funcional, no daña la estructura y tiene una conducta elástica cuando la estructura se sujeta a más (E. 030), espectro de respuesta estándar pero a aceleraciones por debajo de 0,9 g aceleración, la reparabilidad de la estructura, que es un requisito que provoca el colapso de la estructura. Con respecto a la **conclusión**, La estructura cumple con la participación modal de control de deformación y masa, según lo especificado en la Norma de Diseño Sísmico E.030, como condición básica de la edificación. Con respecto a la **recomendación**, Refuerzo de estructuras ubicadas en las columnas A y 5, A y 6, y A y 4. Se recomiendan mejoras para muros estructurales ubicados en el eje A, con dimensiones de diseño y refuerzo.

Según (Urteaga Loayza, 2019), en su argumento para optar el **grado de maestro** en ingeniería civil UCV: Nivel de desempeño sísmico del Edificio N°1 de la institución educativa San Ramón. El estudio planteó como **objetivo general** lo siguiente: Determinar el nivel de desempeño sísmico del edificio N° 01, la cual ha sido rehabilitada, considerando la interacción suelo estructura. En cuanto a la **metodología**, es descriptiva ya que intenta describir las

características presentadas en este estudio. En cuanto a los **resultados**, al recopilar información se encontró que fue rehabilitada recientemente en los últimos años de funcionamiento, en base a ello se evaluó utilizando la norma FEMA 420 la cual determinó utilizar un 85% de rigidez por tratarse de una edificación rehabilitada. La edificación, utilizando el proceso de recubrimiento, el hormigón es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que el espectro de diseño tiene deriva, que está dentro del rango especificado por E.030. Para el análisis de comportamiento sísmico se evalúa utilizando la norma FEMA 420, la cual determina que utilizando un 75% de rigidez se obtienen parámetros en la curva de capacidad entre los puntos "AB", con una ductilidad de 5.74 y una ductilidad de 5.74 en su última capacidad. punto La ductilidad es 6,78. En cuanto la **conclusión**, el nivel de desempeño de la Institución Educativa Chontapaccha - Cajamarca Edificio 01 en el Anexo de San Ramón se encuentra en un nivel seguro para sismos severos en el rango de 6.1 a 6.9 en la escala de Richter Vida basada en FEMA420 y seguridad limitada basada en ATC -40 SP-4. Se **recomienda** que futuras investigaciones presten más atención a la interacción del suelo y la estructura, ya que nos ayuda a comprender mejor el comportamiento real de la edificación, debido a que el análisis estructural actúa como una base rígida, así es al momento del sismo, por lo que según los estudios de coeficiente de balasto y el estándar ruso SNIP 2.02, esta afirmación es falsa, por lo que se recomienda una prueba de escala.

Como **bases teóricas** se toma los conceptos de las variables, dimensiones e indicadores, teniendo como variable independiente: **Análisis estático no lineal**, según (Slebi Acebedo, y otros, 2014), este método permite el análisis por el desplazamiento de la estructura ante cargas laterales, las cuales se van incrementando gradualmente hasta formar una rótula. Este análisis también se conoce como análisis de fluencia continuo no lineal porque las cargas laterales se aplican en estados de fluencia crecientes (pág. 80).

La variable 1 contempla como **dimensión 1 a deriva inelástica** definiéndolas como: **Derivas** y que según (Chopra, A. K,2014, p.160). La deriva representa el comportamiento lateral de un piso, a través de la acción de fuerzas horizontales

en relación con el siguiente piso. Se calcula en dos puntos de la misma línea vertical de la estructura y no debe exceder la fracción de la altura  $h$  especificada en la Norma E.030. 2018. **Derivas inelásticas**, es el comportamiento relativamente inelástico de un piso del edificio en relación con el siguiente sobre la altura entre esos pisos.

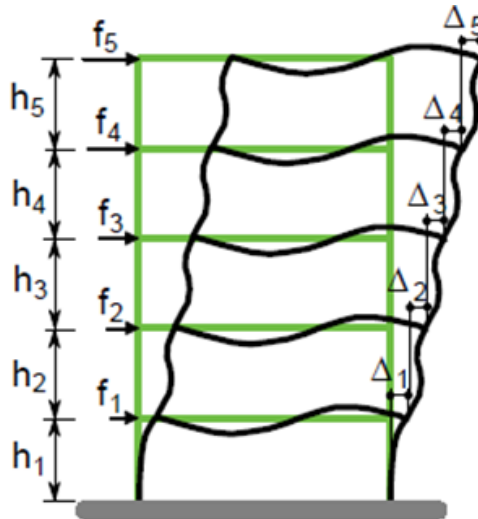


Figura 1 Desplazamiento entre pisos  
Fuente: Chopra A. K

Como **indicador 1 tenemos al desplazamiento**, razón por la cual podemos mencionar lo siguiente: Se dice que un objeto se deforma cuando cambian las posiciones relativas de sus puntos; y cuando las posiciones de esos puntos cambian con respecto a un punto fuera del cuerpo, es un cuerpo de desplazamiento, pero permanece estable entre sí. Estos dos conceptos son simples para nosotros, no tan simples para los sistemas relacionados con video. “Nosotros, sobre todo en las pruebas de resistencia donde vemos el número total de muestras, sabemos si está pasando una condición u otra porque tomamos una referencia externa al cuerpo en estudio y lo miramos como un factor global. Para que una estructura resista los efectos externos, es necesario crear tensión dentro de ella para equilibrar estos efectos externos”. (Chaparro , Andrea C.; Suarez, Alejandro; Benjumea, José, 2021)

Como **dimensión 2** tenemos a la resistencia al agrietamiento diagonal, es decir a la resistencia al corte  $V_m$ , esto se deberá de calcular para cada entrepiso mediante la siguiente expresión matemática:

Para cantidad de arcilla y hormigón:

$$V_m = 0.5v'_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g$$

Para unidades silico – calcáreas:

$$V_m = 0.35v'_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g$$

Dónde:

$v'_m$ = Resistencia a corte.

$P_g$ = Carga gravitacional de servicio

$t$ = espesor de muro (cm)

$L$ = longitud de muro (cm)

$\alpha$ =factor de reducción

Como **indicador 2**, debemos señalar la resistencia al corte y la rigidez de los edificios de mampostería, ya que dependen directamente de la densidad de los muros. “Cuanto menor sea la densidad de la pared, el requisito de ductilidad es demasiado alto, mientras que cuanto mayor sea la densidad, el edificio puede comportarse elásticamente incluso en terremotos severos sin barras de refuerzo, como lo demuestran muchos edificios más antiguos”. (Bazan E., 2010)

Para proporcionar una adecuada resistencia y rigidez a la edificación, el esfuerzo cortante debe ser mayor que el esfuerzo cortante producido por fuertes sismos en cada capa intermedia "i" y en cada dirección principal de la edificación, a saber:

$$\sum V_{mi} \geq V_{EI}$$

La suma de la resistencia a cortante sólo incluirá la contribución del muro de carga y la contribución del muro de concreto armado, en este caso no se considerará la contribución del refuerzo horizontal.

El valor “ $V_{Ei}$ ” corresponde a la fuerza cortante actuante en el entrepiso “ $i$ ” del edificio, ejercida por el sismo severo.

Una vez que el muro de carga sísmica satisface la expresión  $\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$ , los muros portantes que constituyen el edificio no pueden ser reforzados para la acción sísmica coplanar.

“El edificio se considerará resiliente cuando  $\sum V_{mi}$  en cada entrepiso sea mayor o igual a  $3 V_{Ei}$ . En este caso se utilizará una armadura mínima, capaz de actuar como arriostramiento y apoyo perpendicular al plano de mampostería. En este paso culminará el diseño de estos edificios bajo cargas sísmicas coplanares” (Urteaga Loayza, 2019).

Como **dimensión 3** tenemos al **punto de desempeño** y que según (Slebi Acebedo, y otros, 2014), también conocido como punto de acción, se logra superponiendo el espectro de capacidad con el espectro de demanda. La intersección de la demanda y la capacidad representa la respuesta de la estructura en términos de pseudo-aceleración (eje de ordenadas) y pseudo-desplazamiento (eje de abscisas) correspondiente al modo de vibración fundamental, asociado al desplazamiento máximo, donde el desplazamiento y el cortante base pueden ser determinado (pág. 95).

La figura 2 muestra el proceso anterior, el cual demuestra que el espectro de demanda debe reducirse por un factor de amortiguamiento compatible con la capacidad de disipación de potencia del sistema.

“El eje de abscisas representa los diferentes valores espectrales de los desplazamientos que determinan el rango de desempeño estructural, por lo que se pueden entender diferentes grados de peligrosidad sísmica” (Slebi Acebedo, y otros, 2014 pág. 95)



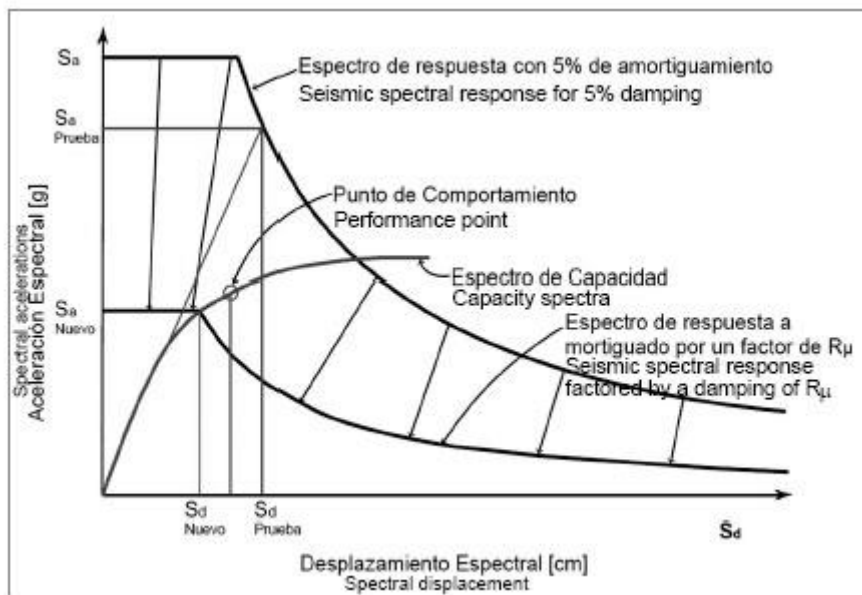


Figura 2 Espectro de capacidad demanda  
Fuente: (ATC-40, 1996)

Según (Slebi Acebedo, y otros, 2014), el modelo de espectro de capacidad se caracteriza por el espectro de respuesta elástica, por lo tanto, las intersecciones en la región elástica no corresponden a los puntos de desempeño, debido a que los aspectos son elásticos y el comportamiento asumido no es lineal. El comportamiento inelástico se puede representar mediante un amortiguamiento elástico equivalente, que depende del desplazamiento inelástico obtenido (pág. 96).

Como **indicador 3** tenemos el espectro de capacidad, que según (Bonett Diaz, 2003), se puede obtener a partir de un análisis denominado “pushover”, el cual se basa en el estudio de la respuesta estructural, cuyo resultado es La curva de capacidad, que expresa el desplazamiento del extremo superior de la estructura en función de la fuerza subyacente. Las representaciones de desplazamiento y aceleración espectral constituyen el espectro de capacidad. El espectro de demanda representa la acción sísmica experimentada por la estructura y es un factor calculado a partir de algún factor de reducción que puede ser función de la ductilidad o amortiguamiento viscoso equivalente considerando que la estructura entra en el rango inelástico (pág. 97).

La variable dependiente: **Desempeño sísmico**, según (Bonett Diaz, 2003), Se cuantifica en función de la extensión del daño a los edificios afectados por la acción sísmica y el impacto de ese daño en la actividad posterior al evento. Este concepto se aplica no solo a los edificios, sino que puede extenderse a todo tipo de estructuras, incluso a sus componentes no estructurales y contenidos. (pág. 49).

Como **dimensión 4** se plantea los niveles de desempeño sísmico propuesta del comité VISION2000, este define a los niveles de desempeño y que según (Bonett Diaz, 2003), describe un estado límite de daño directo, el cual representa una condición límite o tolerable establecido en función de tres aspectos fundamentales: los posibles daños físicos sobre los componentes estructurales y no estructurales, la amenaza sobre la seguridad de los ocupantes de la edificación y la funcionalidad de la edificación posterior al terremoto (SEAOC Visión 2000 Comité, 1995), (ATC, 1996). Los niveles lo conforman: totalmente operacional, operacional, seguridad de vida y próximo al colapso. (Bonett Diaz, 2003 pág. 51)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Aplicada

Según (Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014), Se aplica una investigación porque intentará responder la pregunta específica planteada en la encuesta examinando atributos, características y teorías con la objetividad de resolver la pregunta específica. El trabajo de estudio es del tipo cuantitativa porque describirá el objeto de estudio. (pág. 148)

El trabajo de investigación es aplicada ya que este estudio busca la posibilidad de aplicar el método de AENL para establecer el desempeño sísmico de edificios, un conocimiento relativamente nuevo que está directamente relacionado con el comportamiento estructural de la edificación.

##### 3.1.2 Diseño de la investigación no experimental- transversal:

Según (Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014), La encuesta no es experimental porque analizará los objetivos causales de las variables independientes y tendrá un control sustancial sobre la información, obteniendo así algún procedimiento para evaluar el resultado. (pág. 127)

Un diseño de investigación será no experimental porque no cambiará ni experimentará con variables, es decir, solo observará y analizará los resultados dados.

$$M_1 \rightarrow X_1 \rightarrow EE$$

Siendo:

M<sub>1</sub>: Muestra observable (Edificación de uso esencial)

X<sub>1</sub>: Observación de la muestra (Desempeño)

EE: Evaluación estructural (niveles de conducta estructural)

##### 3.1.3 Nivel de investigación:

Sera descriptivo, porque se desea describir las características de los cuerpos en estudio.

#### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable de investigación:** Desempeño sísmico

## **Definición operacional de la variable**

### **Desempeño sísmico:**

“Se refiere a la evaluación de requerimientos y capacidades estructurales en base a los niveles de desempeño establecidos por las siglas SP (Structural Performance)” (Chaparro , Andrea C.; Suarez, Alejandro; Benjumea, José, 2021).

### **Definición conceptual**

#### **Desempeño sísmico:**

Según (Aguiar Falconi, 2015), El desempeño sísmico se especificará como calificación para las pautas de diseño, los sistemas estructurales y el análisis de desempeño sísmico minucioso, para sus elementos estructurales, además se asegurar medidas de calidad en la construcción para una mayor vida útil. (pág. 5)

**Tabla 1 Operacionalización de variables.**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
<p><b>Variable:</b></p> <p>Desempeño sísmico</p>	<p>Según (Aguiar Falconi, 2015), el desempeño sísmico será designado como calificación para lineamientos de diseño, sistemas estructurales y análisis de desempeño idóneo, con un estudio profundo de sus elementos estructurales y no estructurales, así como aseguramiento y control de calidad. Construye y protege con el tiempo. (página 5)</p>	<p>Se refiere a la evaluación de la demanda vs capacidad estructural en función a los niveles de desempeño, constituidos por las abreviaciones SP</p>	<p><b>D4:</b> Niveles de desempeño</p>	<p>1: Operacional                      I2: Ocupación inmediata                      I2: Seguridad de vida                      I4: Cercano al colapso                      I5: Colapso</p>	<p>Razón</p>

Fuente: propio del investigador

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### Población:

Según (Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014) explica que la población es un conjunto de componentes presentados en la encuesta, es decir, la suma de todos los elementos que comparten características comunes, que serán analizados y se iniciará la investigación de datos. (pág. 165)

La población según este proyecto, lo constituye todos los pabellones de la I.E. N° 40092 “José Domingo Zuzunaga del Distrito de Uchumayo

#### Muestra:

Según (Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014) Una muestra también se denomina muestra dirigida, en la que los elementos no están necesariamente afectados por la probabilidad, sino que los resultados están relacionados con las características del investigador, por lo que el procedimiento seguido no es mecánico, Si bien existen muchas menos fórmulas probabilísticas, el procedimiento es producto de una investigación objetiva. (pág. 170)

Para esta investigación la muestra es el bloque 2 del Pabellón A, compuesto por 1 bloque.



Figura 3 Pabellón A, I.E. N°40092  
Fuente Propia

## **Muestreo**

Según (Valderrama Mendoza, 2013), Mencionar que el muestreo no probabilístico toma como singularidades subgrupos de la población, donde la selección de elementos requerirá las características del estudio. En esta investigación se utilizará un muestreo no probabilístico. (pág. 176)

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

#### **3.4.1 Técnicas:**

Según (Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos, 2014) estas técnicas son una recopilación de documentos que contienen recursos y funciones a seguir, ya que constituye un modelo de investigación, es decir, rastreará datos y secuenciará las fases de un proyecto de investigación. Para este proyecto se utilizó una técnica de registro porque proporciona una gama de información que definirá teorías basadas en investigaciones de fenómenos y procedimientos. y técnicas de campo, ya que reconocerá observaciones relacionadas con elementos de investigación y recopilación de datos que brindan validación empírica de teorías en la búsqueda de la verdad objetiva. (pág. 196)

#### **3.4.2 Instrumentos: Ficha de recolección de datos**

Según (Hurtado, 2015), define a la validez de un instrumento como la capacidad de cuantificar el rango de medida para el cual está diseñado el instrumento, y la evaluación se realizará de acuerdo con los principios del investigador. (página 4)

Para (Corral, 2009), la fiabilidad es la precisión de un conjunto de pruebas que evaluarán los valores de la muestra que se desea investigar en unas condiciones dadas para que su estudio tenga un criterio de precisión. (pág. 238)

- Formato Ensayo no destructivo (esclerómetro).

#### **3.4.3 Validez de instrumentos de investigación**

“La validez nos indica la medida en que la herramienta mide la variable que se pretende medir. (MARTÍNEZ LANZ, 2011 pág. 76)

La forma más sencilla de determinar la validez de una herramienta es medir cuantitativamente las variables, utilizando tablas, y luego crear los gráficos de

probabilidad correspondientes. No obstante, la validez viene determinada por la valoración de expertos en la materia, definida en las siguientes tablas:

Tabla 2. Rangos y Magnitud de Validez

Rangos	Magnitud
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Bolivar , 2005 pág. 12)

Tabla 3. Coeficiente de Validez por Juicio de Expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
(1)	0.666	0.733	0.766	0.722
Índice de Validez				0.722

Fuente: (25 pág. 27)

Tabla 4. Juicio de Expertos

N° EXPERTO	NOMBRE DE EXPERTOS	PERFIL PROFESIONAL	CARGO	COLEGIATURA
EXPERTO 1	Msc. Ing. Daniel M. Gonzales Arce	Ingeniero Civil	Gerente DGA Laboratorio	N° CIP 256786
EXPERTO 2	Ing. Claudio J. Ponce Saldivar	Ingeniero Civil	Consultor de obras	N° CIP 135651
EXPERTO 3	Ing. Yonny Leo Denegri Denegri	Ingeniero Civil	Jefe de obras	N° CIP 162648

Fuente: Propio del investigador

Tabla 5. Resumen de validez para reporte de índice de rebote – esclerómetro

Ítem	EXPERTOS			SUMA DE ACUERDOS	VALIDEZ	DESCRIPCIÓN
	1	2	3			
01	2	3	2	7	0.777	Alta
02	2	2	2	6	0.666	Alta
03	2	2	2	6	0.666	Alta
04	2	2	2	6	0.666	Alta
05	2	2	3	7	0.777	Alta
06	2	2	3	7	0.777	Alta
07	2	2	2	6	0.666	Alta
08	2	2	2	6	0.666	Alta
09	2	3	3	8	0.888	Muy Alta
10	2	2	2	6	0.666	Alta
					0.722	Alta

Fuente: Propio del investigador – Anexo (Validación de instrumentos)



Las herramientas de investigación se validaron por el juicio de expertos, dando como promedio 0.722, interpretándose de que la validez de instrumentos es alta.

### 3.4.4 Confiabilidad de instrumentos de investigación

“La confiabilidad de un instrumento es el grado en que el instrumento puede producir los mismos resultados cuando se usa repetidamente en las mismas condiciones” (MARTÍNEZ LANZ, 2011 pág. 76)

Tabla 6. Rango y Confiabilidad para el Instrumento

Rango	Confiabilidad (dimensión)
0.90 – 1	Excelente
0.80 – 0.90	Bueno
0.70 – 0.80	Aceptable
0.60 – 0.70	Débil
0.50 – 0.60	Pobre
0 – 0.50	Inaceptable

Fuente: Valoración de la fiabilidad de ítems según el coeficiente alfa de Cronbach

Para determinar la confiabilidad del instrumento se realizó la importación de reporte del instrumento llamado esclerómetro para columnas y vigas, de esta manera poder establecer la fiabilidad del equipo y el porcentaje de error que pueda presentarse, luego en el programa IBM SPS se organizó la base de datos para calcular el Alfa de Cronbach, determinando la confiabilidad del instrumento o la corrección necesaria. Este método es utilizado en opciones de respuesta polinómicas.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{\sum S_t^2} \right) \quad (3.1)$$

Dónde:

$\alpha$  : Coeficiente alfa de Cronbach

K: Numero de ítems

$\sum Si^2$ : Sumatoria de las varianzas de los ítems

$\sum St^2$ : Varianza de la suma de ítems

### Columnas de concreto armado:

Tabla 7. Resumen de procesamiento columnas

		N	%
Casos	Válido	15	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	15	100,0

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 8. Alfa de Cronbach columnas

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,871</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 9. Alfa de Cronbach por elemento columnas

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	393,0667	133,067	,399	,869
VAR00002	393,4000	121,400	,781	,850
VAR00003	393,7333	111,210	,838	,842
VAR00004	393,2000	121,743	,801	,850
VAR00005	393,9333	123,210	,479	,866
VAR00006	393,7333	136,495	,149	,884
VAR00007	393,5333	125,410	,463	,866
VAR00008	393,6000	120,543	,585	,859
VAR00009	393,3333	121,952	,675	,854
VAR00010	393,8000	132,886	,299	,874
VAR00011	393,4000	124,829	,586	,859
VAR00012	393,7333	117,781	,785	,848
VAR00013	394,3333	127,810	,399	,870

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de índice de rebote para columnas del piso 1,2 y 3, el cual se obtuvo una confiabilidad del 87.10%

## Vigas 25x50 de concreto armado:

Tabla 10. Resumen de procesamiento vigas

		N	%
Casos	Válido	6	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	6	100,0

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 11. Alfa de Cronbach vigas

Alfa de Cronbach	N de elementos
<b>,803</b>	<b>13</b>

Fuente: SPSS Statistics

Tabla 12. Alfa de Cronbach por elemento viga

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	439,5000	52,300	,732	,765
VAR00002	440,1667	52,567	,766	,764
VAR00003	440,0000	54,400	,621	,775
VAR00004	439,6667	63,067	,068	,816
VAR00005	440,3333	59,467	,436	,792
VAR00006	440,5000	67,100	-,191	,830
VAR00007	439,3333	51,467	,543	,780
VAR00008	439,6667	45,467	,606	,777
VAR00009	440,3333	52,267	,678	,768
VAR00010	439,6667	64,667	,041	,810
VAR00011	440,3333	69,067	-,362	,834
VAR00012	440,0000	44,000	,844	,740
VAR00013	438,5000	57,100	,795	,777

Fuente: SPSS Statistics

Con respecto al resultado se basó a la confiabilidad del instrumento denominado ficha de índice de rebote para vigas del piso 1,2 y 3, el cual se obtuvo una confiabilidad del 80.30%

### 3.5 Procedimientos

#### 3.5.1 Especificaciones técnicas Colegio Tipo 780-Pre

##### Alcances

Con base en datos esquemáticos estructurales proporcionados por el ing. Acero Martínez José Alberto, de la I.E. N° 40092 José Domingo Zuzunaga Obando del Pueblo Joven Cerro Verde, esencial para el análisis de empuje estático no lineal.

##### Ubicación

Ubicación. La institución Educativa I.E. N°40092 José Domingo Zuzunaga Obando del Pueblo Joven Cerro Verde está localizada en el Jirón Toquepala s/n Cerro Verde en el distrito de Uchumayo, en la provincia y departamento de la ciudad de Arequipa. La institución educativa tiene un área total de terreno de 2,618.66 m<sup>2</sup>, con un perímetro de 207.57 ml, con forma irregular. Se localiza a una altura de 2,124.00 msnm y de coordenadas -16.451503 de latitud y -71.614518 de longitud.



Figura 4 Ubicación Satelital de la I.E. N°40092  
Fuente Propia

### Descripción arquitectónica del Pabellón

El colegio I.E. 40092 José Domingo Zuzunaga Obando está compuesto de seis pabellones, de los cuales el Bloque 1 fue construido en el año 2016 y corresponden al modelo arquitectónico tipo Sistémico INFES 780 nuevo, este Pabellón fue analizado y sometido a un análisis estático no lineal Pushover. En el Anexo N°1 se puede observar el plano de la distribución arquitectónica de la institución educativa.

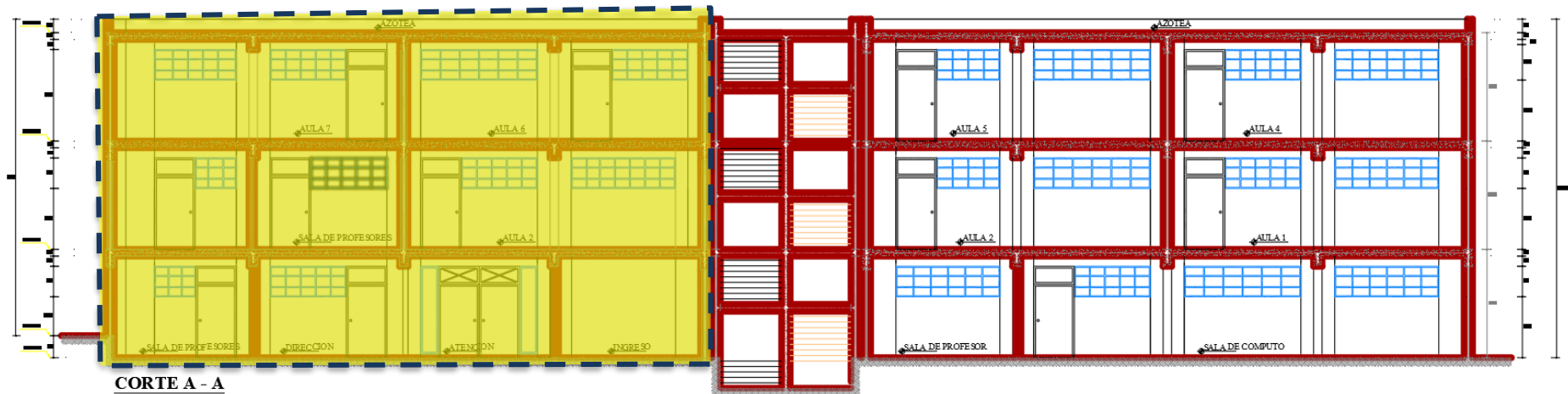


Figura 5 Vista en corte de Pabellón A - I.E. N°40092  
Fuente Propia

El bloque 2 del pabellón A, Piso 1: corresponde al bloque que será analizado, así mismo debemos indicar que cuenta con los siguientes ambientes: Sala de computo, sala de profesores y deposito del material de computo

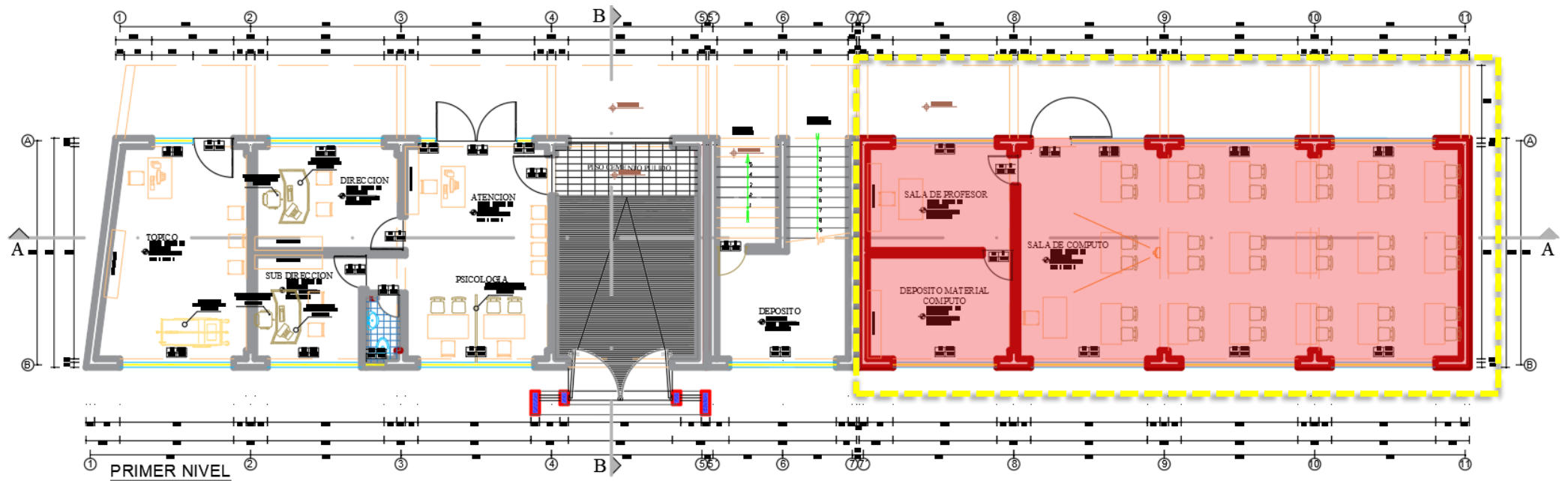


Figura 6 Vista en planta, piso 1, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092  
Fuente Propia

El Pabellón A, bloque 2 del piso 2: cuenta con los siguientes ambientes:

- Aula 1
- Aula 2

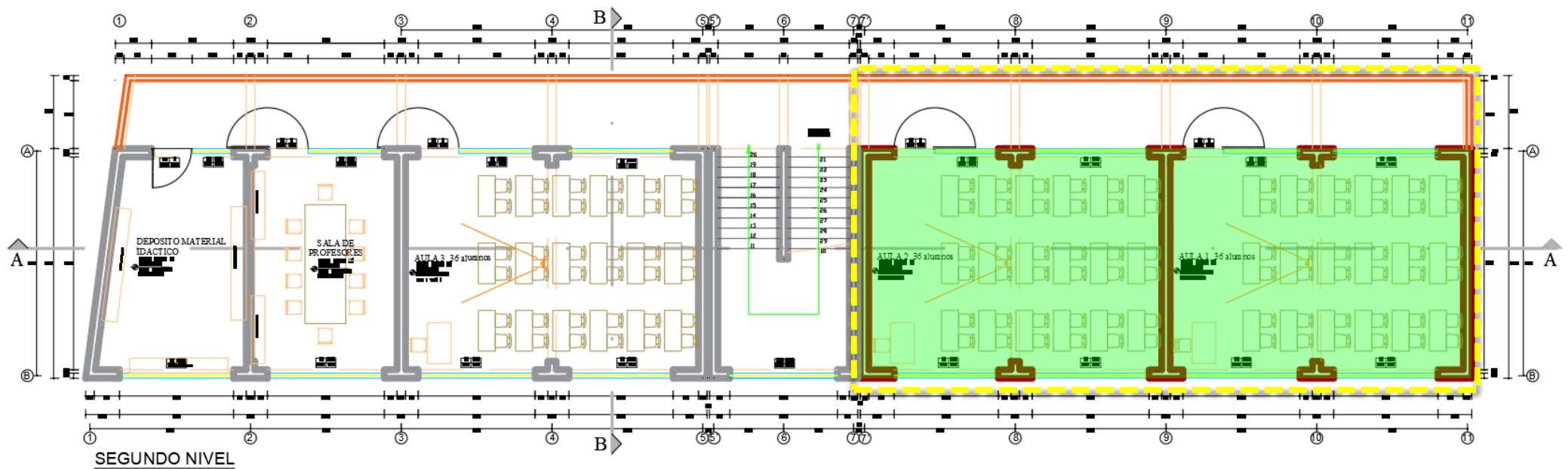


Figura 7 Vista en planta, piso 2, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092  
Fuente Propia

El Pabellón A, bloque 2 del piso 3: cuenta con los siguientes ambientes:

- Aula 3
- Aula 4

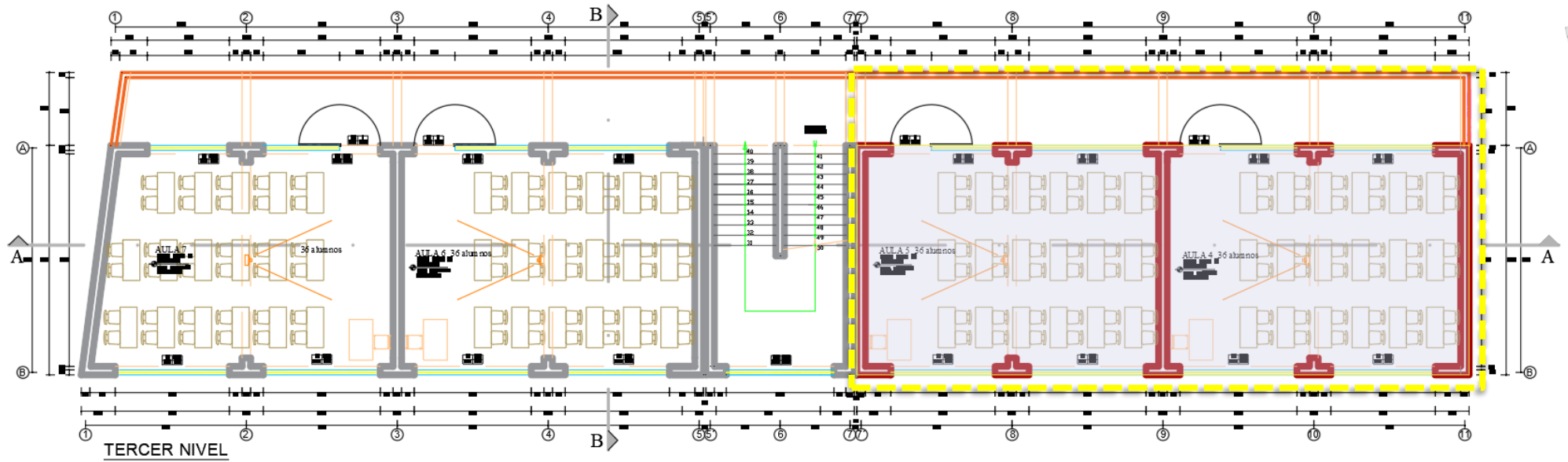


Figura 8 Vista en planta, piso 3, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092  
Fuente Propia



## Descripción Estructural del Proyecto.

El pabellón A de tipo sistémico 780 nuevo construido en el 2016 tienen la subsecuente forma estructural, en el eje “x” consisten en un sistema de pórtico especialmente diseñado con vigas de sección TEE y columnas, en el eje “y” hay un metodo de mampostería confinada, tal y como se menciona en la presentación del edificio, además de tabiquería sobre los pisos 2 y 3, los cuales conforman las aulas del bloque 2.



Figura 9 Vista fachada Pabellón A - I.E. N°40092  
Fuente Propia

### 3.5.2 Características de los Materiales.

#### Acero de Refuerzo.

Para el presente trabajo se cuenta con los planos existentes del pabellón edificado en el año 2016, y que a continuación se detalla:

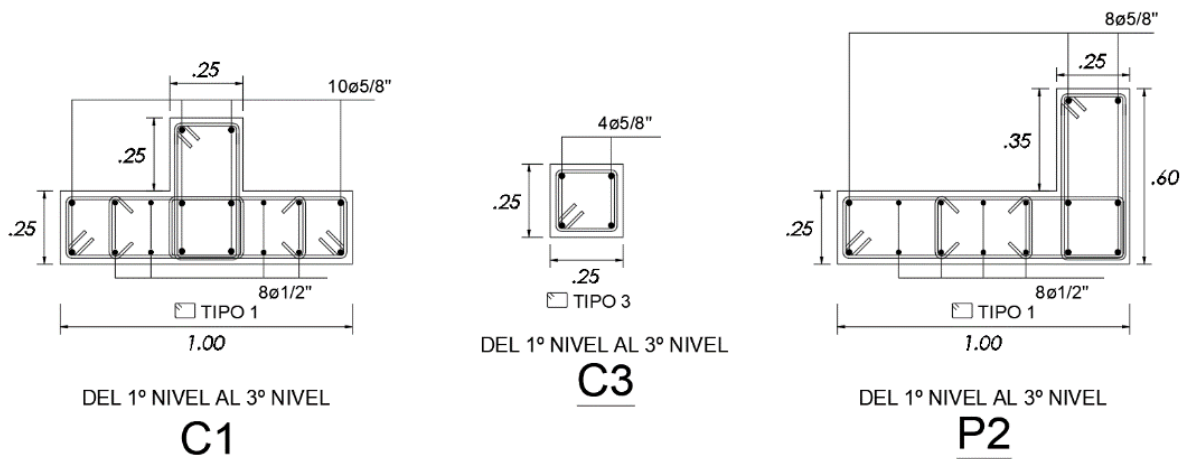


Figura 10 Detalle de columnas existentes, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092

Fuente: Consultor GOAR S.A.C

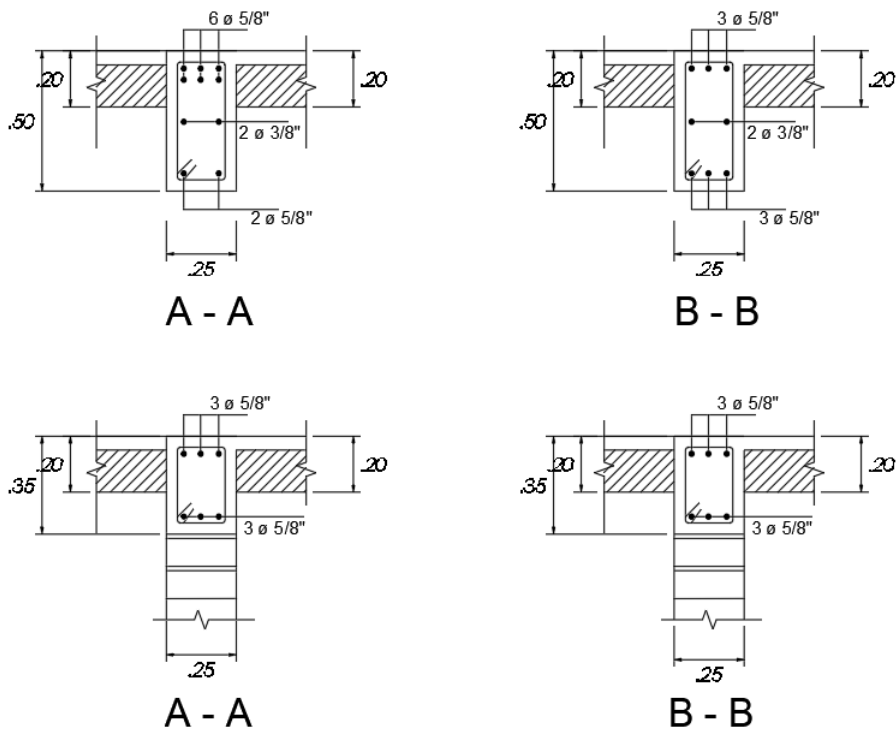


Figura 11 Detalle de vigas existentes, bloque 2 del pabellón A - I.E. N°40092  
Fuente: Consultor GOAR S.A.C

### 3.5.3 Desempeño sísmico

#### 3.5.3.1 Análisis sísmico lineal

##### Norma técnica

Las guías empleadas para el modelo de la edificación I.E. 40092 José Domingo Zuzunaga Obando son:

- La Norma (E.020)
- La Norma (E0.30)
- La Norma (E.050)
- La Norma (E.070)
- La Norma (E.060)

### **Cargas consideradas en el modelo.**

Las cargas consideradas son los pesos actuales de elementos estructurales de muros, columnas y vigas de mampostería confinada.

Las cargas muertas de la tabla 13 y las cargas vivas de la tabla 14 se consideran de acuerdo con la NTP E.020.

Tabla 13 Cargas Muertas consideradas según NTP E0.20

Peso propio Losa aligerada (20cm)	300	Kgf/m2
Peso unitario de Tabiquería	1800	Kgf/m2
Peso unitario del Concreto	2400	Kgf/m2
Peso Propio Piso terminado de cemento pulido 4cm	100	Kgf/m2
S/C Parapetos	27	Kgf/m2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 Cargas vivas consideradas según NTP E0.20

S/C Azotea	100	Kgf/m2
S/C Aulas	250	Kgf/m2
S/C Circulación	400	Kgf/m2

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis Sísmico.**

Para realizar un AENL es importante determinar los valores de los datos sísmicos recomendados por la NTP de Diseño Sísmico E0.30 (2018) de acuerdo a las características del terreno y edificaciones. De acuerdo al mapa de área sísmica, esta I.E. está a la  $z=4$  por esta localizado en la población de Arequipa, territorio de Uchumayo, por lo que su coeficiente de área es de 0.45; para el factor de utilización, se usa 1.5 porque I.E. 40092 José Domingo Zuzunaga Obando Como establecimiento educativo, entra en la categoría de "A2" definido como un "edificio esencial" ya que sirve como refugio en caso de cualquier desastre natural.

Para determinar el coeficiente de expansión del suelo, es importante conocer la composición del suelo sobre el que se construye la estructura. con los datos sacados en la tabla resumen de condiciones del terreno, se demuestra que se trata de un suelo intermedio. "S2" consiste en grava de baja ley, compuesta por arena y finos limosos no plásticos de consistencia regular densa, se obtiene al

fin un coeficiente de expansión del suelo de 1.05 y un periodo  $TP$  equivalente a 0.6 y  $TL$  equivalente a 2.0; caso del factor de simplificación, por la presencia de un sistema de pórticos de hormigón armado, en el sentido “x”, y en el caso del sentido “y”, por tratarse de un sistema de mampostería restringida, se utiliza un valor de 3.

Las tablas 15 y 16 muestran las cantidades de los datos del terremoto detallados. En esta ocasión, solo se hará el análisis sísmico del bloque 2, con excepción del bloque 1. Así mismo se tuvo en consideración la desviación estándar de la resistencia a compresión obtenida del promedio del ensayo de esclerometría, porque según la norma E0.60, la capacidad más baja del hormigón estructural no debe estar por debajo de 17 MPA, de ser el caso que se obtenga valores mínimos no se requeriría del análisis sísmico del bloque debido a que su comportamiento estructural horizontal colapsará inmediatamente.

Tabla 15 Parámetros Sísmicos - Dirección “x”

Zonificación	Zona	4
	Z	0.45
Parámetros de Sitio	Suelo	S2
	S	1.05
	$T_p$ (seg)	0.60
	$T_L$ (seg)	2.00
Factor de Amplificación Sísmica	$T_x$ (seg)	0.269
	C	2.500
Uso	Categoría	A
	U	1.50
Factor de Reducción Sísmica	Pórticos	
	$R_o$	8
	$I_a$	1.00
	$I_p$	1.00
	R	8.00
$\frac{ZUCS}{R}$	0.221484	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Parámetros Sísmicos - Dirección "y"

Zonificación	Zona	4
	Z	0.45
Parámetros de Sitio	Suelo	S2
	S	1.05
	T <sub>p</sub> (seg)	0.60
	T <sub>L</sub> (seg)	2.00
Factor de Amplificación Sísmica	T <sub>x</sub> (seg)	0.149
	C	2.50
Uso	Categoría	A
	U	1.50
Factor de Reducción Sísmica	Albañilería	
	R <sub>o</sub>	3
	I <sub>a</sub>	1.00
	I <sub>p</sub>	1.00
	R	3.00
$\frac{ZUCS}{R}$	0.590625	

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a los datos sísmicos sacados en las Tablas 3 y 4 se establece un espectro inelástico para realizar el modelo lineal del bloque 2. La Figura 12 señala que en todas las direcciones el espectro inelástico es distinto, debido a que en el sentido "x" su componente estructural es un marco de hormigón armado, mientras que, en la dirección de análisis, "y" es una mampostería restringida.

**Dónde:**

S<sub>a</sub>: aceleración espectral

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad (1.1)$$

C: factor de amplificación sísmica, esto depende de las características de sitio

T: Periodo de acuerdo al numeral 28.4, concordado con el numeral 29.1 de la norma E.030.

Así mismo el valor coeficiente C se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

$$T < T_p \rightarrow C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.50 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$$

Tabla 17 Espectro de Pseudo - aceleración Horizontal X, Y (t=0 @3.70 seg.)

Período "T" (seg)	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"
0.00	2.50	2.173	2.50	5.794
0.10	2.50	2.173	2.50	5.794
0.20	2.50	2.173	2.50	5.794
0.30	2.50	2.173	2.50	5.794
0.40	2.50	2.173	2.50	5.794
0.50	2.50	2.173	2.50	5.794
0.60	2.50	2.173	2.50	5.794
0.70	2.14	1.862	2.14	4.966
0.80	1.88	1.630	1.88	4.346
0.90	1.67	1.449	1.67	3.863
1.00	1.50	1.304	1.50	3.476
1.10	1.36	1.185	1.36	3.160
1.20	1.25	1.086	1.25	2.897
1.30	1.15	1.003	1.15	2.674
1.40	1.07	0.931	1.07	2.483
1.50	1.00	0.869	1.00	2.318
1.60	0.94	0.815	0.94	2.173
1.70	0.88	0.767	0.88	2.045
1.80	0.83	0.724	0.83	1.931
1.90	0.79	0.686	0.79	1.830
2.00	0.75	0.652	0.75	1.738
2.10	0.68	0.591	0.68	1.577
2.20	0.62	0.539	0.62	1.437
2.30	0.57	0.493	0.57	1.314
2.40	0.52	0.453	0.52	1.207
2.50	0.48	0.417	0.48	1.112
2.60	0.44	0.386	0.44	1.029
2.70	0.41	0.358	0.41	0.954
2.80	0.38	0.333	0.38	0.887
2.90	0.36	0.310	0.36	0.827
3.00	0.33	0.290	0.33	0.773
3.10	0.31	0.271	0.31	0.724
3.20	0.29	0.255	0.29	0.679
3.30	0.28	0.239	0.28	0.638
3.40	0.26	0.226	0.26	0.601
3.50	0.24	0.213	0.24	0.568
3.60	0.23	0.201	0.23	0.536
3.70	0.22	0.190	0.22	0.508

Fuente: Propio del investigador.

Tabla 18 Espectro de Pseudo - aceleración Horizontal X, Y (t=3.80 @ 8.0 seg.)

Período "T" (seg)	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"
3.80	0.21	0.181	0.21	0.481
3.90	0.20	0.171	0.20	0.457
4.00	0.19	0.163	0.19	0.435
4.20	0.17	0.148	0.17	0.394
4.40	0.15	0.135	0.15	0.359
4.60	0.14	0.123	0.14	0.329
4.80	0.13	0.113	0.13	0.302
5.00	0.12	0.104	0.12	0.278
5.20	0.11	0.096	0.11	0.257
5.40	0.10	0.089	0.10	0.238
5.60	0.10	0.083	0.10	0.222
5.80	0.09	0.078	0.09	0.207
6.00	0.08	0.072	0.08	0.193
6.20	0.08	0.068	0.08	0.181
6.40	0.07	0.064	0.07	0.170
6.60	0.07	0.060	0.07	0.160
6.80	0.06	0.056	0.06	0.150
7.00	0.06	0.053	0.06	0.142
7.50	0.05	0.046	0.05	0.124
8.00	0.05	0.041	0.05	0.109

Fuente: Elaboración Propia

Espectro de Pseudo-Aceleración Dirección X-X

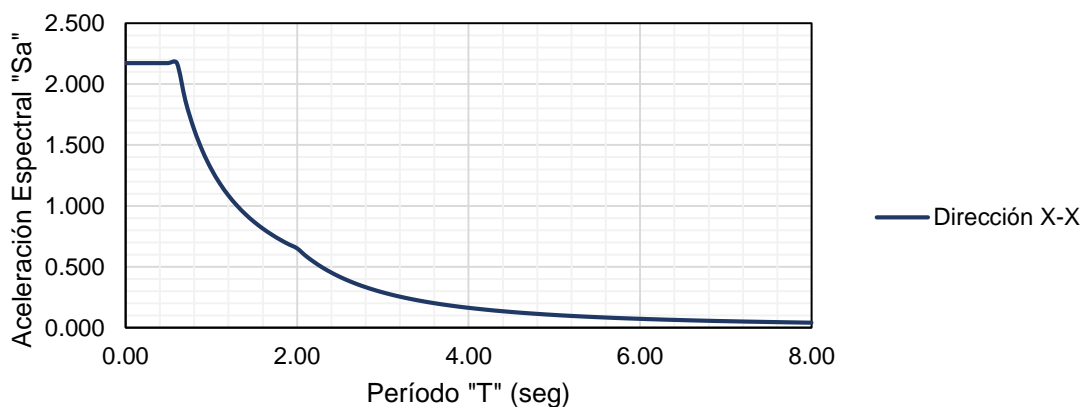


Figura 12 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección horizontal "x"

Fuente: Elaboración Propia

### Espectro de Pseudo-Aceleración - Dirección Y-Y

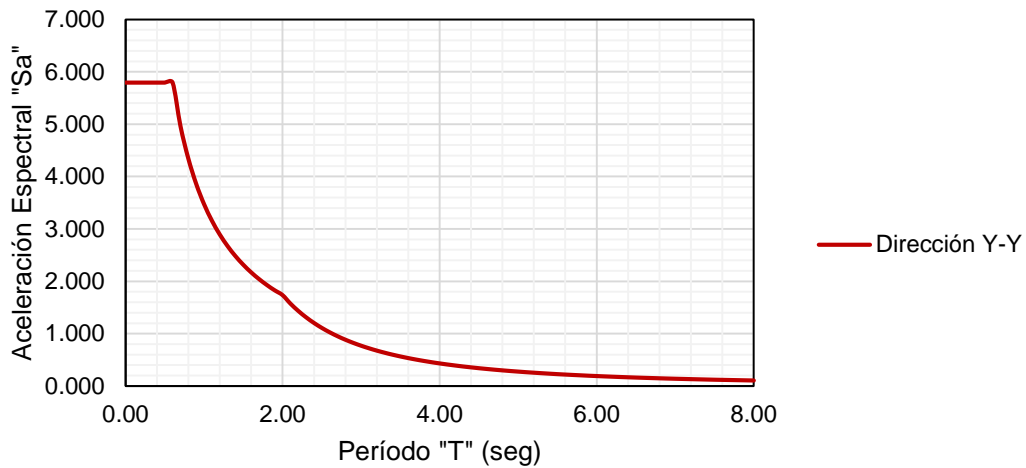


Figura 13 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección horizontal "y"  
Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se detalla en la tabla 19 los espectros de pseudo aceleración vertical para la dirección de análisis x, y.

Período "T" (seg)	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"
0.00	1.00	0.579	1.00	1.545
0.10	2.25	1.304	2.25	3.476
0.20	2.50	1.449	2.50	3.863
0.30	2.50	1.449	2.50	3.863
0.40	2.50	1.449	2.50	3.863
0.50	2.50	1.449	2.50	3.863
0.60	2.50	1.449	2.50	3.863
0.70	2.14	1.242	2.14	3.311
0.80	1.88	1.086	1.88	2.897
0.90	1.67	0.966	1.67	2.575
1.00	1.50	0.869	1.50	2.318
1.10	1.36	0.790	1.36	2.107
1.20	1.25	0.724	1.25	1.931
1.30	1.15	0.669	1.15	1.783
1.40	1.07	0.621	1.07	1.655
1.50	1.00	0.579	1.00	1.545
1.60	0.94	0.543	0.94	1.449
1.70	0.88	0.511	0.88	1.363
1.80	0.83	0.483	0.83	1.288
1.90	0.79	0.457	0.79	1.220



2.00	0.75	0.435	0.75	1.159
2.10	0.68	0.394	0.68	1.051
2.20	0.62	0.359	0.62	0.958

Tabla 19 Espectro de Pseudo - aceleración vertical X, Y (t=0 @2.20 seg.)  
Fuente: Propia

Período "T" (seg)	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"	Factor "C"	Pseudo - Aceleración "Sa"
2.30	0.57	0.329	0.57	0.876
2.40	0.52	0.302	0.52	0.805
2.50	0.48	0.278	0.48	0.742
2.60	0.44	0.257	0.44	0.686
2.70	0.41	0.238	0.41	0.636
2.80	0.38	0.222	0.38	0.591
2.90	0.36	0.207	0.36	0.551
3.00	0.33	0.193	0.33	0.515
3.10	0.31	0.181	0.31	0.482
3.20	0.29	0.170	0.29	0.453
3.30	0.28	0.160	0.28	0.426
3.40	0.26	0.150	0.26	0.401
3.50	0.24	0.142	0.24	0.378
3.60	0.23	0.134	0.23	0.358
3.70	0.22	0.127	0.22	0.339
3.80	0.21	0.120	0.21	0.321
3.90	0.20	0.114	0.20	0.305
4.00	0.19	0.109	0.19	0.290
4.20	0.17	0.099	0.17	0.263
4.40	0.15	0.090	0.15	0.239
4.60	0.14	0.082	0.14	0.219
4.80	0.13	0.075	0.13	0.201
5.00	0.12	0.070	0.12	0.185
5.20	0.11	0.064	0.11	0.171
5.40	0.10	0.060	0.10	0.159
5.60	0.10	0.055	0.10	0.148
5.80	0.09	0.052	0.09	0.138
6.00	0.08	0.048	0.08	0.129
6.20	0.08	0.045	0.08	0.121
6.40	0.07	0.042	0.07	0.113
6.60	0.07	0.040	0.07	0.106
6.80	0.06	0.038	0.06	0.100
7.00	0.06	0.035	0.06	0.095

7.50	0.05	0.031	0.05	0.082
8.00	0.05	0.027	0.05	0.072

Tabla 20 Espectro de Pseudo - aceleración vertical X, Y (t=1.30 @8.00 seg.)  
Fuente: Propia

### Espectro de Pseudo-Aceleración Dirección X-X Dirección Vertical

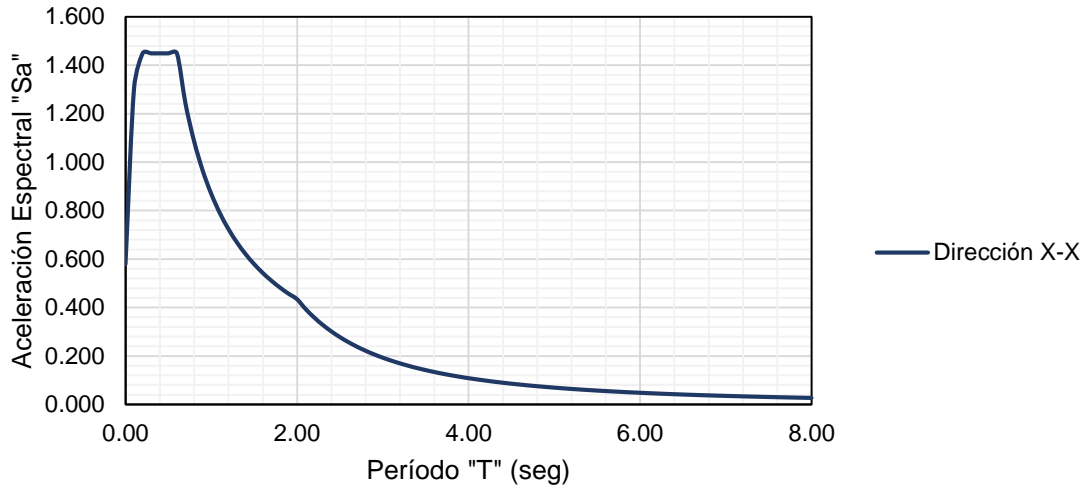


Figura 14 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección vertical "x"  
Fuente: Elaboración Propia

### Espectro de Pseudo-Aceleración Dirección Y-Y Dirección Vertical

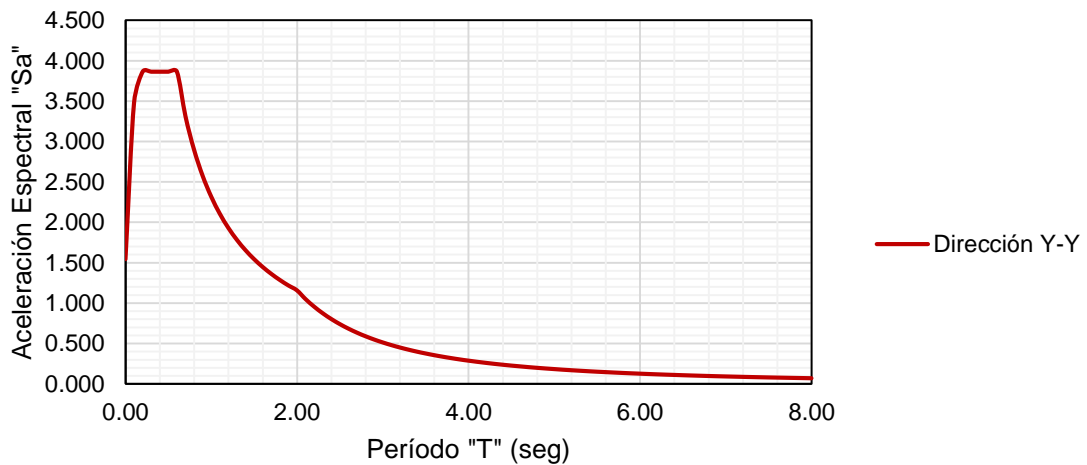


Figura 15 Espectros Inelásticos del Bloque 2 dirección vertical "y"  
Fuente: Elaboración Propia

### Modelo elástico y análisis de frecuencias.

Para hacer el diseño flexible del bloque 2 se usará el software ETABS19, estableciendo los tipos de materiales para las partes estructurales que se indican en la Tabla 21. En esta ocasión, la resistencia del hormigón ( $f'c$ ) de la columna es de 214 kgf/cm<sup>2</sup> y la resistencia a compresión de la viga es de 191 Kgf/cm<sup>2</sup>. Para muros de mampostería, el aguante a la compresión ( $f'm$ ) de los muros de mampostería es de 65 kg/cm<sup>2</sup> según NTP E0.70. Ambos tipos de materiales se asignan a los elementos.

Tabla 21 Característica de los Materiales

Material	Concreto (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Albañilería (Kgf/cm <sup>2</sup> )
E (Ton/m <sup>2</sup> )	$2.21 \times 10^5$	$3.25 \times 10^4$
G (Ton/m <sup>2</sup> )	$9.60 \times 10^4$	$13.00 \times 10^3$

Fuente: Elaboración Propia

Conforme con las cualidades de la estructura del nuevo diseño tipo sistema 780, el bloque 2 continua un sistema de estructura de marcos de hormigón armado en el eje "x", mientras que está diseñado por un sistema de mampostería constreñida en el eje "y". Para simular la distancia finita de los nodos, se colocan articulaciones rígidas en los cantos de las vigas. Para una placa liviana de 20 cm se considera un peso muerto de 300kgf/m<sup>2</sup> según NTP E0.20, y el modelo actúa como un diafragma rígido, los soportes considerados en la estructura están embebidos. La Figura 16 muestra una representación estructural hecha en el ETABS19, durante su procesamiento se dieron los pesos en dichas Tablas 13 y 14 a las partes estructurales de acuerdo a las especificaciones técnicas de la estructura y plano de edificación.

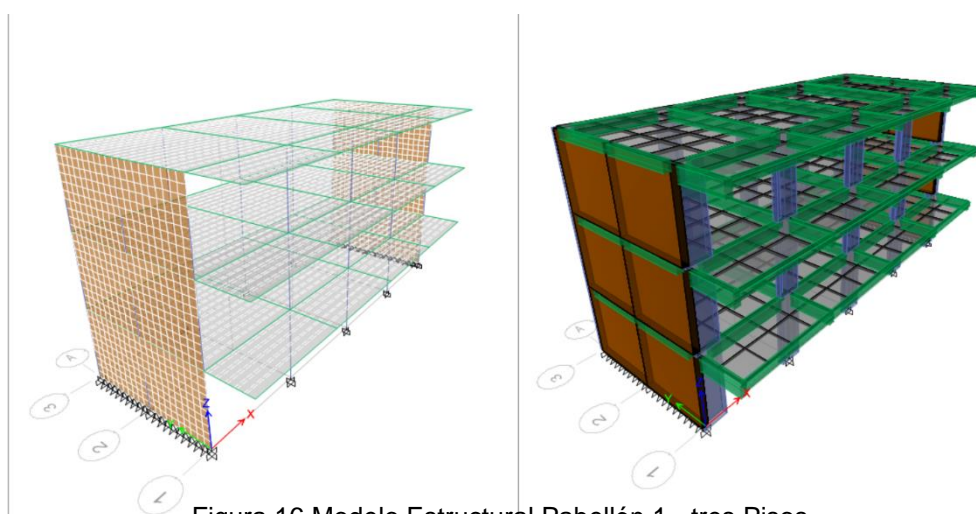


Figura 16 Modelo Estructural Pabellón 1 - tres Pisos  
Fuente: Elaboración Propia Etabs V19.0

## Masas de la Estructura.

La Tabla 22 menciona la masa obtenida por niveles del ETABS19, convertida a peso, para un peso sísmico total estimado de 469.54 Tnf.

Tabla 22 Calculo de masas y Peso por Piso

Niveles	Mass X-tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y-tonf-s <sup>2</sup> /m	Tonf
Piso 3	12.112	12.112	118.817
Piso 2	17.876	17.876	175.363
Piso 1	17.876	17.876	175.363

Fuente: Elaboración Propia

## Análisis de frecuencias.

Según el estudio cinético lineal trabajado al bloque 2, el modo 1 obtiene el 82,3% de la masa participante acumulada en la dirección "x" con un tiempo de 0,269 segundos, y en el caso del eje "y", el porcentaje de la masa participante acumulada la masa participante es el acumulado del modo 2 La masa participante es del 82,9% y el período es de 0,149 seg., como se observa en la Tabla 24, se puede ver los datos obtenidos para la frecuencia y el período de cada manera de vibración. Dado que la dirección "y" consta de un configuración estructural de mampostería limitado, que determina alta rigidez y, por lo tanto, períodos más cortos, el eje "x" tiene solo un sistema de marco de vigas y columnas, que tiene una rigidez mucho menor, lo que resulta en períodos más largos.

Tabla 23 Periodos de vibración del Bloque 2

Modo	Periodo	Frecuencia (Cyc/Seg)	Ux	Uy	Porcentaje de masa efectiva		Rz	Sum Rz
					Dirección X	Dirección Y		
1	0.269	3.72	0.823	0.000	82.30%	0.00%	0.001	0.001
2	0.149	6.73	0.000	0.829	0.00%	82.90%	0.000	0.001
3	0.108	9.22	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.799	0.800

Fuente: Elaboración Propia

## Distorsiones

De acuerdo a la norma del Perú E0.30 establece límites para el desplazamiento lateral según el tipo de estructura por medio de la distorsión o deriva de entrepiso (cociente entre el desplazamiento máximo de entrepiso y la altura de entrepiso);

por ejemplo, para edificios de concreto armado el límite para la deriva es de 7 ‰ y para edificios de albañilería 5 ‰. La figura 17 muestra el límite de deriva para otros sistemas estructurales, en la dirección “x” las distorsiones del piso 1, 2 y 3 están con un fin permitido teniendo alta distorsión en el segundo piso con un valor de 0.0049, valor por debajo al límite de distorsión permitida, sin embargo, se deberá evaluar su desempeño estructural basado en un análisis no lineal para el eje “x”, pues existe una posibilidad de falla y colapso, que deberá descartarse basado al método propuesto.

Material	$\Delta_i / h_{ei}$ (‰)
Concreto Armado	7
Acero	10
Albañilería	5
Madera	10
Muros de ductilidad limitada	5

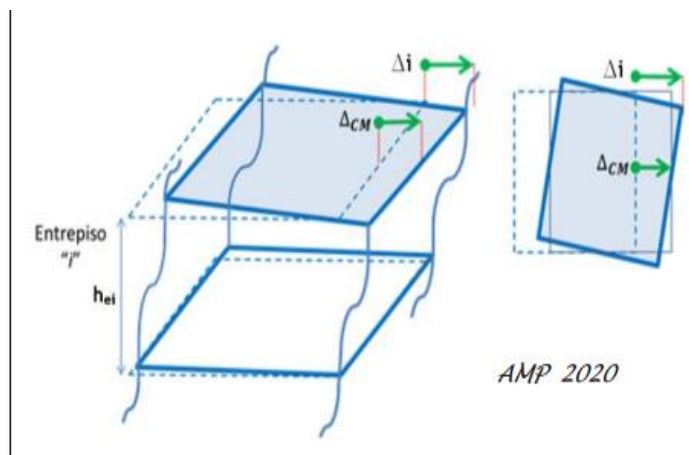


Figura 17 Límites para el desplazamiento de entrepiso.  
Fuente: Norma E.030 Diseño Sismorresistente

Tabla 24 Desplazamientos por niveles y en el centro de Masa (Sismo Estático X, Y)

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{m\acute{a}x}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)	$\Delta_{m\acute{a}x}$ (m)	$\Delta_{prom}$ (m)	$\Delta_{CM}$ (m)
3	0.038	0.0377	0.0378	0.0115	0.0109	0.0090
2	0.026	0.0262	0.0262	0.0083	0.0079	0.0065
1	0.011	0.0107	0.0107	0.0039	0.0037	0.0030

Fuente: Propio del investigador

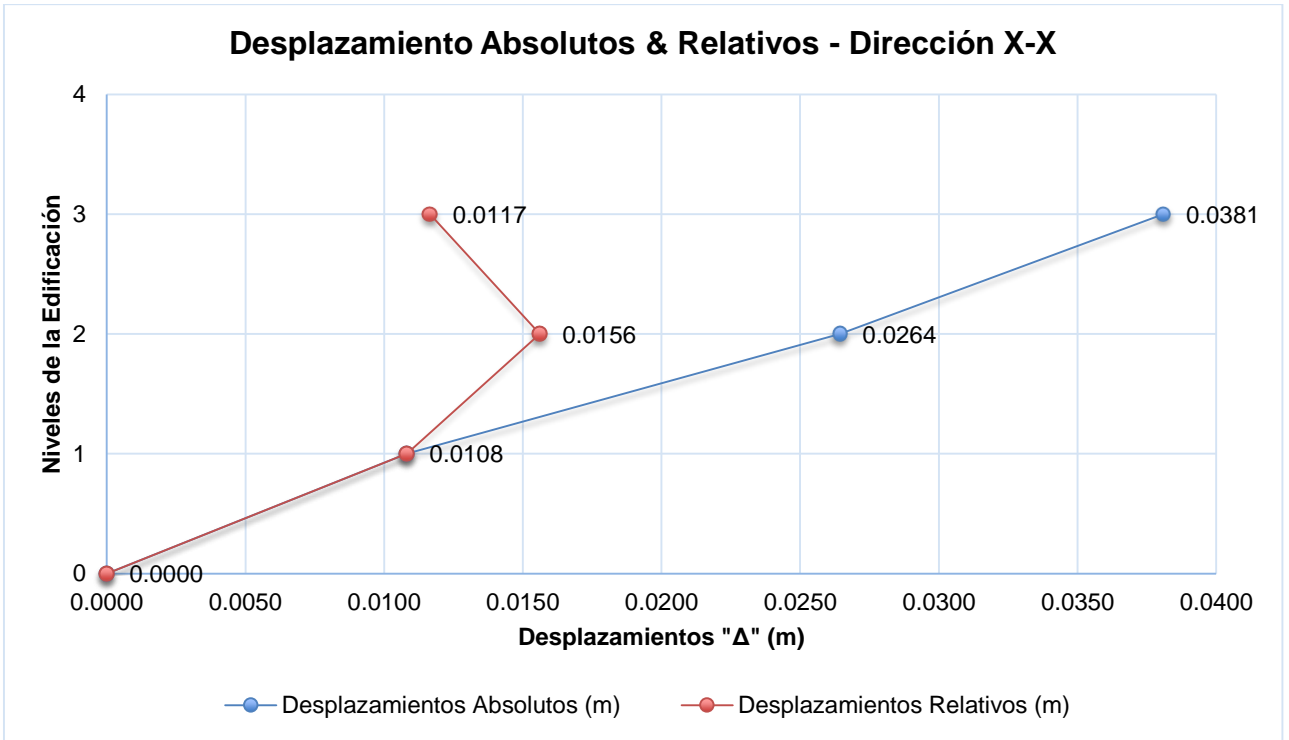


Figura 18 Desplazamientos absolutos y relativos sismo estático "x"  
Fuente: Elaboración propia

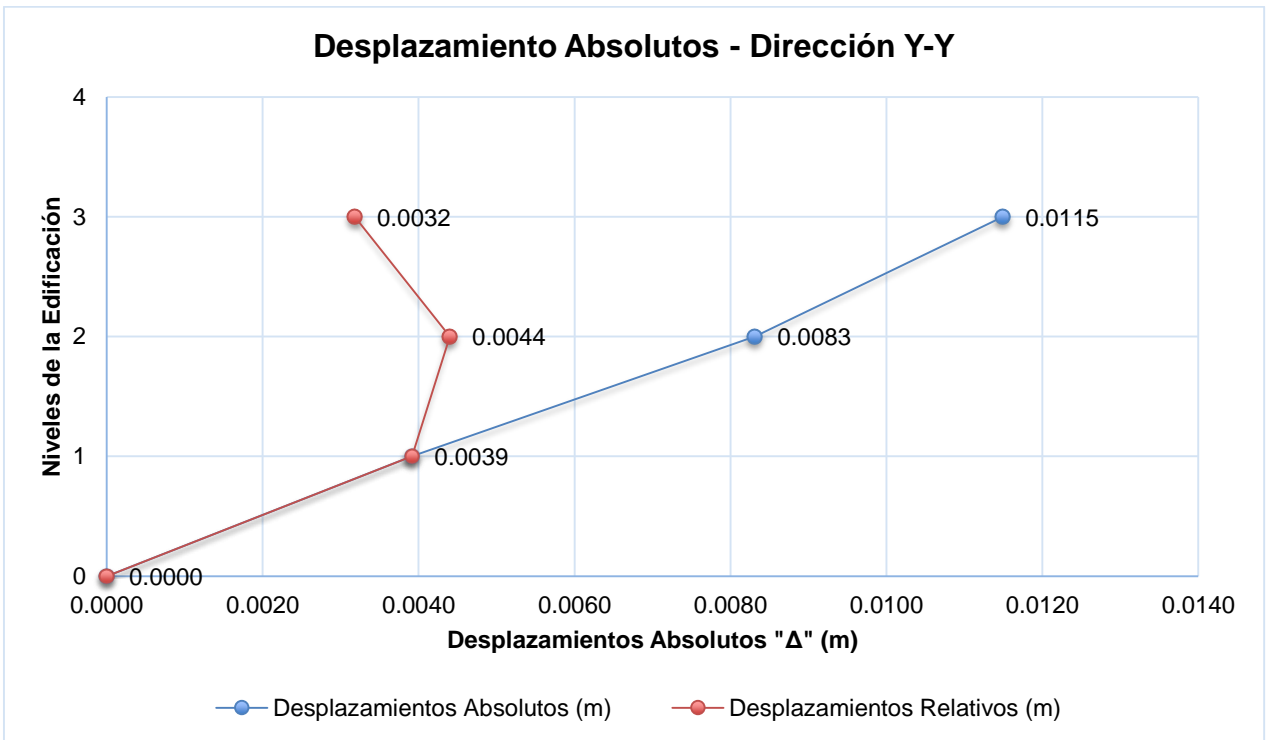


Figura 19 Desplazamientos absolutos y relativos sismo estático "y"  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 Desplazamientos por niveles y en el centro de Masa (Sismo dinámico X, Y)

N° de Piso	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	$\Delta_{\text{prom}}$ (m)	$\Delta_{\text{CM}}$ (m)	$\Delta_{\text{máx}}$ (m)	$\Delta_{\text{prom}}$ (m)	$\Delta_{\text{CM}}$ (m)
3	0.0321	0.0318	0.0318	0.0038	0.0037	0.0093
2	0.0223	0.0221	0.0220	0.0026	0.0026	0.0067
1	0.0091	0.0090	0.0089	0.0011	0.0010	0.0032

Fuente: Propio del investigador

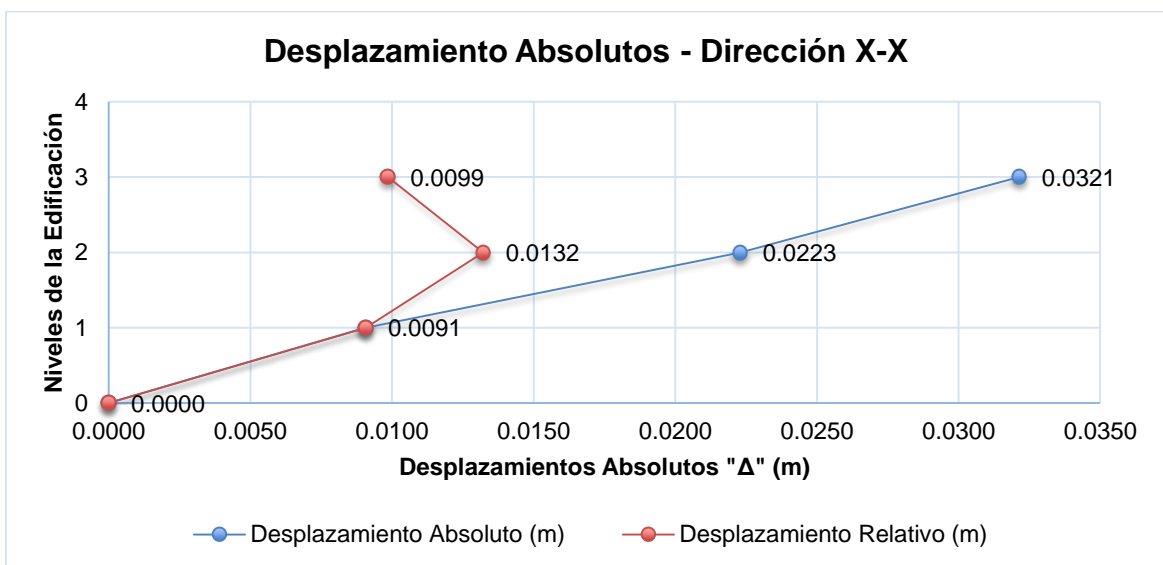


Figura 20 Desplazamientos absolutos y relativos sismo dinámico "x"  
Fuente: Elaboración propia

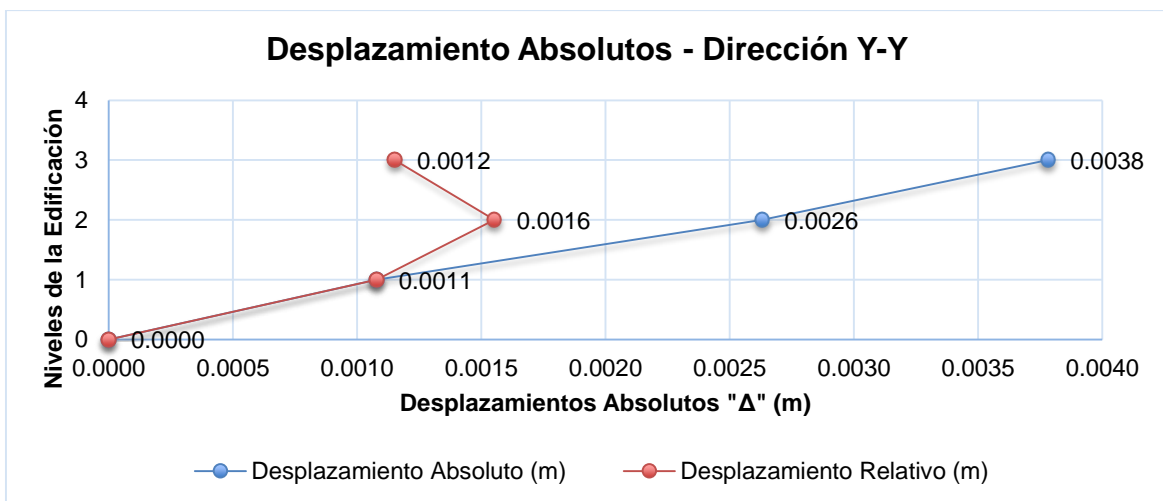


Figura 21 Desplazamientos absolutos y relativos sismo dinámico "y"  
Fuente: Elaboración propia

Las tablas 26 y 27 detallan las derivas de piso para sismo estático y dinámico, interpretándose de que el edificio cumple con las derivas de piso para cada dirección de análisis.

Tabla 26 Verificación de deriva – Análisis Estático X-X

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
3	0.0381	0.0117	3.20	0.0036	Si Cumple
2	0.0264	0.0156	3.20	0.0049	Si Cumple
1	0.0108	0.0108	3.20	0.0034	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27 Verificación de deriva – Análisis Dinámico X-X

Análisis en Dirección X-X					
N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta_{\text{absoluto}}$ (m)	$\Delta_{\text{relativo}}$ (m)			
3	0.0321	0.0099	3.20	0.0031	Si Cumple
2	0.0223	0.0132	3.20	0.0041	Si Cumple
1	0.0091	0.0091	3.20	0.0028	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Propio del investigador



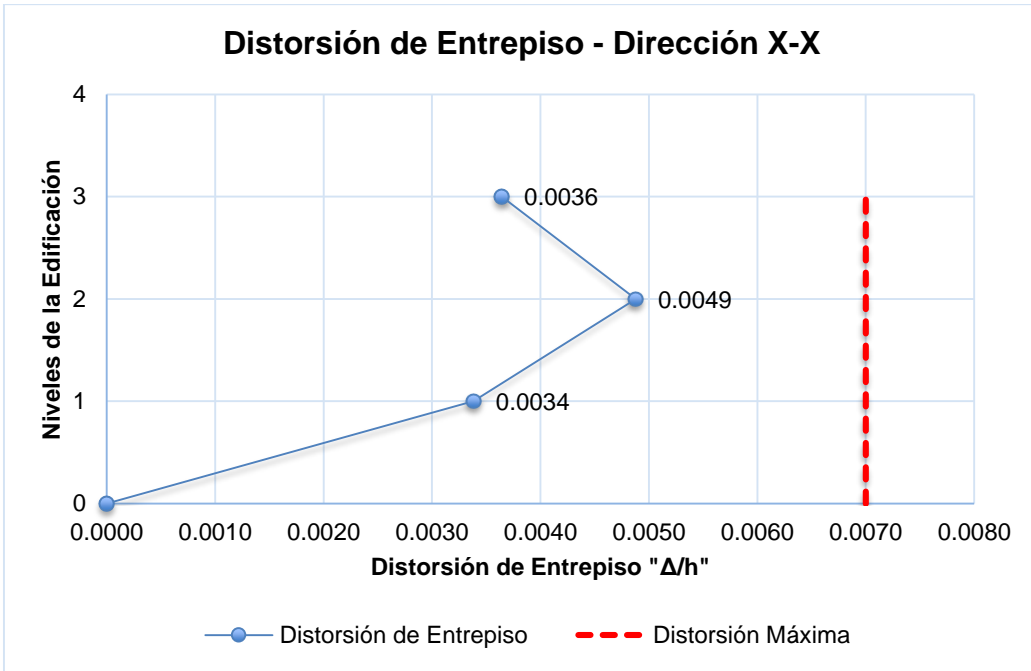


Figura 22 Distorsión de entrepiso sismo estático "x"  
Fuente: Propio del investigador

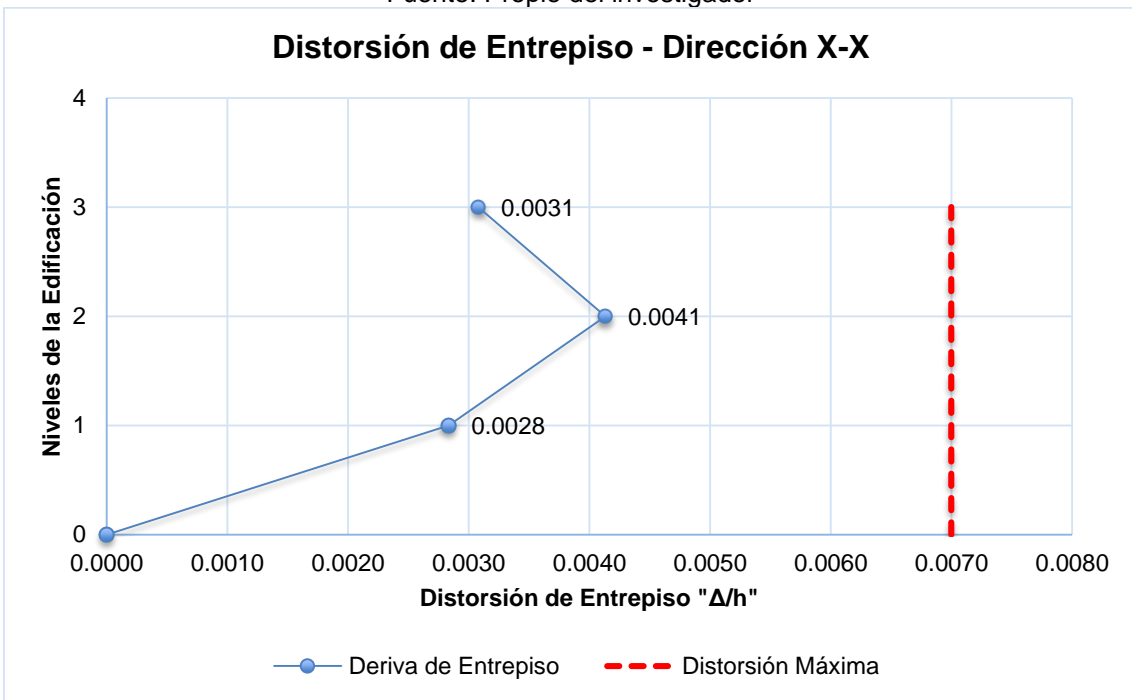


Figura 23 Distorsión de entrepiso sismo dinámico "x"  
Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se verifico para la dirección de análisis "y", pudiéndose constatar el cumplimiento de distorsiones en los pisos 1, 2 y 3, encontrándose que la mayor distorsión se presenta en el segundo piso con un valor de 0.0014, valor por debajo al límite de distorsión permitida, sin embargo, así mismo se deberá evaluar su desempeño estructural basado en un análisis no lineal para el

eje “y”, pues existe una posibilidad de falla y colapso, que deberá descartarse basado en el método propuesto.

Tabla 28 Verificación de deriva – análisis estático “y”

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta$ absoluto (m)	$\Delta$ relativo (m)			
3	0.0115	0.0032	3.20	0.0010	Si Cumple
2	0.0083	0.0044	3.20	0.0014	Si Cumple
1	0.0039	0.0039	3.20	0.0012	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

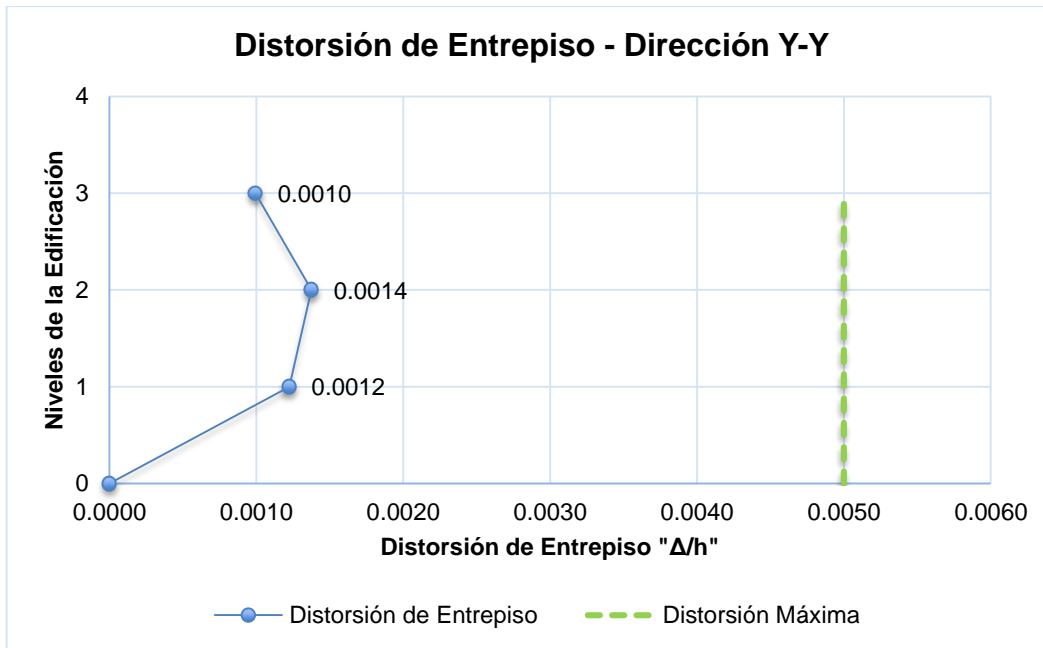
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29 Verificación de deriva – Análisis sismo dinámico “y”

N° de Piso	Norma E.030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	$\Delta$ absoluto (m)	$\Delta$ relativo (m)			
3	0.0038	0.0012	3.20	0.0004	Si Cumple
2	0.0026	0.0016	3.20	0.0005	Si Cumple
1	0.0011	0.0011	3.20	0.0003	Si Cumple
0	0.0000	0.0000	0.00	0.0000	-

Fuente: Elaboración Propia

Figura 24 Distorsión de entrepiso sismo estático “y”



Fuente: Propio del investigador

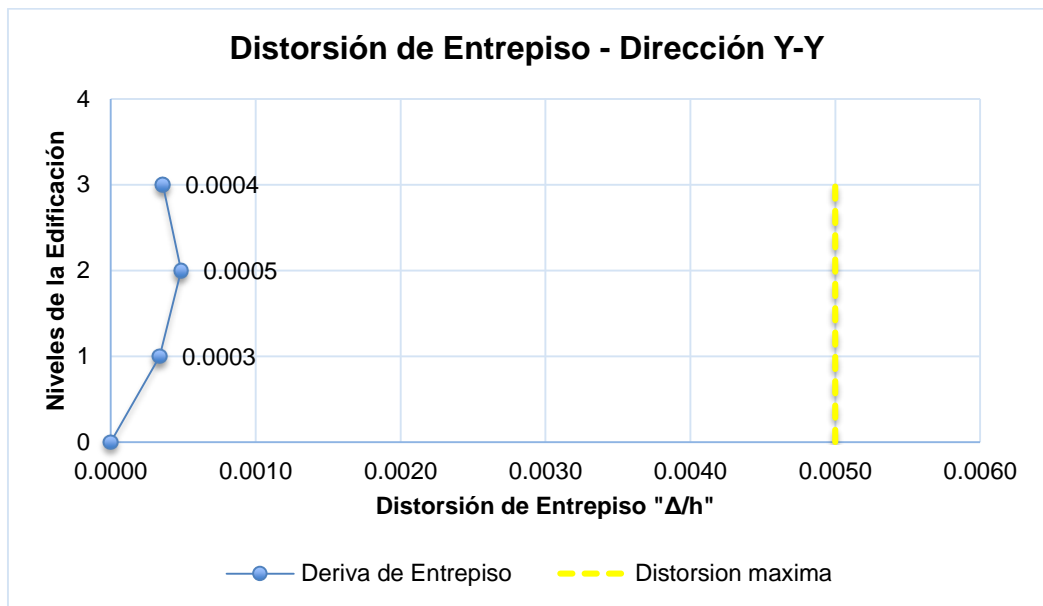


Figura 25 Distorsión de entrepiso sismo dinámico "y"  
Fuente: Elaboración propia

### Cortante en la base.

Conforme con la norma del Perú E 0.30, el esfuerzo cortante dinámico de la base no debe ser menor al 80% del valor del esfuerzo cortante estático de la cimentación, en caso de estructura regular, por lo que el esfuerzo cortante dinámico obtenido del modelo del bloque 1 se muestra en la tabla 18 que cumple con la norma técnica.

Tabla 30 Verificación del Artículo 29.4. de la E.030

Dirección de Análisis	Vestático (Ton)	Vdinámico (Ton)	Tipo de Estructura	Caso I	Verificación
Dirección X-X	104.00	85.62	Regular	0.823	Si Cumple
Dirección Y-Y	277.32	230.73	Regular	0.832	Si Cumple

Fuente: Elaboración Propia

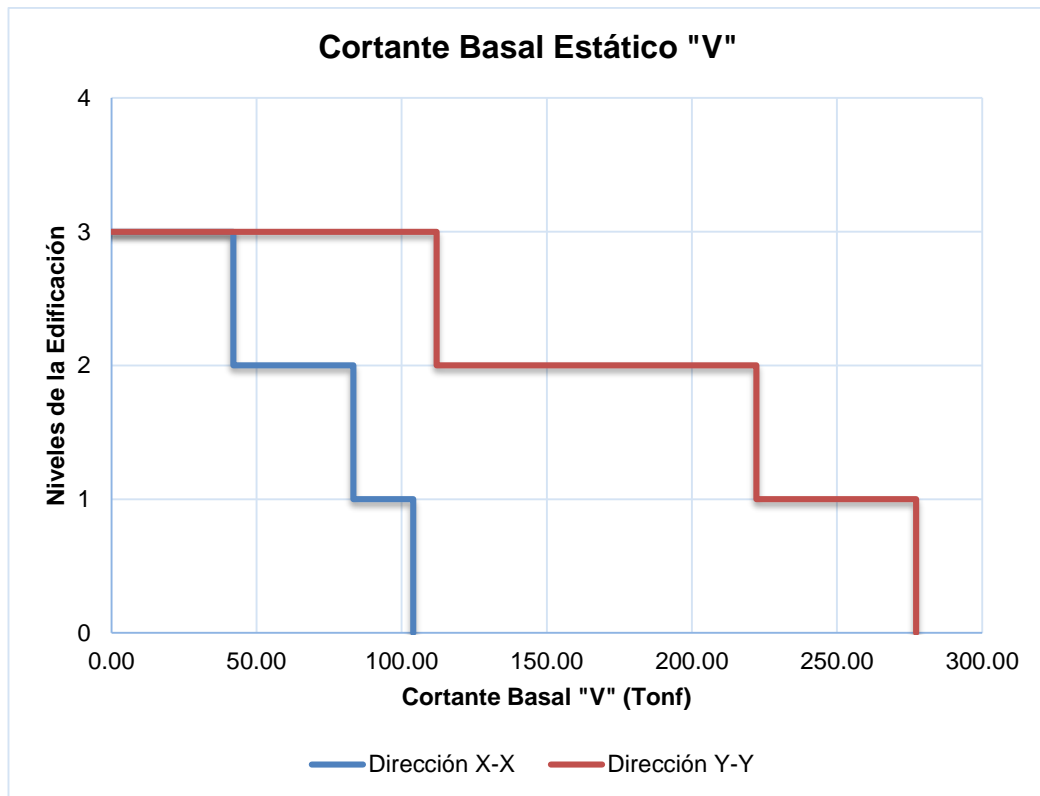


Figura 26 Cortante estático "x", "y"  
Fuente: Elaboración propia

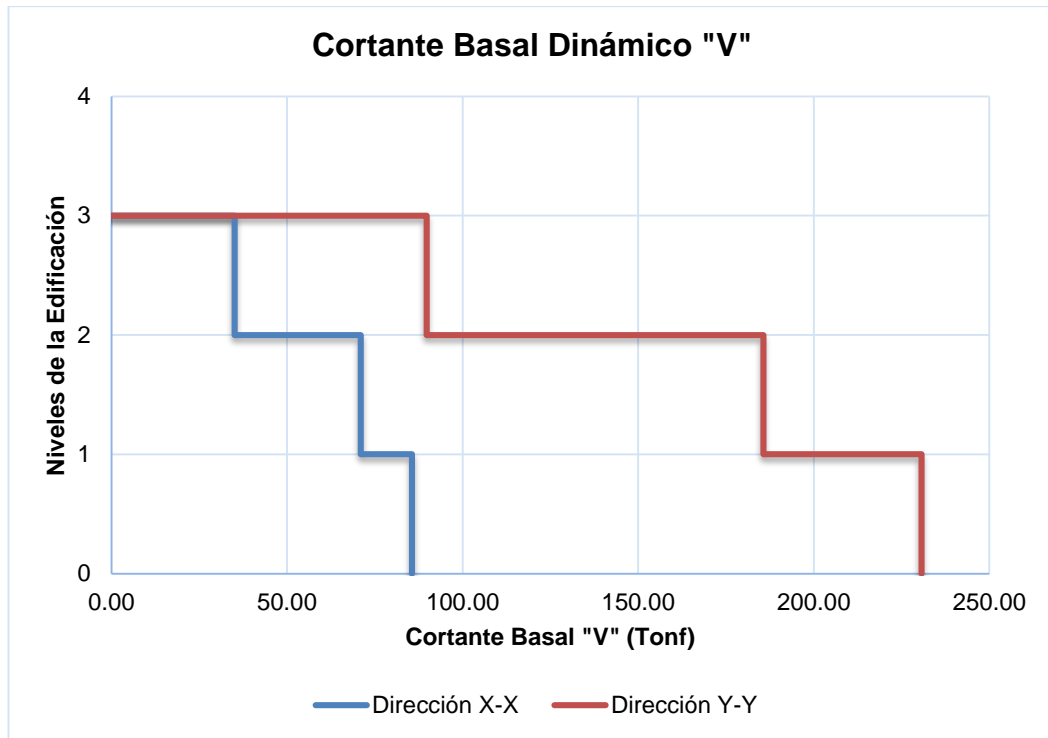


Figura 27 Cortante dinámico "x", "y"  
Fuente: Elaboración propia

### Corte en albañilería confinada

Según la NTP E.070, el cortante por sismo severo en la dirección Y, se interpreta como el cortante de demanda y el valor  $V_m$  se representa como la resistencia al corte por sismo Moderado en la dirección Y.

Seguidamente se determinará la capacidad del muro:

Tabla 31 Capacidad de los Muros del Primer Nivel

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ Kg/cm <sup>2</sup>	$0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right]$	0.15f'm
Muro 1A-(2)(3)	6.52	0.23	16084.8	1.072606028	10.946	9.75
Muro 1A-(1)(2)	6.52	0.23	25642.8	1.709975994	10.946	9.75
Muro 1E-(1)(2)	6.52	0.23	24657.8	1.644291811	10.946	9.75
Muro 1E-(2)(3)	6.52	0.23	16073.8	1.071872499	10.946	9.75

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla N°31 el esfuerzo axial máximo es menor a la capacidad de muro, sin embargo, este último supera 0.15f'm (9.75 Kg/cm<sup>2</sup>).

A continuación, habrá una verificación de control de agrietamiento, una disposición diseñada para evitar el agrietamiento de paredes durante sismos moderados, que es lo más común. Para este propósito, se considerarán las fuerzas cortantes de sismos moderados.

Para el presente trabajo se verifico que los muros portantes de albañilería del primer piso deban ser verificados mediante la expresión  $V_e \leq 0.55V_m$ , lo cual revisa la ocurrencia de rajaduras por corte:

Tabla 32 Control de figuración de muros del Piso 1

Pg (kg)	Ve-X (kg)	Me-X (kg-m)	Ve-Y (kg)	Me-Y (kg-m)	Ve (kg)	Me (kg-m)	$\frac{V_e \cdot L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
15289	1135.36	76.89	27867.21	20317.48	27867.21	20317.48	8.943	1.0	64250.27	No Fisurado
23450.4	1179.6	78.32	27761.13	20324.08	27761.13	20324.08	8.906	1.0	66127.39	No Fisurado
22464.7	1153.05	78.28	27202.98	20087.3	27202.98	20087.30	8.830	1.0	65900.68	No Fisurado
15277.2	1105.98	77.47	27332.03	19813.95	27332.03	19813.95	8.994	1.0	64247.55	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

La pared de mampostería confinada presentan alta dureza en la estructura y tienden a experimentar deriva y bajo desplazamiento, por esto que una de los errores más ordinarios en los componentes estructurales es la deterioro por cortante, la Norma del Perú E0.70 recomienda verificar la falla por cortante, en la tabla 33 puede comparar los requisitos de corte obtenidos de ETABS19 con los valores de resistencia al corte para muros de mampostería calculados utilizando la Ecuación 1.2 recomendada por la NTP E0.70. La conclusión final es que existe falla por cortante porque el valor del cortante requerido es mayor que el obtenido por la norma.

$$V_m = 0.5V_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g \quad (1.2)$$

Según la tabla 33, podemos interpretar de que la estructura presenta resistencia al corte del edificio.

Tabla 33 Verificación por corte para muros de albañilería confinada NTP E0.70

Muro Albañilería Confinada	Cortante de demanda (tonf)	Vm (tonf)	Condición
Muros laterales	220.33	260.53	Si cumple

Fuente: Elaboración Propia

### **3.5.3.1 Análisis sísmico No lineal**

#### **3.5.3.1.1 Espectro de demanda Propuesta por Vision 2000**

Teniendo en cuenta que la aceleración espectral del sismo de diseño (E.030) será para el SEAOC (1995) un Sismo Raro, deberemos hallar el resto de aceleraciones para los niveles sísmicos (frecuente, ocasional, raro y muy raro).

Para obtener el espectro de demanda deberemos empezar hallando la aceleración espectral, para esto se utilizará el criterio usado por la norma E.030. Sin embargo, no se le aplicará el factor de reducción R, que se considera para un sistema lineal y elástico.

$$Sa(g) = ZUCS$$

Para lograr el lugar de desempeño del bloque 2 de la I.E. 40092 José Domingo Zuzunaga Obando se emplearon cuatro tipos de espectros de demanda, el primer sismo de demanda empleado es el sismo frecuente: Nivel de movimiento del terreno con 50% de probabilidad de excedencia en un período de 30 años. Período de retorno: T= 43años. Este sismo puede ocurrir más de una vez durante la vida útil de la estructura.

El segundo sismo de demanda utilizado es el sismo ocasional: Nivel del movimiento del terreno con 50% de probabilidad de excedencia en un período de 50 años. Período de retorno: T= 72años. Este sismo puede ocurrir más de una vez durante la vida útil de la estructura.

El tercero es el espectro sísmico raro, que es un espectro elástico y no contiene factores significativos porque su propósito no es preservar la estructura, sino considerar el deterioro previsto que puede suscitar dicho movimiento sísmica con base en el área de estudio. Según la norma peruana E030 de 5% de amortiguamiento, el período de retorno del sismo de diseño es de 475 años, por lo que la posibilidad de ocurrencia en los próximos 50 años es del 10%.

El cuarto espectro de demanda utilizado es el denominado sismo muy raro, correspondiente a movimientos de intensidad entre severos o muy severos, de

una muy rara ocurrencia, generalmente asociados con un 10% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 100 años, con un periodo medio de retorno de aproximadamente 970 años. Se corresponde con el nivel de movimiento tradicionalmente especificado por los códigos de diseño para edificaciones esenciales y representa cerca de 1.25 a 1.50 veces el nivel de movimiento asociado al sismo raro tradicionalmente especificados en los códigos, de allí que la mayoría asocian esta relación al factor de importancia de las edificaciones esenciales, por tratarse de sismos menos frecuentes de mayor severidad.

La tabla 34 detalla los datos principales para realizar el gráfico de la figura 28 el cual muestra los cuatro espectros elásticos de la estructura.

Tabla 34 Parámetros Sísmicos Para espectros Elásticos

Parámetros Sísmicos	Espectro elástico (Sismo Frecuente)	Espectro Elástico (Sismo ocasional)	Espectro Elástico (Sismo raro)	Espectro Elástico (Sismo muy raro)
Factor de uso (U)	0.383	0.470	1.000	1.330
Factor de zona (Z4)	0.45	0.45	0.45	0.45
Perfil del Suelo	$S_2$			
Factor de suelo	1.05	1.05	1.05	1.05
Aceleración de la gravedad	9.81	9.81	9.81	9.81
Periodos $T_p$	0.6	0.6	0.6	0.6
TI	2.0	2.0	2.0	2.0
Factor X	1.773	2.179	4.635	6.167
Factor Y	1.773	2.179	4.635	6.167

Fuente: Elaboración Propia

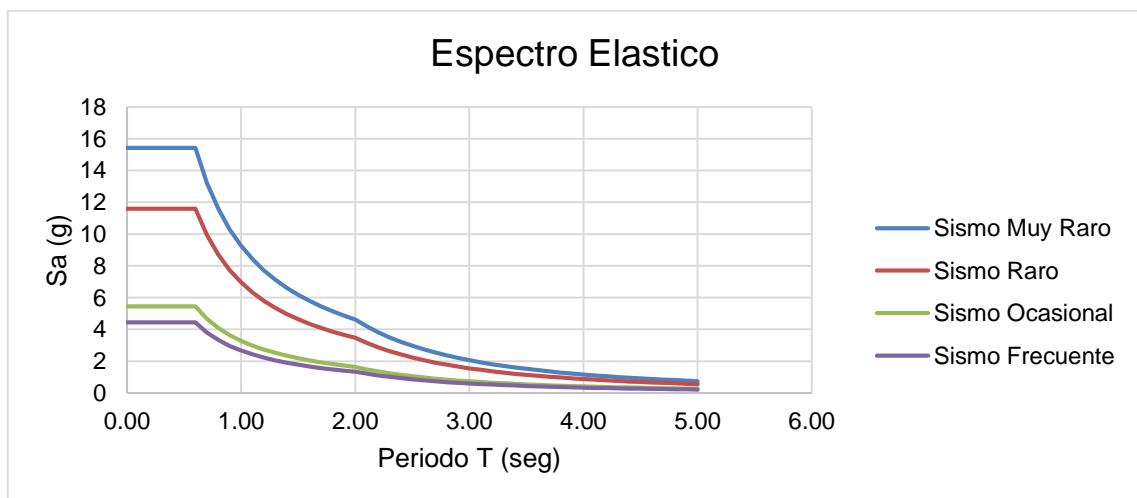


Figura 28 Espectro Elástico según movimientos sísmicos propuesto por Vision 2000  
Fuente: Elaboración Propia



### a) Probabilidad de ocurrencia VS Periodo de retorno

La fórmula que relaciona la probabilidad de ocurrencia “p” durante un periodo de años “n” con el periodo de retorno “T” es la siguiente:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - p)^{\frac{1}{n}}} \quad (1.2)$$

### b) Relación entre aceleraciones del suelo y periodos de retorno

Conocidos los valores de “a1”, “T1” y “T2”, queda por determinar el valor de “a2” a través de la siguiente expresión:

Donde k es igual a 0.4

$$\frac{a_2}{a_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^k \quad (1.3)$$

Tomando en cuenta los criterios del Eurocódigo-8 se deberá calcular el periodo de retorno “T” y posteriormente la aceleración de suelo “a2” a partir de la aceleración de suelo del sismo de diseño  $a_1=0.30$  (9.81) m/s<sup>2</sup>.

Obteniendo dichos valores podremos obtener las siguientes relaciones entre aceleraciones espectrales.

Tabla 35 Parámetros para definir Niveles Sísmicos Vision 2000

Sismo	Nivel de demanda
Frecuente	$S_{a1} = 0.38 S_{ae}$
Ocasional	$S_{a2} = 0.47 S_{ae}$
Raro	$S_{a3} = S_{ae}$
Muy Raro	$S_{a4} = 1.33 S_{ae}$

Fuente: Elaboración propia.

La norma E.030 toma un factor de 1.5 para edificaciones esenciales, “cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo”. Sin embargo, la relación que tomaremos para un sismo muy raro es de 1.33.

<b>T</b>	<b>C</b>	<b>Sa (Sismo Frecuente)</b>	<b>Sa (Sismo ocasional)</b>	<b>Sa (Sismo Raro)</b>	<b>Sa (Sismo muy raro)</b>
0.00	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.10	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.20	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.30	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.40	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.50	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.60	2.500	4.433235143	5.448367374	11.5880625	15.418498
0.70	2.143	3.799915837	4.670029178	9.932625	13.215856
0.80	1.875	3.324926357	4.086275531	8.691046875	11.563874
0.90	1.667	2.955490095	3.632244916	7.725375	10.278999
1.00	1.500	2.659941086	3.269020424	6.9528375	9.251099
1.10	1.364	2.41812826	2.971836749	6.320761364	8.41009
1.20	1.250	2.216617571	2.724183687	5.79403125	7.7092492
1.30	1.154	2.046108527	2.514631096	5.348336538	7.11623
1.40	1.071	1.899957918	2.335014589	4.9663125	6.6079279
1.50	1.000	1.773294057	2.17934695	4.635225	6.1673993
1.60	0.938	1.662463179	2.043137765	4.345523438	5.7819369
1.70	0.882	1.564671227	1.922953191	4.089904412	5.4418229
1.80	0.833	1.477745048	1.816122458	3.8626875	5.1394995
1.90	0.789	1.399968992	1.720537065	3.659388158	4.8689995
2.00	0.750	1.329970543	1.634510212	3.47641875	4.6255495
2.10	0.680	1.206322488	1.482548945	3.153214286	4.1955098
2.20	0.620	1.099149209	1.350834886	2.873073347	3.8227682
2.30	0.567	1.005648804	1.235924546	2.628672023	3.49758
2.40	0.521	0.923590655	1.135076536	2.414179688	3.2121872
2.50	0.480	0.851181147	1.046086536	2.224908	2.9603517
2.60	0.444	0.786964818	0.967165806	2.057052515	2.7370115
2.70	0.412	0.729750641	0.896850597	1.9075	2.5380244
2.80	0.383	0.678556399	0.833933782	1.773683036	2.3599742
2.90	0.357	0.632566251	0.777412705	1.653469084	2.2000235
3.00	0.333	0.591098019	0.726448983	1.545075	2.0557998
3.10	0.312	0.553577749	0.680337237	1.44700052	1.9253068
3.20	0.293	0.519519743	0.638480552	1.357976074	1.8068553
3.30	0.275	0.48851076	0.60037106	1.276921488	1.6990081
3.40	0.260	0.46019742	0.565574468	1.202913062	1.6005362
3.50	0.245	0.434276096	0.53371762	1.135157143	1.5103835
3.60	0.231	0.410484735	0.504478461	1.07296875	1.4276387
3.70	0.219	0.388596214	0.477577856	1.0157542	1.3515119
3.80	0.208	0.368412893	0.452772912	0.962996884	1.2813157
3.90	0.197	0.349762141	0.429851469	0.914245562	1.2164496
4.00	0.188	0.332492636	0.408627553	0.869104687	1.1563874
4.10	0.178	0.316471277	0.388937588	0.827226353	1.1006662
4.20	0.170	0.301580622	0.370637236	0.788303571	1.0488774
4.30	0.162	0.287716721	0.353598748	0.75206463	1.0006597
4.40	0.155	0.274787302	0.337708722	0.718268337	0.955692
4.50	0.148	0.262710231	0.322866215	0.6867	0.9136888

4.60	0.142	0.251412201	0.308981137	0.657168006	0.874395
4.70	0.136	0.240827622	0.295972877	0.629500905	0.8375825
4.80	0.130	0.230897664	0.283769134	0.603544922	0.8030468
4.90	0.125	0.221569437	0.272304908	0.579161808	0.7706038
5.00	0.120	0.212795287	0.261521634	0.556227	0.7400879

Tabla 36 Aceleraciones Espectrales de demanda para los Niveles Sísmicos (VISION 2000)

Fuente: Elaboración propia.

Con la aceleración espectral podremos hallar el desplazamiento espectral, aplicando la fórmula de conversión propuesta por el código FEMA.

$$S_{di} = \frac{T^2}{4\pi^2} * S_a * g \quad (1.4)$$

Frecuente		Ocasional		Raro		Muy Raro	
Sa1	Sd1	Sa2	Sd2	Sa3	Sd3	Sa4	Sd4
0.4519	0	0.5554	0	1.1813	0.00000000	1.5717	0
0.4519	0.001122952	0.5554	0.001380088	1.1813	0.00293529	1.5717	0.0039056
0.4519	0.004491806	0.5554	0.00552035	1.1813	0.01174116	1.5717	0.0156222
0.4519	0.010106564	0.5554	0.012420788	1.1813	0.02641761	1.5717	0.03515
0.4519	0.017967225	0.5554	0.022081401	1.1813	0.04696465	1.5717	0.0624888
0.4519	0.02807379	0.5554	0.034502189	1.1813	0.07338226	1.5717	0.0976388
0.4519	0.040426257	0.5554	0.049683153	1.1813	0.10567046	1.5717	0.1405998
0.3874	0.047163966	0.4760	0.057963678	1.0125	0.12328220	1.3472	0.1640332
0.3389	0.053901676	0.4165	0.066244204	0.8859	0.14089395	1.1788	0.1874665
0.3013	0.060639385	0.3703	0.074524729	0.7875	0.15850569	1.0478	0.2108998
0.2711	0.067377095	0.3332	0.082805255	0.7088	0.17611743	0.9430	0.2343331
0.2465	0.074114804	0.3029	0.09108578	0.6443	0.19372917	0.8573	0.2577664
0.2260	0.080852514	0.2777	0.099366306	0.5906	0.21134092	0.7859	0.2811997
0.2086	0.087590223	0.2563	0.107646831	0.5452	0.22895266	0.7254	0.304633
0.1937	0.094327933	0.2380	0.115927357	0.5063	0.24656440	0.6736	0.3280663
0.1808	0.101065642	0.2222	0.124207882	0.4725	0.26417615	0.6287	0.3514996
0.1695	0.107803352	0.2083	0.132488408	0.4430	0.28178789	0.5894	0.3749329
0.1595	0.114541061	0.1960	0.140768933	0.4169	0.29939963	0.5547	0.3983662
0.1506	0.121278771	0.1851	0.149049458	0.3938	0.31701138	0.5239	0.4217995
0.1427	0.12801648	0.1754	0.157329984	0.3730	0.33462312	0.4963	0.4452328
0.1356	0.13475419	0.1666	0.165610509	0.3544	0.35223486	0.4715	0.4686662
0.1230	0.13475419	0.1511	0.165610509	0.3214	0.35223486	0.4277	0.4686662
0.1120	0.13475419	0.1377	0.165610509	0.2929	0.35223486	0.3897	0.4686662
0.1025	0.13475419	0.1260	0.165610509	0.2680	0.35223486	0.3565	0.4686662
0.0941	0.13475419	0.1157	0.165610509	0.2461	0.35223486	0.3274	0.4686662
0.0868	0.13475419	0.1066	0.165610509	0.2268	0.35223486	0.3018	0.4686662
0.0802	0.13475419	0.0986	0.165610509	0.2097	0.35223486	0.2790	0.4686662
0.0744	0.13475419	0.0914	0.165610509	0.1944	0.35223486	0.2587	0.4686662
0.0692	0.13475419	0.0850	0.165610509	0.1808	0.35223486	0.2406	0.4686662

0.0645	0.13475419	0.0792	0.165610509	0.1685	0.35223486	0.2243	0.4686662
0.0603	0.13475419	0.0741	0.165610509	0.1575	0.35223486	0.2096	0.4686662
0.0564	0.13475419	0.0694	0.165610509	0.1475	0.35223486	0.1963	0.4686662
0.0530	0.13475419	0.0651	0.165610509	0.1384	0.35223486	0.1842	0.4686662
0.0498	0.13475419	0.0612	0.165610509	0.1302	0.35223486	0.1732	0.4686662
0.0469	0.13475419	0.0577	0.165610509	0.1226	0.35223486	0.1632	0.4686662
0.0443	0.13475419	0.0544	0.165610509	0.1157	0.35223486	0.1540	0.4686662
0.0418	0.13475419	0.0514	0.165610509	0.1094	0.35223486	0.1455	0.4686662
0.0396	0.13475419	0.0487	0.165610509	0.1035	0.35223486	0.1378	0.4686662
0.0376	0.13475419	0.0462	0.165610509	0.0982	0.35223486	0.1306	0.4686662
0.0357	0.13475419	0.0438	0.165610509	0.0932	0.35223486	0.1240	0.4686662
0.0339	0.13475419	0.0417	0.165610509	0.0886	0.35223486	0.1179	0.4686662
0.0323	0.13475419	0.0396	0.165610509	0.0843	0.35223486	0.1122	0.4686662
0.0307	0.13475419	0.0378	0.165610509	0.0804	0.35223486	0.1069	0.4686662
0.0293	0.13475419	0.0360	0.165610509	0.0767	0.35223486	0.1020	0.4686662
0.0280	0.13475419	0.0344	0.165610509	0.0732	0.35223486	0.0974	0.4686662
0.0268	0.13475419	0.0329	0.165610509	0.0700	0.35223486	0.0931	0.4686662
0.0256	0.13475419	0.0315	0.165610509	0.0670	0.35223486	0.0891	0.4686662
0.0245	0.13475419	0.0302	0.165610509	0.0642	0.35223486	0.0854	0.4686662
0.0235	0.13475419	0.0289	0.165610509	0.0615	0.35223486	0.0819	0.4686662
0.0226	0.13475419	0.0278	0.165610509	0.0590	0.35223486	0.0786	0.4686662
0.0217	0.13475419	0.0267	0.165610509	0.0567	0.35223486	0.0754	0.4686662

Tabla 37 Aceleración y desplazamiento Espectral de Demanda para los Niveles Sísmicos (VISION 2000)

De acuerdo con el VISION 2000, para obtener puntos de rendimiento, el espectro elástico debe convertirse al patrón ADRS (Acceleration Displacement Response Spectrum) para cruzarse con el espectro de capacidad obtenido de la estructura en un análisis pushover estático no lineal. La figura 15 muestra el espectro elástico en formato ADRS. Para convertir los puntos de los espectros de desplazamiento y aceleración de la Figura 29 al formato descrito, se requiere la correlación expresada en la Ecuación 1.4.

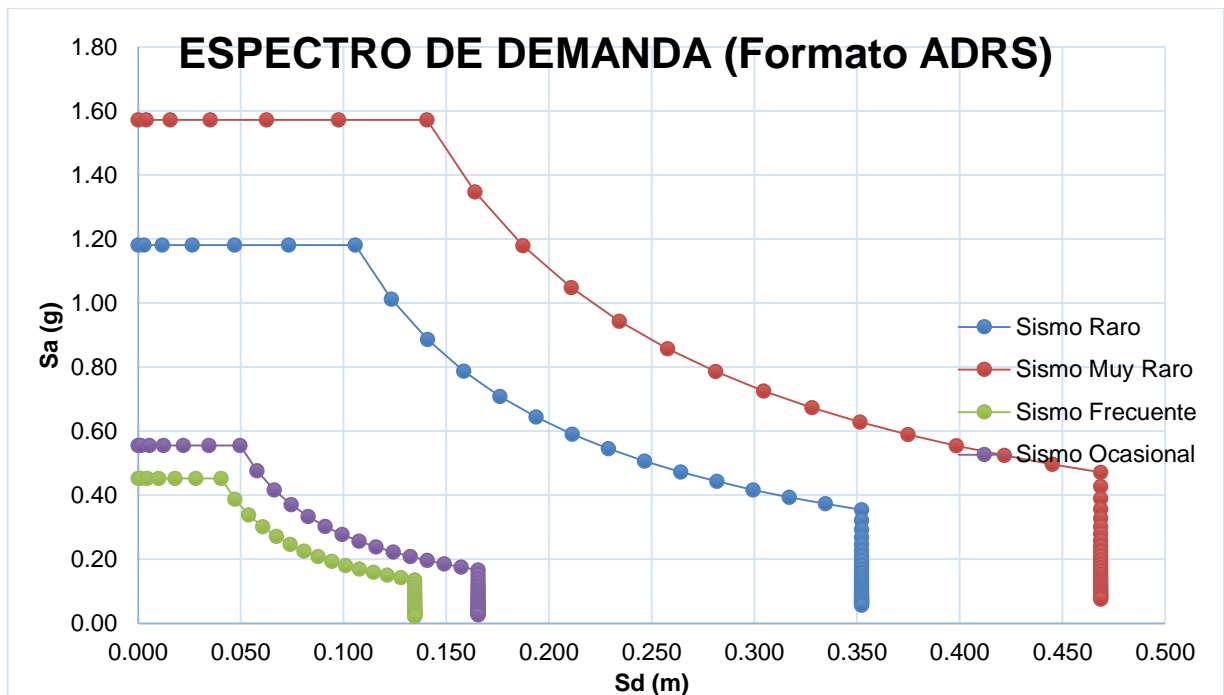


Figura 29 Espectros de Demanda según el Nivel Sísmico (VISION 2000)  
Fuente: Elaboración Propia

### Equivalencias

Para efectos de cálculo realizaremos las verificaciones con los niveles de sismo dados por Vision2000 (SEAOC, 1995), teniendo en consideración que para el Sismo Raro se da como Sismo de diseño y con respecto al sismo muy raro será equivalente con el sismo máximo.

#### 3.5.3.1.2 Modelo no lineal en la dirección X-X

Para simular en el sentido "x" del bloque 1, es necesario definir el tipo de refuerzo utilizado para construir cada elemento estructural del edificio de acuerdo con el plano detallado de vigas y columnas que se muestra en el anexo. En este caso, la configuración estructural en el sentido X-X es un marco de hormigón armado, por lo que solo se consideran las vigas y las columnas al modelar las no linealidades del tipo de fibra. La Figura 9 se ve la representación en Etabs vs19 en el eje X-X.

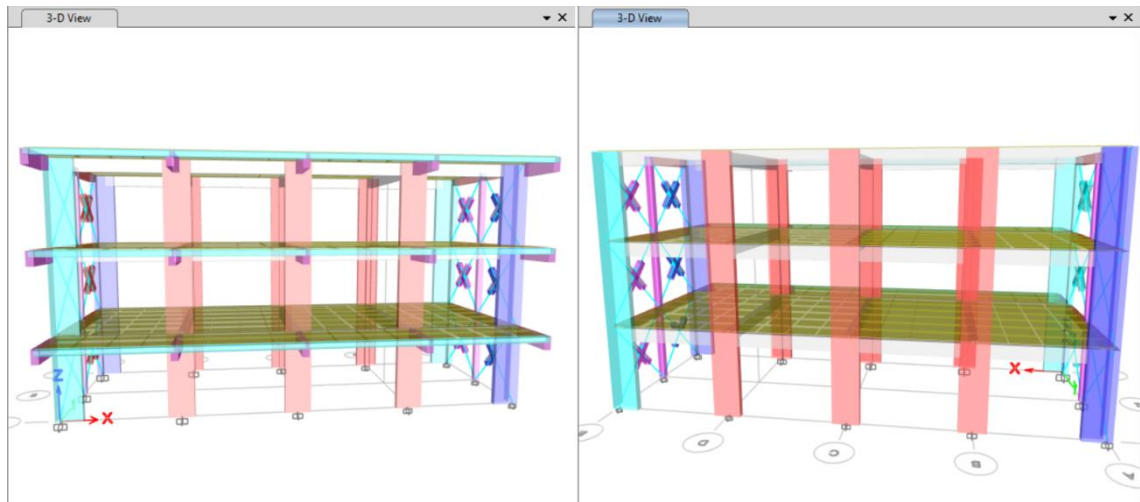


Figura 30 Modelo No Lineal en el Eje X-X  
Fuente: Elaboración Propia

### Comportamiento no lineal del concreto

Para realizar el análisis estático no lineal es necesario realizar la no linealidad de los materiales. Con el dato de resistencia del concreto obtenido mediante el ensayo no destructivo de esclerométrica.

Según la figura 5.19 se puede visualizar la definición de las características de no linealidad del material concreto para columnas donde se optó por el modelo modelo de Mander para la definición de la curva de deformación.

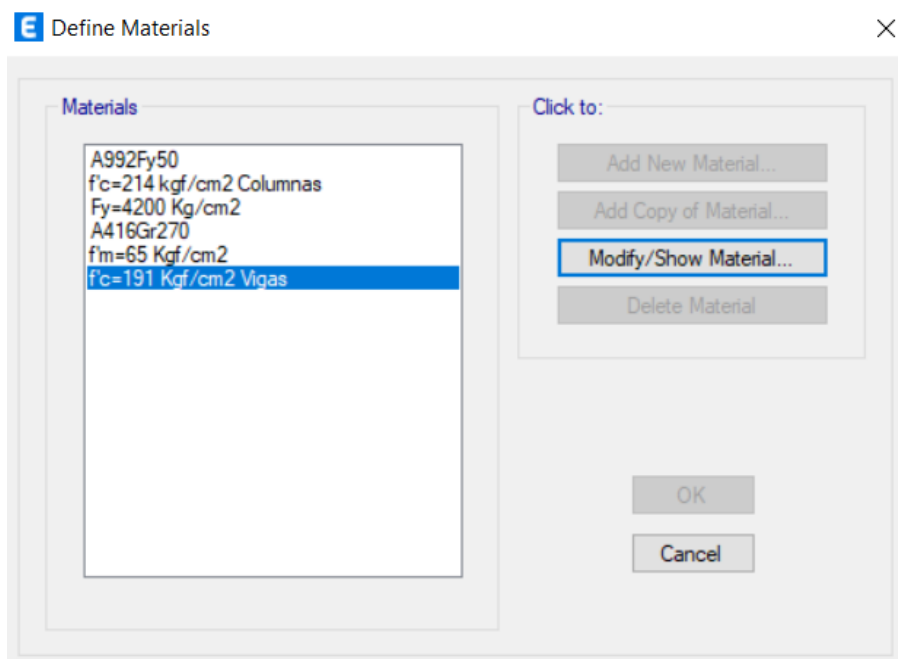


Figura 31 ventana emergente de la definición de materiales  
Fuente: Elaboración Propia

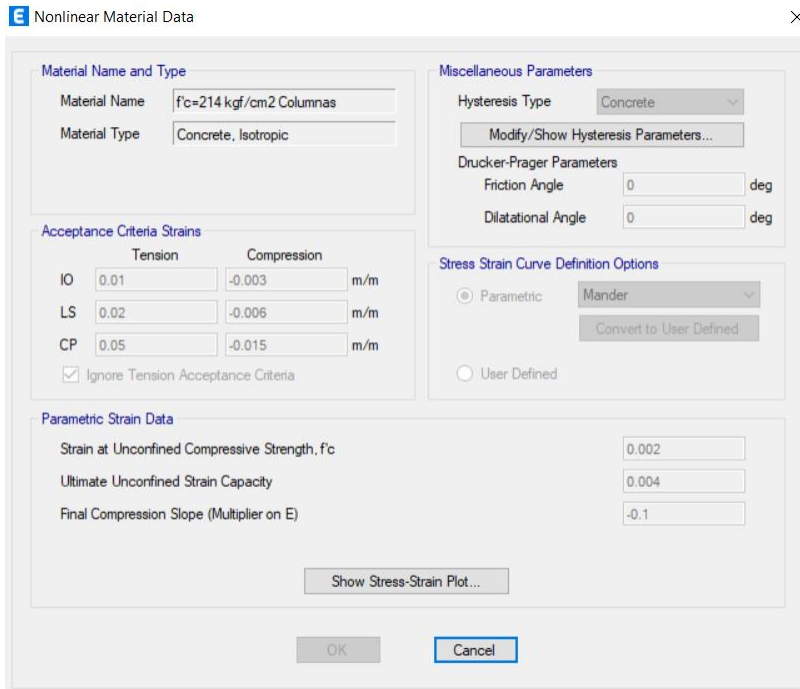


Figura 32 Definición del modelo mander para concreto confinado  $f'c=214\text{kg/cm}^2$   
Fuente: Etabs V.19

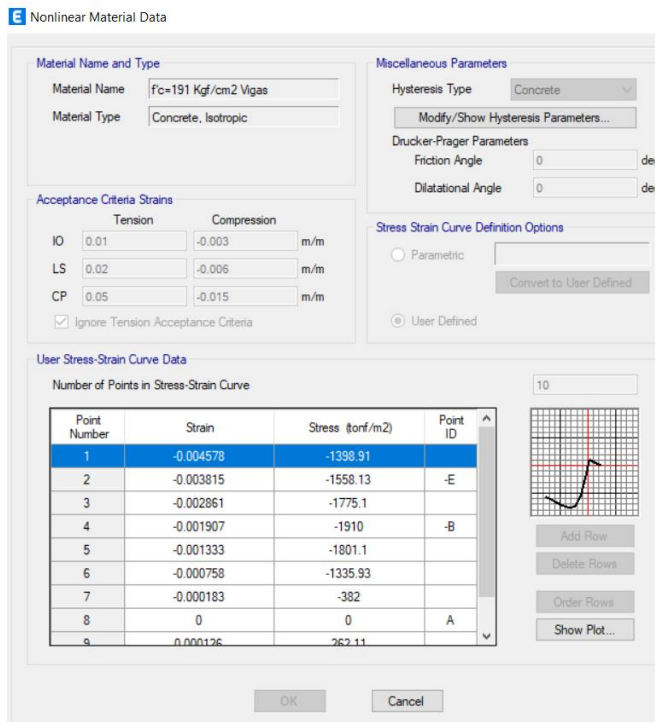


Figura 33 Definición de puntos para la curva de deformación de un concreto sin confinar  $f'c=191\text{kg/cm}^2$ .  
Fuente: Etabs V.19

## Comportamiento no lineal del acero

Para considerar el comportamiento no lineal del acero de refuerzo se consideró los detalles de los planos de estructuras donde se proporciona las características del acero, para realizar la no linealidad del acero se utilizó el modelo histerético de Park y Paulay (1975).

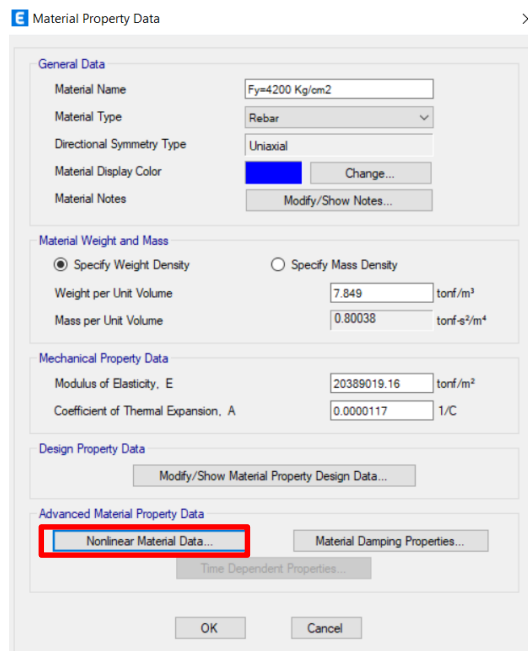


Figura 34 Definición de las propiedades del acero  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$   
Fuente: Etabs V.19

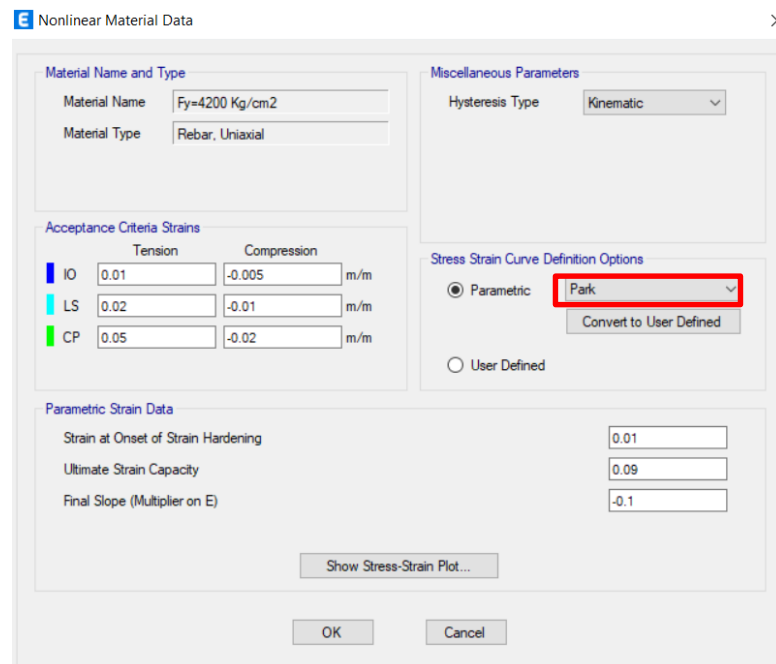


Figura 35 Definición del modelo Park para acero  $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$   
Fuente: Etabs V.19



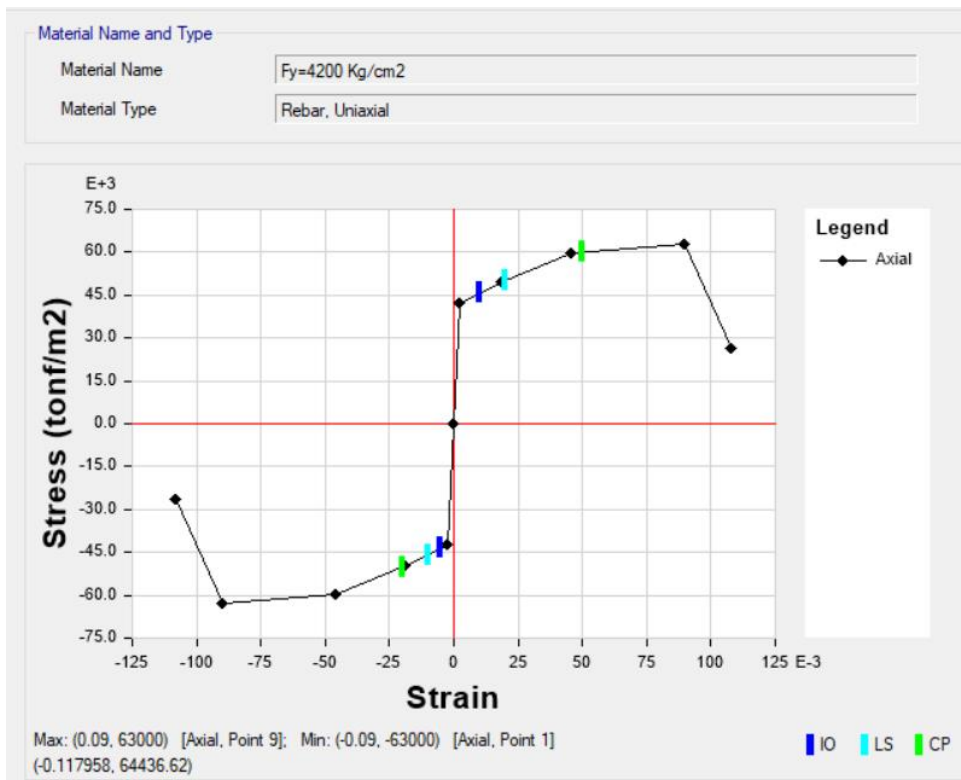


Figura 36 No linealidad del acero estructural  
Fuente: Etabs V.19

### Asignación De Rotulas Plásticas (ACI 318-19)

Para el análisis lineal no estático realizado mediante el programa Etabs se realizó primeramente la asignación de rotulas de manera automática tal y se detalla en la fig. 37.

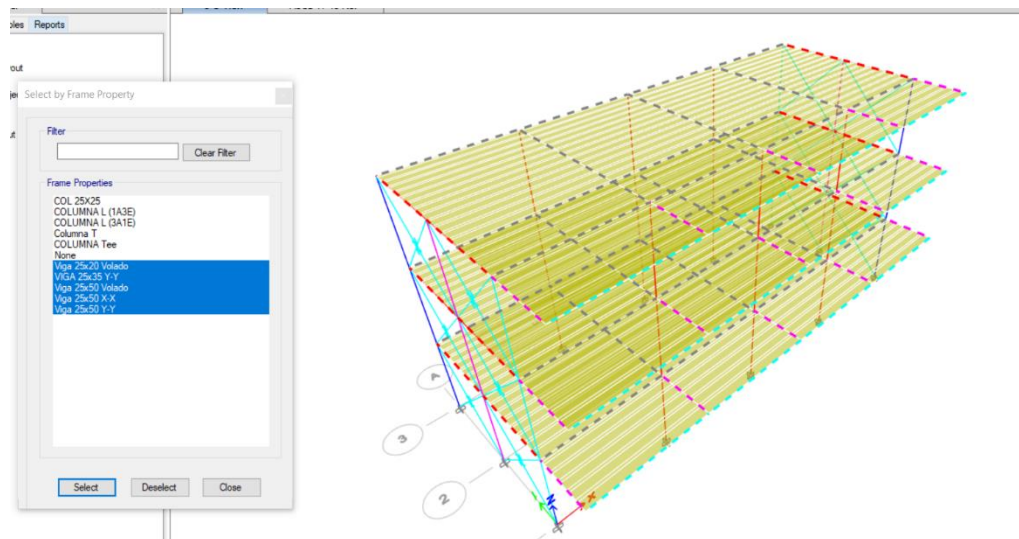


Figura 37 Selección de vigas para asignación de rotulas  
Fuente: Etabs V.19

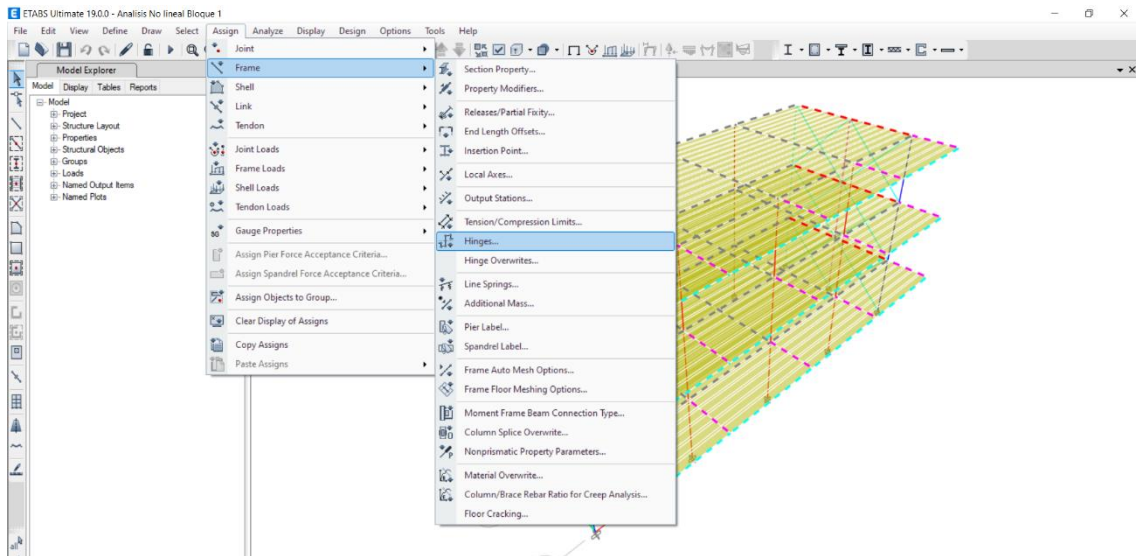


Figura 38 Selección de Hinges para la asignación de rotulas plásticas en vigas  
Fuente: Etabs V.19

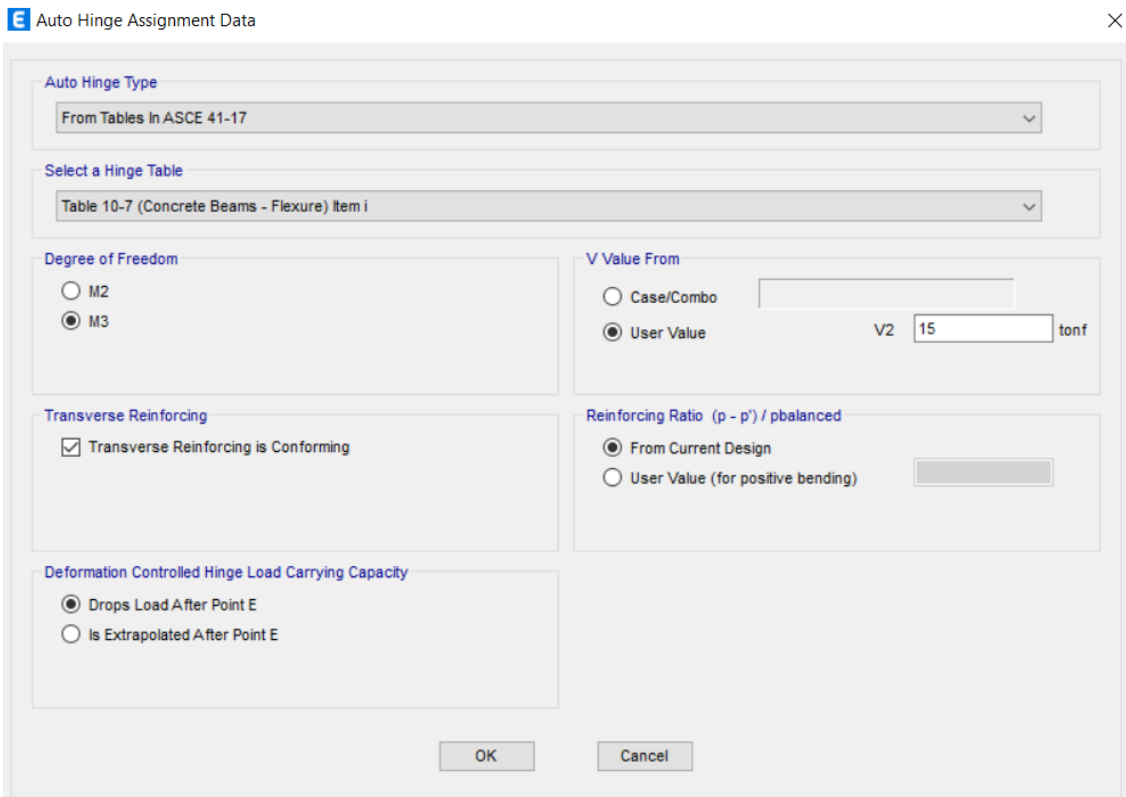


Figura 39 Asignación de rotulas plásticas en vigas conforme ASCE41-17  
Fuente: Etabs V.19

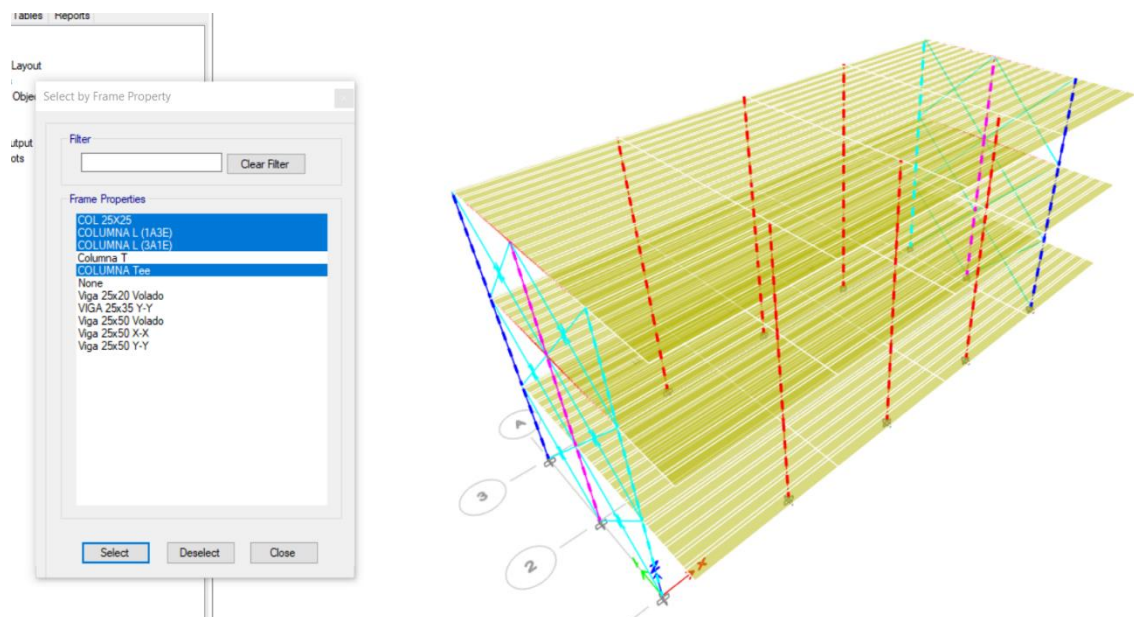


Figura 40 Selección de columnas para asignación de rotulas  
Fuente: Etabs V.19

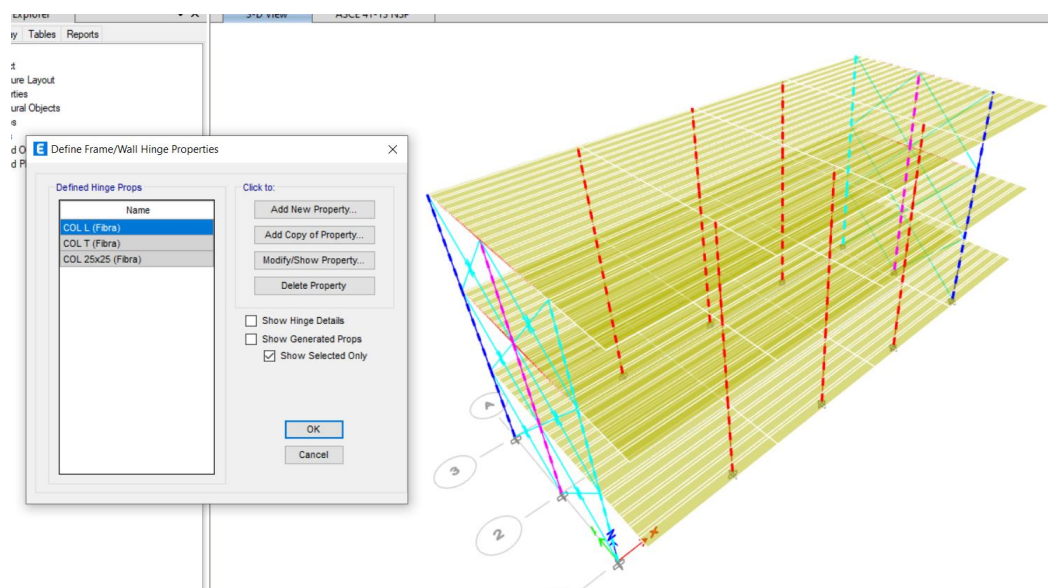


Figura 41 Definición de frame Hinge conforme ASCE41-17  
Fuente: Etabs V.19

Donde se asignan “hinges” para las columnas, y que sean controladas por deformaciones, y sean fibras que trabajen tanto para carga axial, como a un momento flector en 2 y en 3, dado que mis columnas están trabajando en x e y

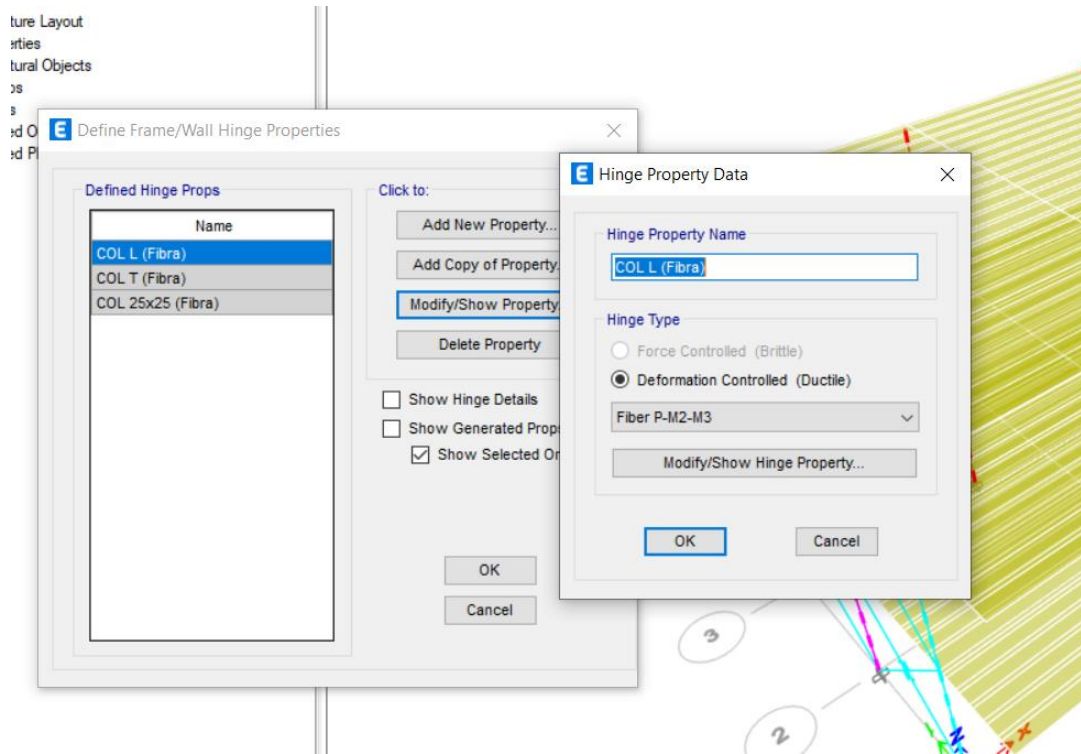


Figura 42 Definición de rotulas plásticas en columnas  
Fuente: Etabs V.19

Luego en hinge length me habla de lo que es la longitud de rotula el cual se le asignara un valor de 0.10. El rango inelástico es el 10% de la columna o de la viga, siendo un porcentaje bastante efectivo

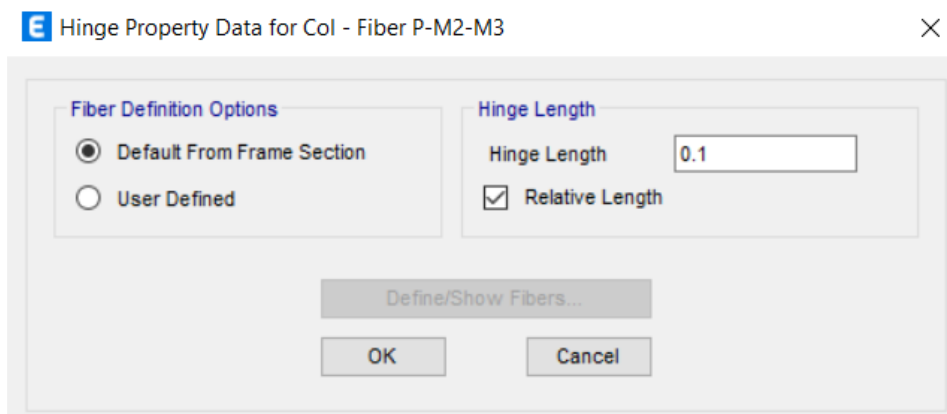


Figura 43 Definición de rango inelástico en columnas  
Fuente: Etabs V.19

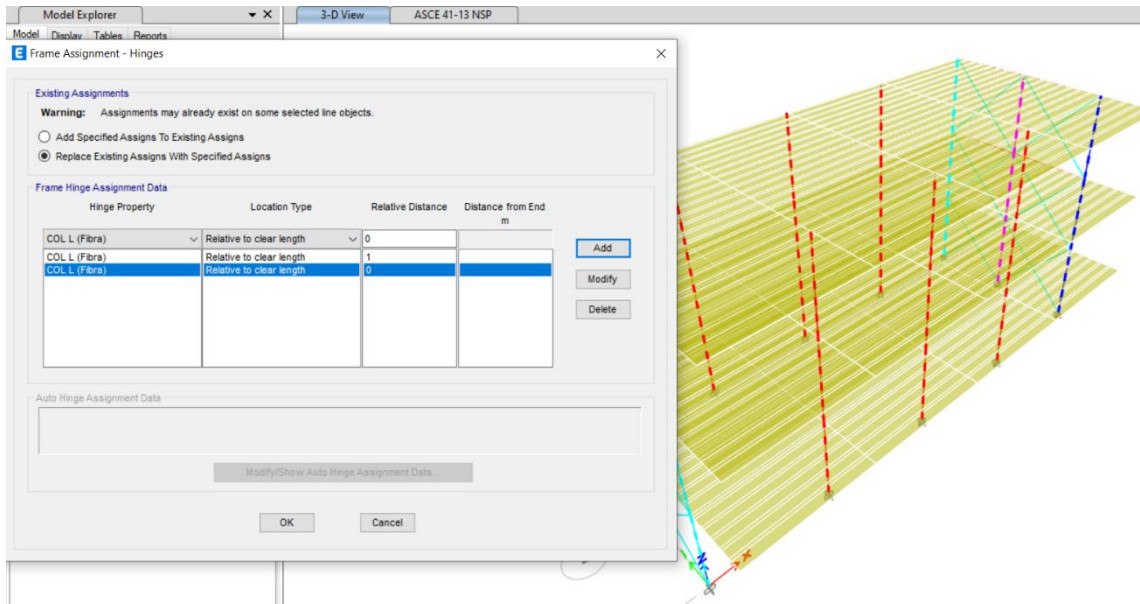


Figura 44 Asignación del rango inelástico en columnas  
Fuente: Etabs V.19

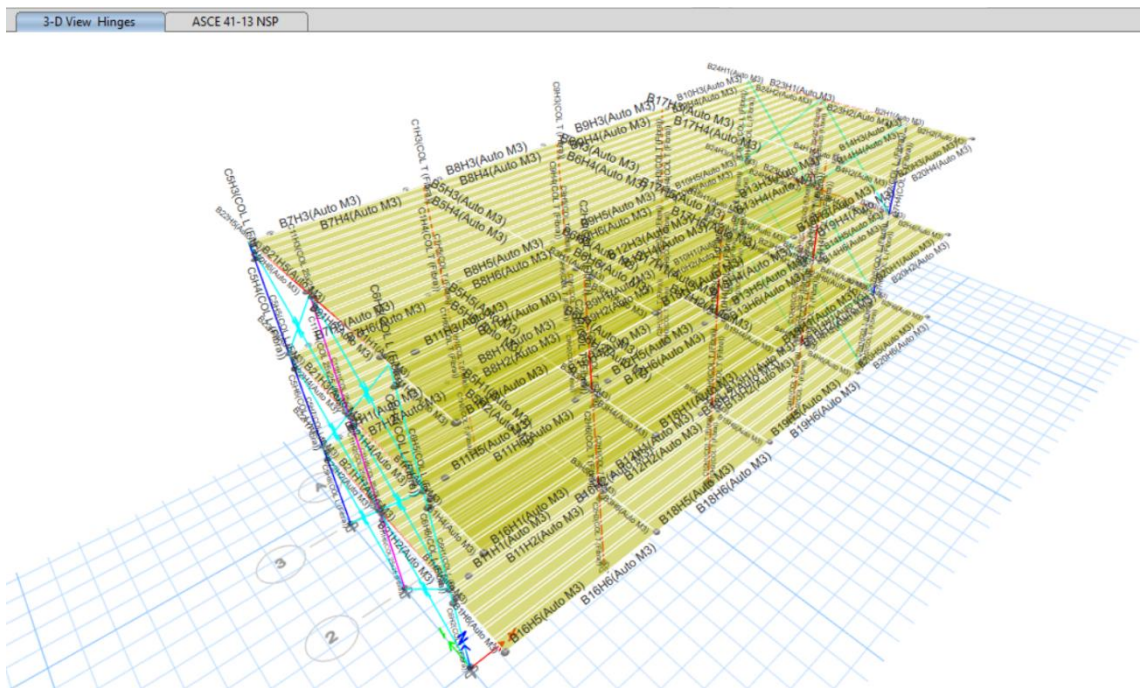


Figura 45 Asignación de rotulas plásticas en columnas conforme ASCE41-17  
Fuente: Etabs V.19

### 3.5.3.1.3 Modelo no lineal en la dirección Y-Y

Conforme con la estructura del bloque 2, la sentido de análisis "y" tiene un muro de mampostería restringido, para hacer un modelo pushover estático no lineal, es necesario utilizar "equipamiento" en el software Etabs19 para ver el comportamiento de este muro. , en este caso, se utilizan partes tipo 'Link' trabajando en huecos para modelar muros de mampostería y elementos tipo 'Frame' para pórticos formados por columnas y vigas; el sistema estructural se ha modelado según el diagrama de fuerzas y derivas que se muestra en La Figura 8, refleja completamente su comportamiento estructural a través de una evaluación estático no lineal. El estudio se basa en una disertación de pregrado de (Coral Alva, 2017) en la cual se realizaron tres ensayos de laboratorio en muros de mampostería confinada y se determinaron estados de daño para diferentes niveles de desempeño, armando una curva de capacidad trilineal que se utiliza como modelo en la conexión. para reflejar el comportamiento del muro de mampostería confinada, como se muestra en la Figura 46.

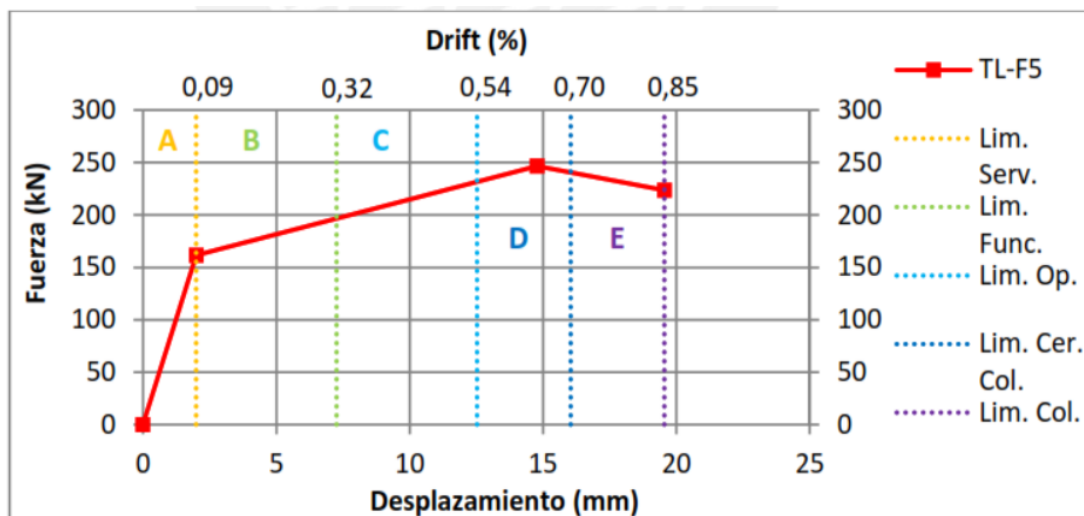


Figura 46 Curva trilineal dividida en los límites de niveles de daño para muros de albañilería  
Fuente: (Ángulos Pari, 2008)

Para comprobar los resultados obtenidos utilizando elementos del tipo "enlace", se realizaron comparaciones con dos ensayos realizados en laboratorio sobre muros de mampostería confinada, (Peña de la Cuba, s.f. y Bernardo Acuña ) y (Ángulos Pari, 2008) Por lo tanto, la curva de capacidad trilineal hallada en el software ETABS19 es similar a la curva de prueba de laboratorio en el trabajo de pregrado descrito anteriormente, calibrada para incluir el escalado de las fuerzas obtenidas en el modelo numérico.

### Calibración del muro de albañilería confinada del ensayo 1.

El modelo inicial hecho con el tipo de elemento "Enlace" se apoyó en un muro de mampostería restringida preparado en el Laboratorio de Estructuras de la PUCP. Los detalles de este análisis fueron tomados de (Bernardo Acuña & Peña de la Cuba, 2009), y la envolvente y su curva de capacidad fueron determinadas mediante ensayos cíclicos y posterior procesamiento. La Figura 32 muestra los detalles del muro de prueba y el tipo de acero utilizado para el muro de prueba. Para poder realizar modelos en el software Etabs, también es necesario conocer las características mecánicas y geométricas de los elementos estructurales, ver Tabla 47 para más detalles.

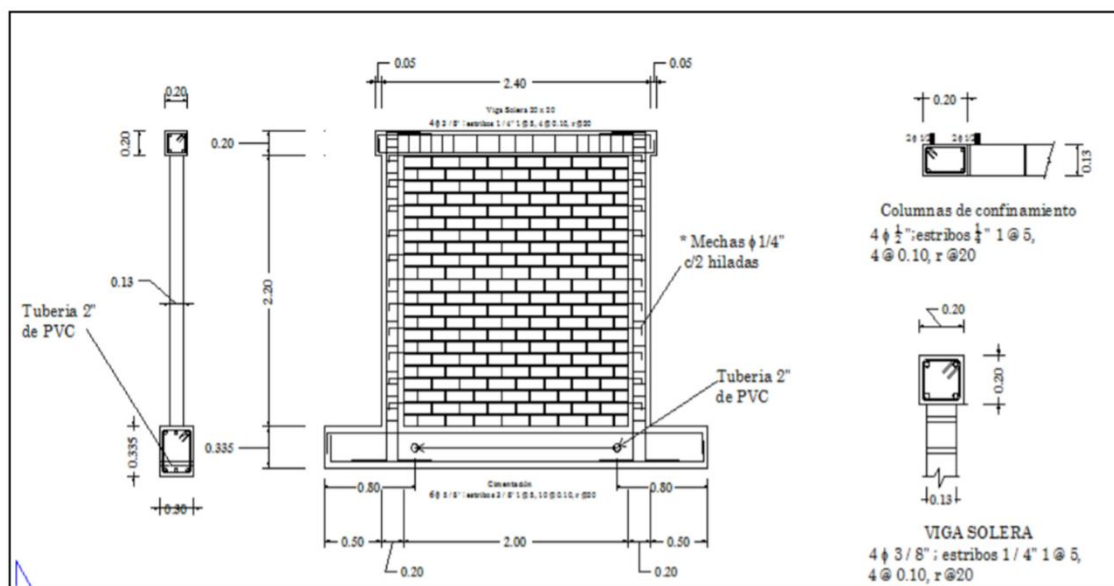


Figura 47 Detalle del Muro M1 de peralte de columnas de 20cm  
Fuente: (Bernardo Acuña & Peña de la Cuba, 2009)

Ensayo 1	F <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	v'm(kg/cm <sup>2</sup> )	L(cm)	H(cm)	t (cm)
Albañilería	102	10.10	240	240	13
Columna	175	20	13	4φ1/2"	2.84
Viga	175	20	20	4φ3/8"	5.16

Tabla 38 Propiedades geométricas y mecánicas de elementos estructurales de muro de albañilería para ensayo 1

Fuente: (Bernardo Acuña & Peña de la Cuba, 2009)

Finalmente, se aplica el modelo a ETABS, y se obtiene la gráfica de la Figura N° 48. Comparando dos curvas de capacidad en la prueba de laboratorio y la representación numérica, se puede ver que el comportamiento trilineal de este último es muy adecuado para la simulación. La curva obtenida del pushover de

carga del muro preparado en la investigación de pregrado se obtuvo porque simula bien el desplazamiento y la fuerza máxima.

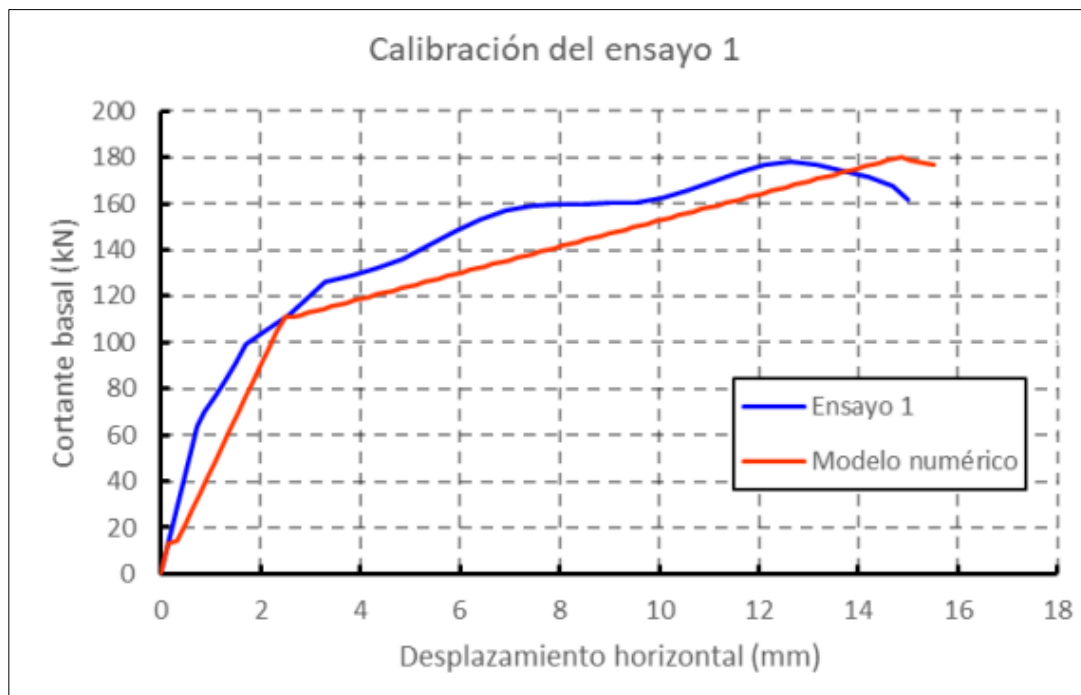


Figura 48 Gráfico comparativo entre ensayo 1 de laboratorio y modelo numérico en Etabs V19  
Fuente: Elaboración Propia

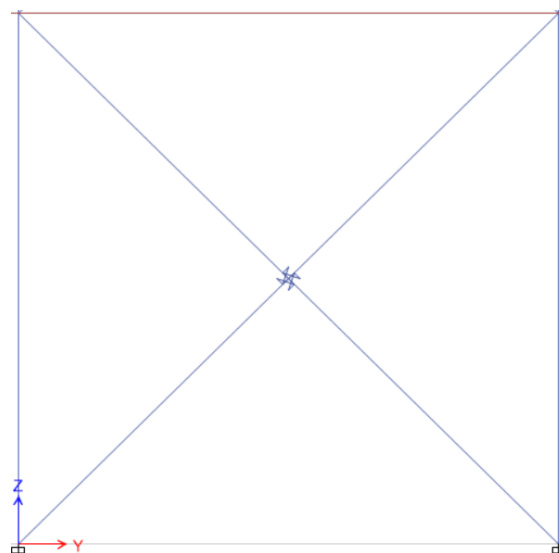


Figura 49 Modelo de Calibración en Etabs  
Fuente: Elaboración Propia

### **Calibración del muro de albañilería confinada del ensayo 2.**

Para verificar el desempeño de las curvas obtenida del pushover encontradas en el modelo numérico del Experimento 1, se eligió hacer otro análisis igual usando componentes tipo “conectados” en otro muro de mampostería



restringida, en este ocasión tomando como igua la investigación de pregrado. (Angles Pari, 2008), con el objetivo de realizar un estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas de dos tipos diferentes de muros de mampostería constreñida de ladrillo ensayados en el Laboratorio de Estructuras de la PUCP. (Pontificia Universidad Católica del Perú), en nuestro estudio solo consideramos los resultados de las curvas de capacidad de los ensayos realizados en muros de mampostería confinada convencional. La Figura 50 se ve el tipo de acero usado y sus medidas, en el caso de las cualidades geométricas y mecánicas, extraídas de la disertación, ver Tabla 39.

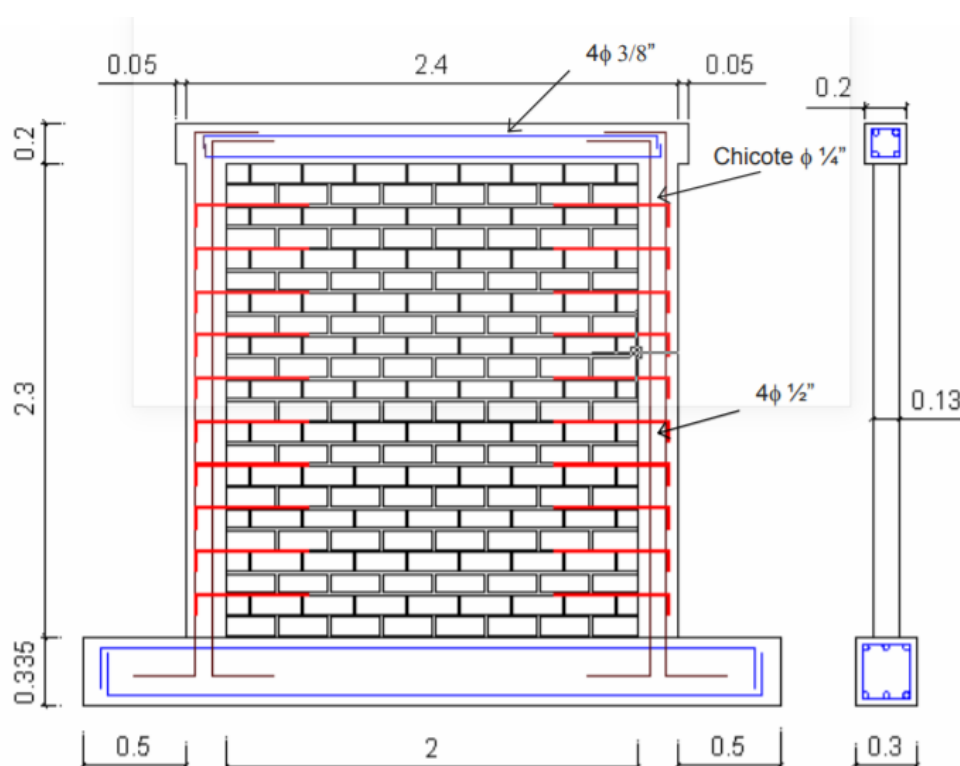


Figura 50 Dimensiones de muro de albañilería para ensayo 2  
Fuente: (Bernardo Acuña & Peña de la Cuba, 2009)

Ensayo 1	F <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	v' <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	L(cm)	H(cm)	t (cm)
Albañilería	141	11.8743421	240	250	13
Ensayo 1	f' <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	b(cm)	h(cm)	Acero	As(cm <sup>2</sup> )
Columna	175	20	20	4φ3/8 "	2.84

Viga	175	20	20	4φ1/2 "	5.16
------	-----	----	----	------------	------

Tabla 39 Propiedades geométricas y mecánicas de elementos estructurales de muro de albañilería para ensayo 2

Fuente: (Bernardo Acuña & Peña de la Cuba, 2009)

Como se puede visualizar en la figura 51, la curva de capacidad trilineal obtenida por el modelo numérico es muy similar al muro de mampostería ensayado en la disertación de grado de (Angles Pari, 2008), un método de "link" para el modelo no lineal, es una forma eficiente de representar un muro de mampostería confinada para alcanzar su curva de capacidad.

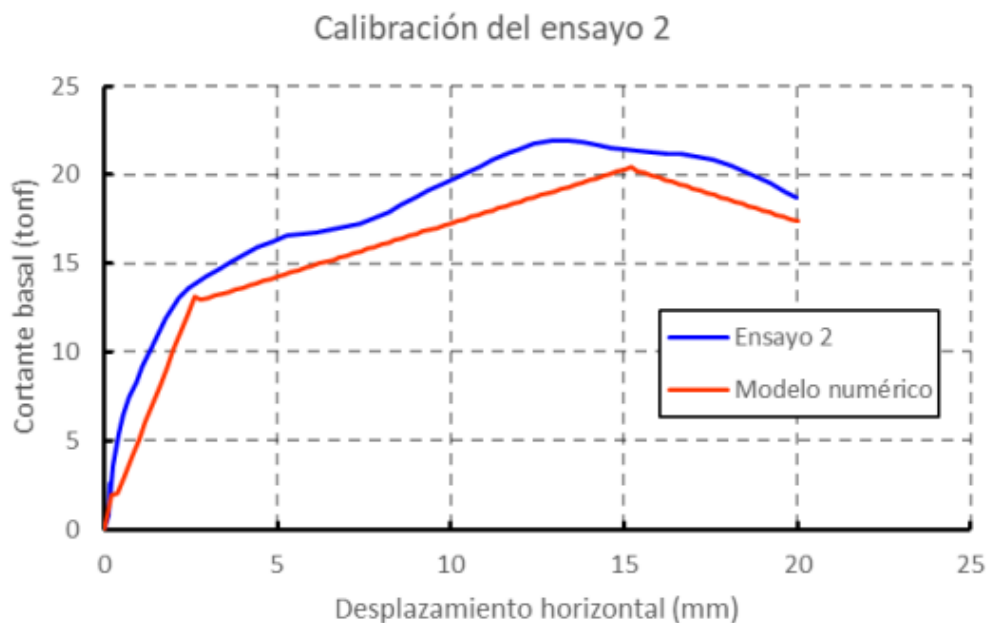


Figura 51 Gráfico comparativo entre ensayo 2 de laboratorio y modelo numérico en Etabs V19  
Fuente: Elaboración Propia

### Modelo de muro de albañilería confinada aplicado a colegio 780 actual.

En base a la calibración realizada sobre el modelo numérico obtenido en el Test 1 y Test 2, se utiliza la misma forma en el análisis no lineal en el sentido "y" del bloque 1 de la escuela actual tipo 780, para lo cual necesitamos sus cualidades mecánicas y geométricas, en la tabla En el N° 40 se muestra un detalle de un muro de mampostería restringida, en este caso el valor es de 65 kg/cm<sup>2</sup> ya que no se han ensayado pilotes ni muretes. Los valores de v'm son 8,10 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, según la Tabla 9 propuesta por E0.70

Con respecto de las cargas de servicio ( $P_g$ ), se halló del análisis lineal las cargas que acoge cada muro de albañilería en promedio obteniendo un valor de 45.75 Tnf, al final se obtuvo el valor de la resistencia a corte del muro de albañilería ( $V_m$ , también propuesto por el estándar E0.70, arrojando un valor de 23,45 tnf, para ver el elemento tipo “link”, se dieron las propiedades de fuerza y deformación, calculadas a partir del diagrama de fuerza y deriva que se muestra en la figura 15, y los resultados finales fueron los valores de la tabla 41.

<b>Muro de albañilería confinada- Colegio</b>			
L(cm)	326.00	H(cm)	320.00
D(cm)	456.81	$\alpha(^{\circ})$	44.47
f'm	65	t(cm)	24
$\alpha$	1	vm	8.06
$V_m$ (tonf)	42.06	$P_g$ (tonf)	23.45

Tabla 40 Propiedades geométricas y mecánicas de muro de albañilería confinada  
Fuente: Elaboración Propia

<b>Link</b>	<b>Zona elástica</b>	<b>Zona máxima</b>	<b>Zona residual</b>
Axial (tonf)	23.19	28.99	17.40
Deformación(cm)	0.206	1.370	1.941

Tabla 41 Propiedades Fuerza – Deformación para elemento tipo “Link”  
Fuente: Elaboración Propia

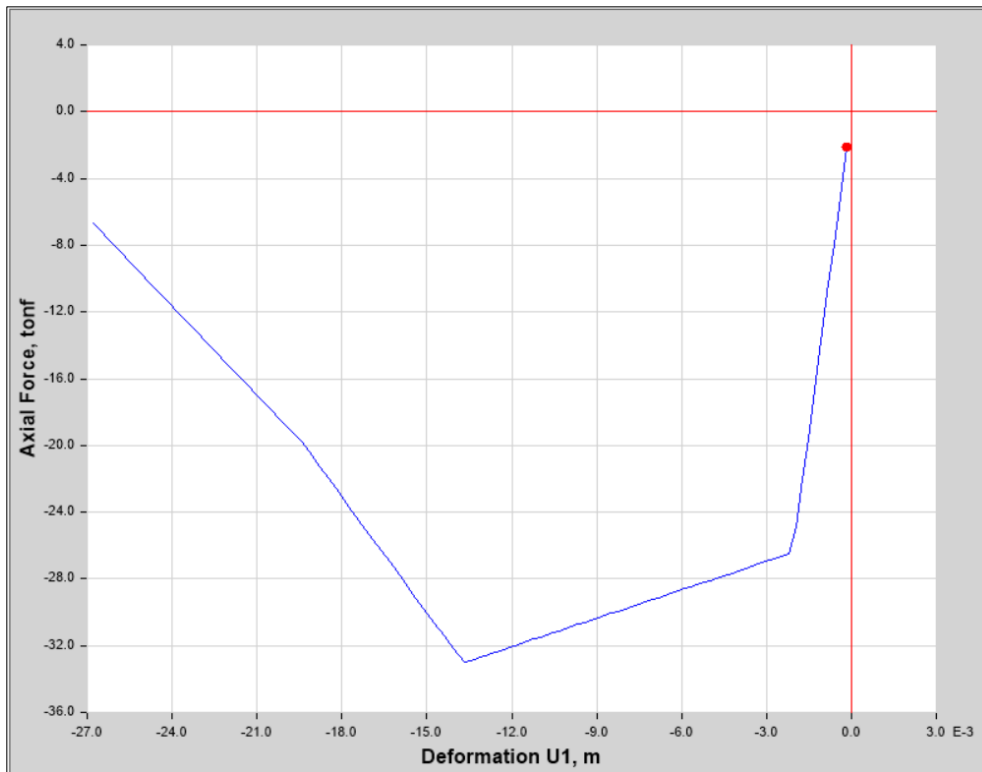


Figura 52 Fuerza - deformación del link que representa al muro de albañilería confinada  
 Piso 1 (Eje A entre 2y3)  
 Fuente: Etabs V19 2000.

### Leyes constitutivas

Las propiedades estructurales de la mampostería están directamente relacionadas con las propiedades mecánicas de sus materiales constituyentes. Uno de los principales parámetros que controlan el comportamiento de este sistema es la resistencia a la compresión del elemento. Sin embargo, para el modelado numérico de la mampostería se utilizó un modelo lineal elástico simplificado recomendado por el código de diseño, el cual no establece adecuadamente el verdadero comportamiento de este material, generando un alto grado de incertidumbre en su desplazamiento. Los métodos de diseño modernos se basan en el control del desplazamiento, que es una de las principales variables que afectan su desempeño estructural. Para ello, es necesario comprender las leyes constitutivas de los principales elementos que componen la mampostería.

Las leyes constitutivas que se está mostrando corresponde a las curvas constitutivas del concreto y del acero.

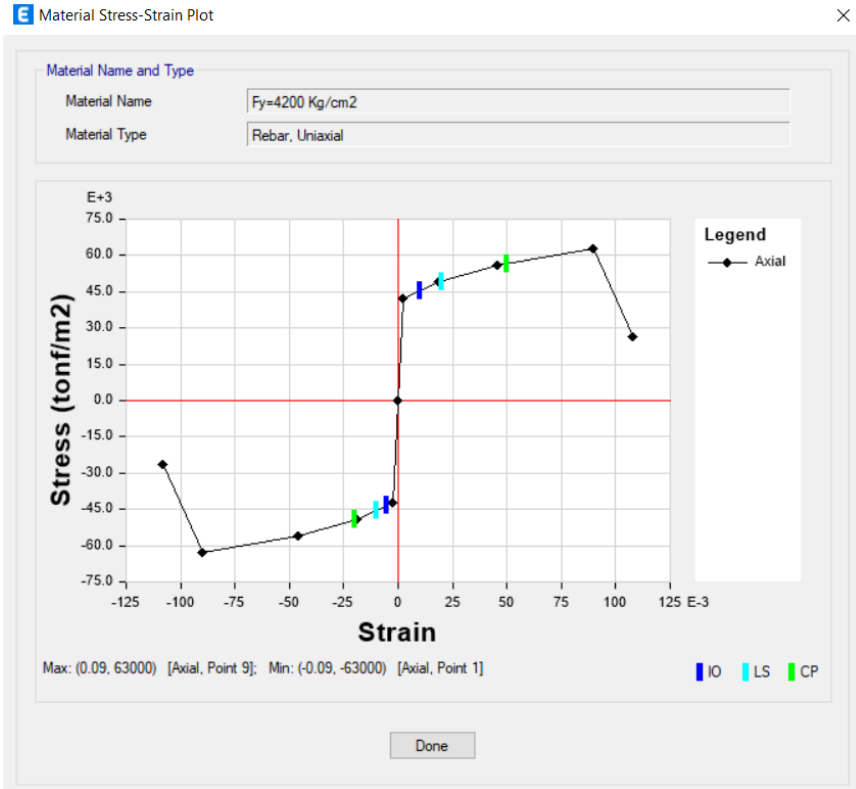


Figura 53 Curva constitutiva del acero de refuerzo  
 Fuente: Etabs V19 2000.

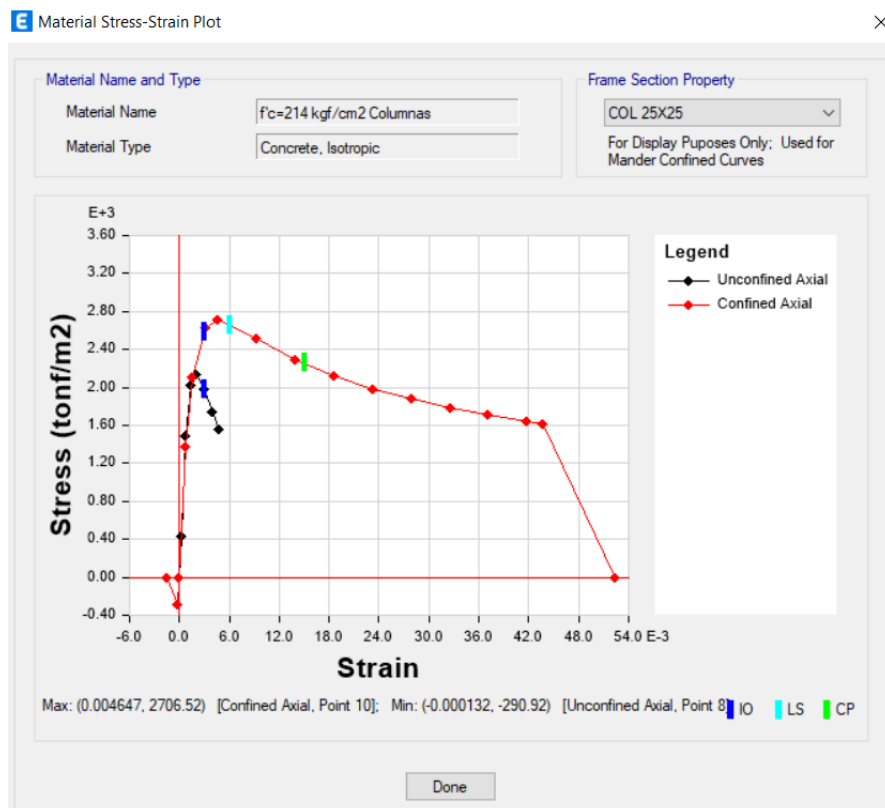


Figura 54 Curva constitutiva del concreto confinado en columnas  
 Fuente: Etabs V19 2000.

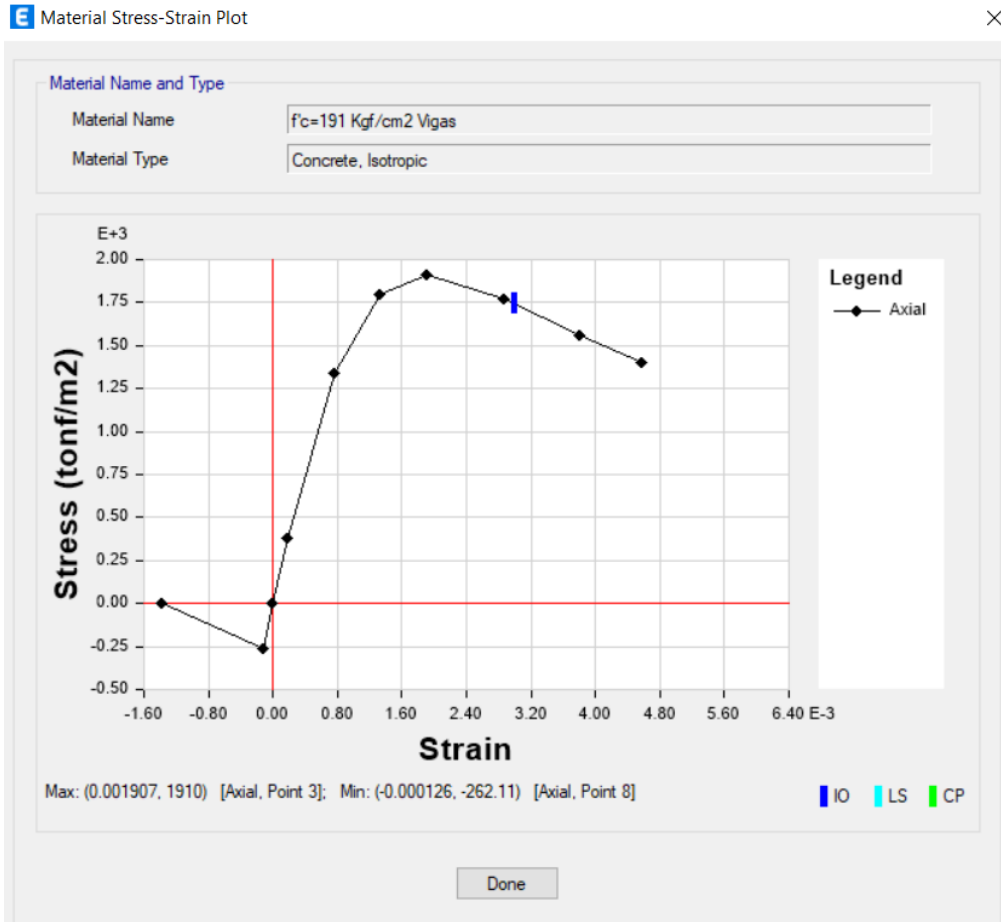


Figura 55 Curva constitutiva del concreto no confinado en vigas  
Fuente: Etabs V19 2000.

### Punto de control

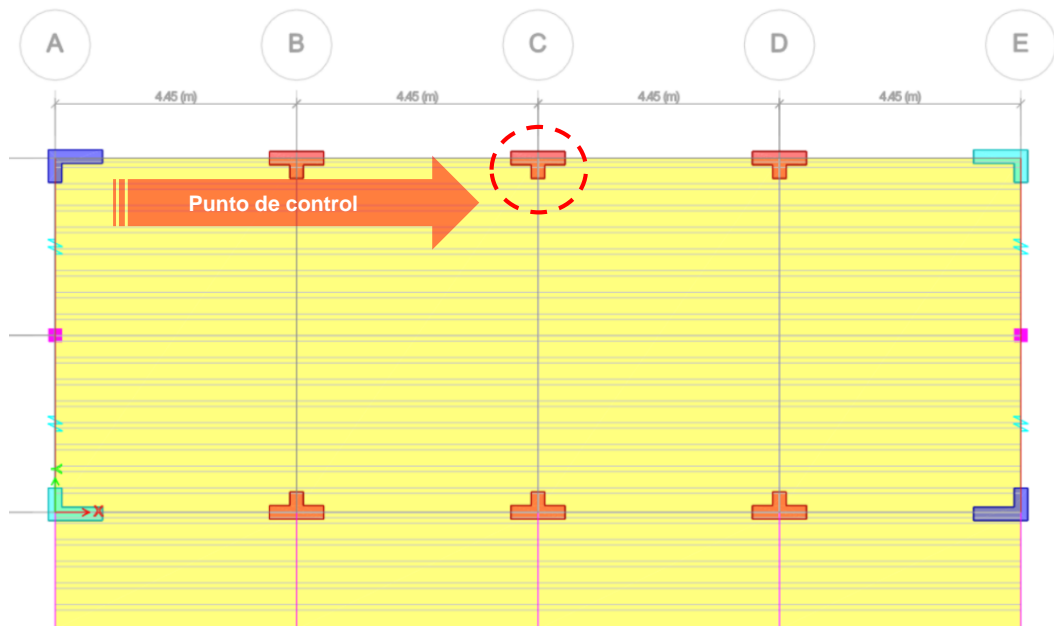


Figura 56 Punto de control para monitoreo de desplazamiento  
Fuente: Etabs V19 2000.

## Creación de carga de gravedad

Seguidamente se crea el caso de carga para el AENL, es decir el caso de carga denominado “Gravedad”, el cual será del tipo no lineal (Nonlinear Static), el cual será creado desde una posición sin deformada.

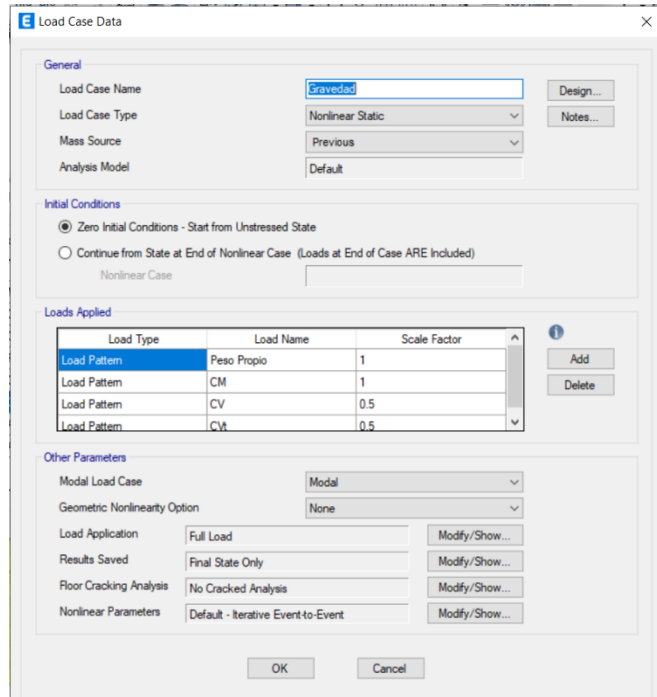


Figura 57 Caso de carga Gravitacional  
Fuente: Etabs V19 2000.

Posteriormente se ha creado el caso de carga monotónica denominada PUSH “x” y PUSH “y”

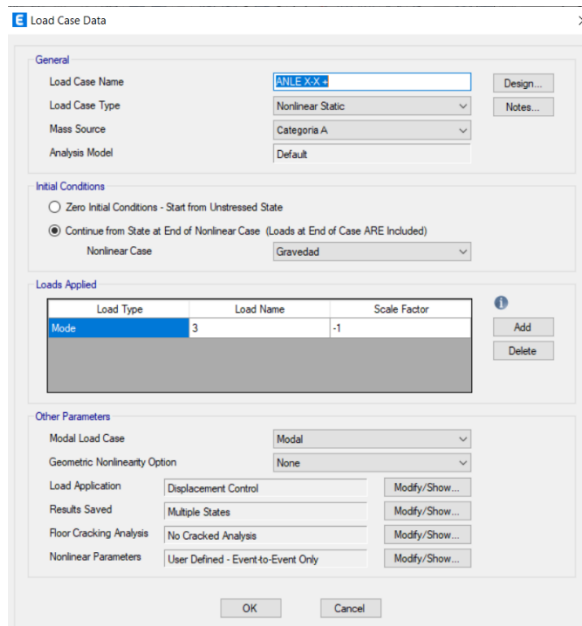


Figura 58 Caso de carga Monotónica ANLE “x”  
Fuente: Etabs V19 2000.

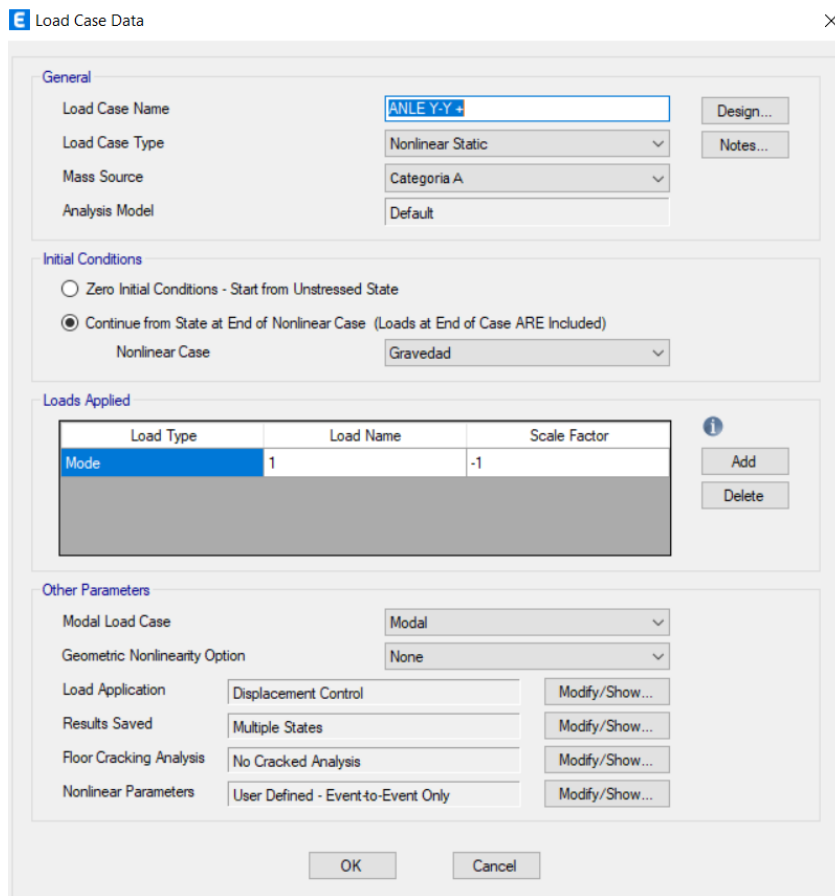


Figura 59 Caso de carga Monotónica ANLE “y”  
Fuente: Etabs V19 2000.

Con los datos obtenidos, mediante el análisis estático no lineal “ANLE” se observa que la estructura tiene un comportamiento en el step 44 del pushover que en este paso se presenta 1 rotula plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida y ninguna rotula plástica se encuentra próximo al colapso. En el step 57 del pushover presenta 20 rotulas plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida, así mismo se presentan 4 rotulas que se encuentra próximo al colapso, además en el step 121 se presentan también 47 rotulas plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida, y 3 rotulas que se encuentra próximo al colapso.



Base Shear vs Monitored Displacement

Step	Monitored Displ. m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
36	0.042	302.3819	158	58	0	0	0	216	0	0	0	216
37	0.043167	306.4013	157	59	0	0	0	216	0	0	0	216
38	0.044333	310.364	152	64	0	0	0	216	0	0	0	216
39	0.0455	314.1239	152	64	0	0	0	216	0	0	0	216
40	0.046667	317.7616	152	64	0	0	0	216	0	0	0	216
41	0.047833	321.2639	152	64	0	0	0	216	0	0	0	216
42	0.049	324.6086	151	65	0	0	0	216	0	0	0	216
43	0.050167	327.9761	151	65	0	0	0	216	0	0	0	216
44	0.051333	331.1954	149	67	0	0	0	215	1	0	0	216
45	0.0525	334.4352	148	68	0	0	0	215	1	0	0	216
46	0.053667	337.3287	148	68	0	0	0	215	1	0	0	216
47	0.054833	339.4907	145	71	0	0	0	215	1	0	0	216
48	0.056	341.6668	144	72	0	0	0	207	9	0	0	216
49	0.057167	343.6308	144	72	0	0	0	203	13	0	0	216
50	0.058333	345.2645	143	73	0	0	0	202	14	0	0	216
51	0.0595	346.051	143	73	0	0	0	202	14	0	0	216
52	0.060667	346.0031	143	68	0	0	5	201	15	0	0	216
53	0.061833	346.2101	143	67	0	0	6	201	15	0	0	216
54	0.063	346.7407	143	67	0	0	6	199	17	0	0	216
55	0.064167	347.3777	142	68	0	0	6	197	19	0	0	216
56	0.065333	347.9155	141	69	0	0	6	195	21	0	0	216
57	0.0665	348.4047	141	69	0	0	6	192	20	4	0	216
58	0.067667	348.9018	141	69	0	0	6	190	20	6	0	216

Figura 60. Reporte pushover, eje "x", Step 44  
Fuente: Elaboración propia.

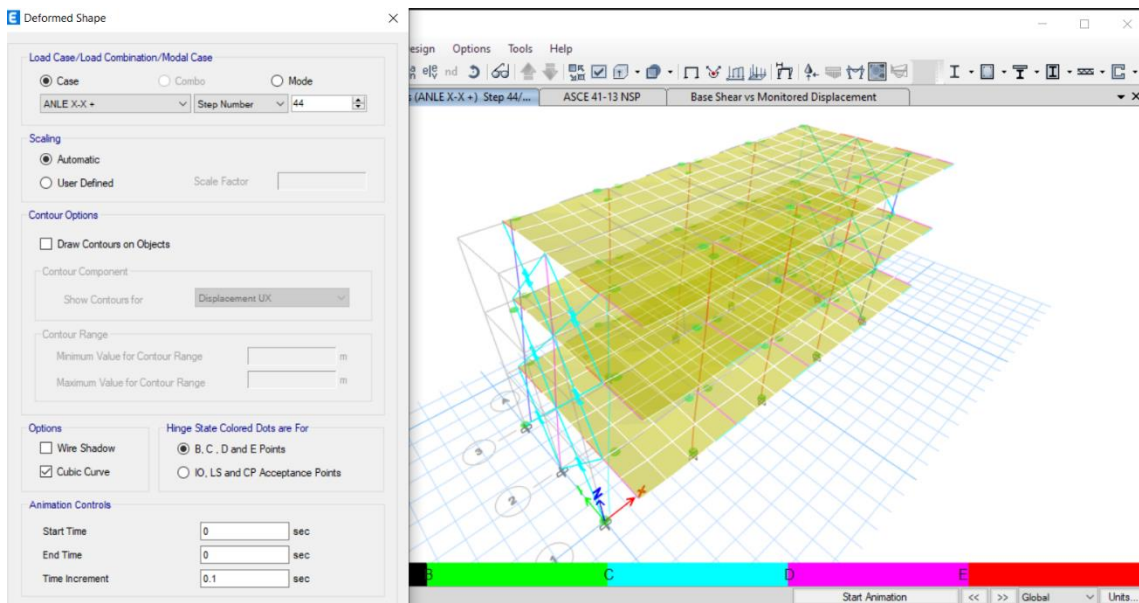


Figura 61. Reporte grafico de rotulas, eje "x", Step 44  
Fuente: Elaboración propia.

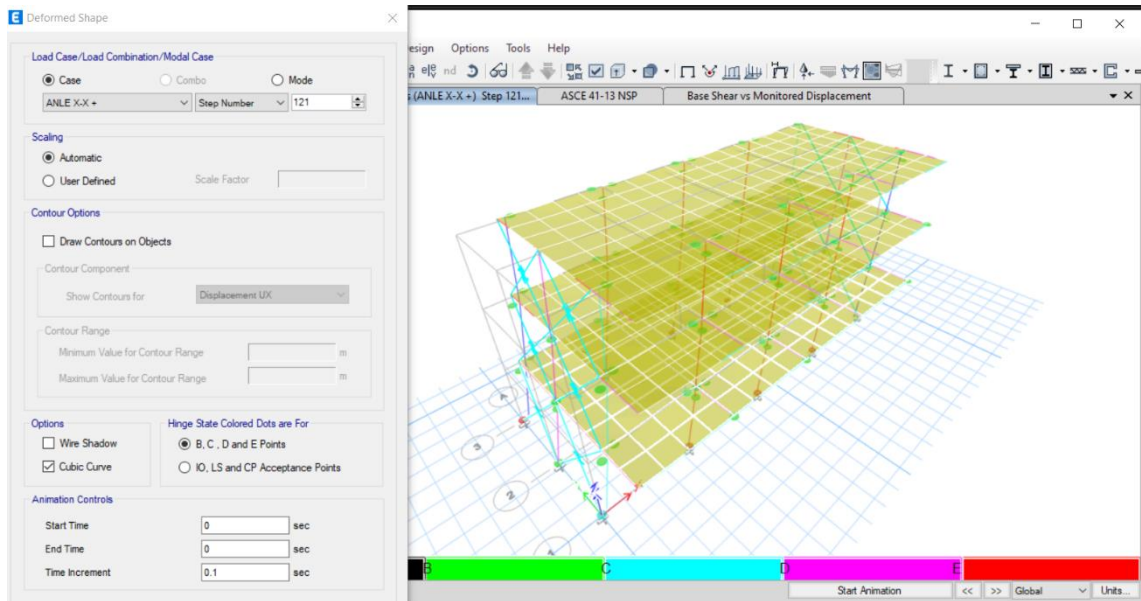


Figura 62. Reporte grafico de rotulas, eje "x", Step 121  
Fuente: Elaboración propia.

Así mismo con los datos obtenidos, mediante el análisis estático no lineal "ANLE" en la dirección de análisis Y, se observa que la estructura tiene un comportamiento en el step 22 del pushover presenta 1 rotula plásticas donde alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida y ninguna rotula plástica se encuentra próximo al colapso. En el step 37 del pushover presenta 20 rotulas plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida, además en el step 121 se presentan también 14 rotulas plásticas que alcanzan la deformación de cedencia, pero se mantienen en el rango de seguridad de vida, y 1 rotula plástica donde se encuentra próximo al colapso.

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
17	0.039667	207.7365	191	25	0	0	0	216	0	0	0	216
18	0.042	211.5301	187	29	0	0	0	216	0	0	0	216
19	0.044333	215.0211	183	33	0	0	0	216	0	0	0	216
20	0.046667	218.3877	183	33	0	0	0	216	0	0	0	216
21	0.049	221.8784	183	33	0	0	0	216	0	0	0	216
22	0.051333	224.1312	176	40	0	0	0	215	1	0	0	216
23	0.053667	225.3955	172	44	0	0	0	215	1	0	0	216
24	0.055998	225.3578	172	44	0	0	0	215	1	0	0	216
25	0.058333	223.6269	172	44	0	0	0	215	1	0	0	216
26	0.060667	221.7254	172	44	0	0	0	213	3	0	0	216
27	0.063	219.4288	171	45	0	0	0	213	3	0	0	216
28	0.065333	217.2816	170	46	0	0	0	213	3	0	0	216
29	0.067667	214.3335	168	48	0	0	0	211	5	0	0	216
30	0.07	211.2344	167	49	0	0	0	210	6	0	0	216
31	0.072333	208.2957	166	50	0	0	0	208	8	0	0	216
32	0.074667	205.9208	166	50	0	0	0	207	9	0	0	216
33	0.077	203.4509	166	47	0	0	3	205	11	0	0	216
34	0.079333	200.8318	166	47	0	0	3	203	13	0	0	216
35	0.081667	197.9146	165	47	0	0	4	202	14	0	0	216
36	0.084	194.5218	165	47	0	0	4	202	14	0	0	216
37	0.086333	191.5044	165	47	0	0	4	201	14	1	0	216
38	0.088667	188.2111	164	48	0	0	4	199	16	1	0	216
39	0.091	185.093	162	50	0	0	4	197	17	2	0	216

Figura 63. Reporte pushover, eje "y", Step 22  
Fuente: Elaboración propia.

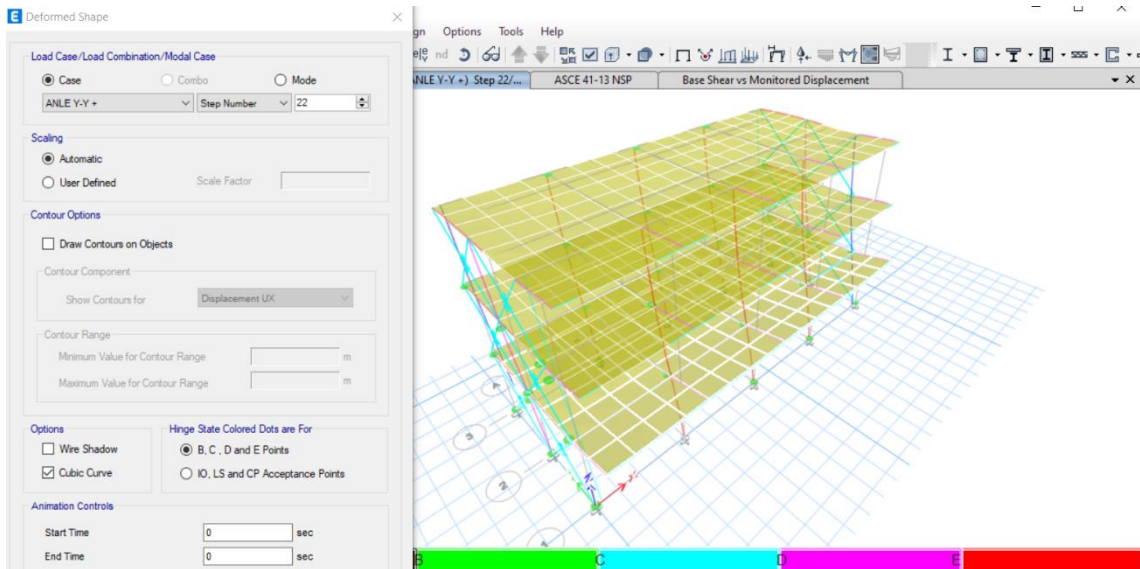


Figura 64. Reporte grafico de rotulas, eje "x", Step 22  
Fuente: Elaboración propia.

**E** Base Shear vs Monitored Displacement

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
20	0.046667	218.3877	183	33	0	0	0	216	0	0	0	216
21	0.049	221.8784	183	33	0	0	0	216	0	0	0	216
22	0.051333	224.1312	176	40	0	0	0	215	1	0	0	216
23	0.053667	225.3955	172	44	0	0	0	215	1	0	0	216
24	0.055998	225.3578	172	44	0	0	0	215	1	0	0	216
25	0.058333	223.6269	172	44	0	0	0	215	1	0	0	216
26	0.060667	221.7254	172	44	0	0	0	213	3	0	0	216
27	0.063	219.4288	171	45	0	0	0	213	3	0	0	216
28	0.065333	217.2816	170	46	0	0	0	213	3	0	0	216
29	0.067667	214.3335	168	48	0	0	0	211	5	0	0	216
30	0.07	211.2344	167	49	0	0	0	210	6	0	0	216
31	0.072333	208.2957	166	50	0	0	0	208	8	0	0	216
32	0.074667	205.9208	166	50	0	0	0	207	9	0	0	216
33	0.077	203.4509	166	47	0	0	3	205	11	0	0	216
34	0.079333	200.8318	166	47	0	0	3	203	13	0	0	216
35	0.081667	197.9146	165	47	0	0	4	202	14	0	0	216
36	0.084	194.5218	165	47	0	0	4	202	14	0	0	216
37	0.086333	191.5044	165	47	0	0	4	201	14	1	0	216
38	0.088667	188.2111	164	48	0	0	4	199	16	1	0	216
39	0.091	185.093	162	50	0	0	4	197	17	2	0	216
40	0.093333	182.7081	161	51	0	0	4	195	18	3	0	216
41	0.095667	180.3615	159	53	0	0	4	194	19	3	0	216
42	0.098	177.8162	159	52	0	0	5	194	18	4	0	216

Figura 65. Reporte pushover, eje "y", Step 37  
Fuente: Propio del investigador.

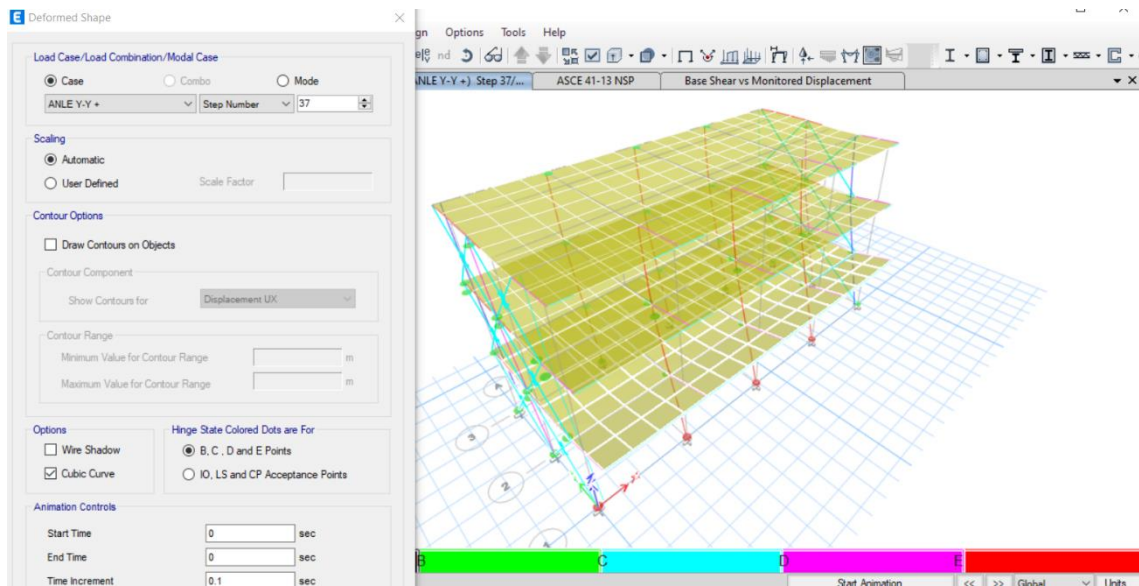


Figura 66. Reporte grafico de rotulas, eje "x", Step 37  
Fuente: Propio del investigador.

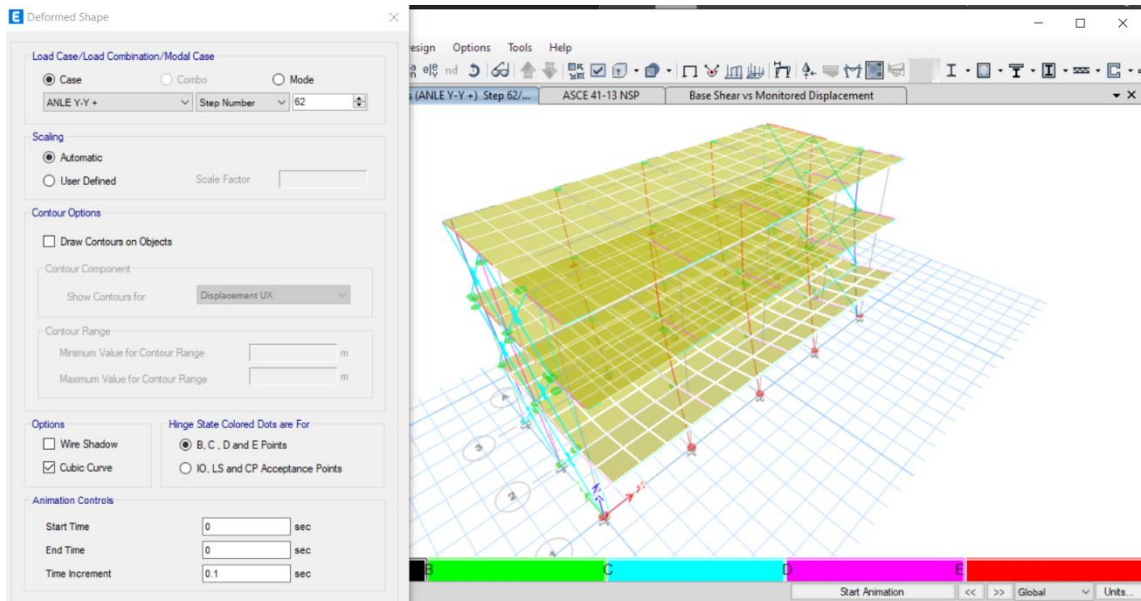


Figura 67. Reporte grafico de rotulas, eje "x", Step 62  
Fuente: Elaboración propia.

### Curva de Capacidad dirección “x”

El resultado del análisis Pushover se representa mediante la Curva de Capacidad, que representa la respuesta de un sistema equivalente de 1GDL del edificio, dicha curva es necesaria para la aplicación de los métodos para determinar el punto de desempeño para un determinado nivel de sismo.

A continuación, se muestra la curva de capacidad para la dirección de análisis “x” obtenidas por el programa ETABS.

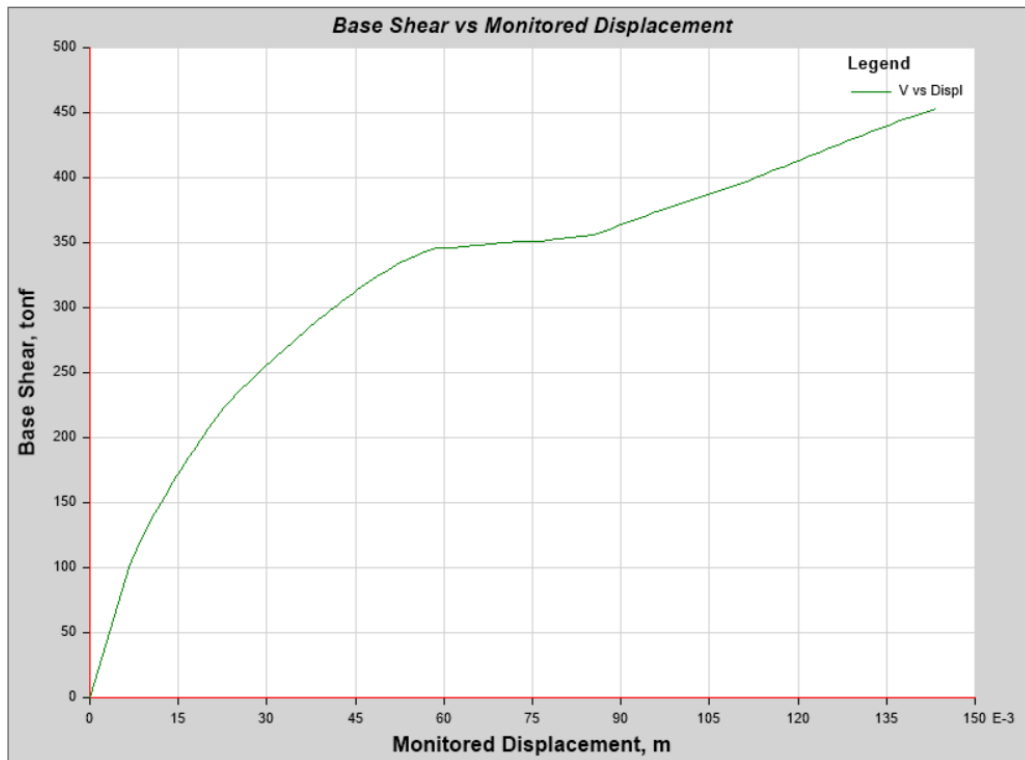


Figura 68 Curva de Capacidad en la dirección X-X – Sistema de pórticos  
Fuente: Elaboración Propia

### Curva de Capacidad dirección “y”

A continuación, se muestra la curva de capacidad para la dirección de análisis “y”, cuyo sistema estructural está definido por muros de albañilería confinada, obtenidas por el programa ETABS.



Figura 69 Curva de Capacidad en la dirección Y-Y – Albañilería confinada  
Fuente: Elaboración Propia

**Estimación de las derivas (desplazamiento ultimo) de piso en edificaciones esenciales, analizados mediante método del coeficiente desplazamiento ASCE/SEI-41-13)**

**Curva de representación bilineal dirección “x”**

Se obtiene la curva bilineal con el método propuesto por FEMA 356. Seguidamente se realizó una representación bilineal de la curva de capacidad donde se obtiene el punto de fluencia con una cortante basal de  $V=261.75$  Tnf y un desplazamiento de 0.0213 m. en el último nivel. Este punto representa el ingreso a la zona plástica de la estructura. La estructura llega su capacidad última cuando se ha alcanzado un desplazamiento máximo de 0.141 m y una cortante basal máxima de 448.05 Tnf.

Con ambos desplazamientos se calcula la ductilidad de la estructura en la dirección X:

$$\mu = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_x}$$

$$\mu = 6.57$$

## Dirección x

Desplazamiento ultimo: (Du,Vu) = (0.141m, 448.05 tonf)

Punto de fluencia efectiva (Dx,Vx) = (0.0213m, 261.75 tonf)

Rigidez lateral efectiva:

Además, se podrá calcular el valor de rigidez efectiva ke, como la inclinación principal de la curva en la dirección “x”

$$K_e = \frac{261.75}{0.0213} = 12,288.73$$

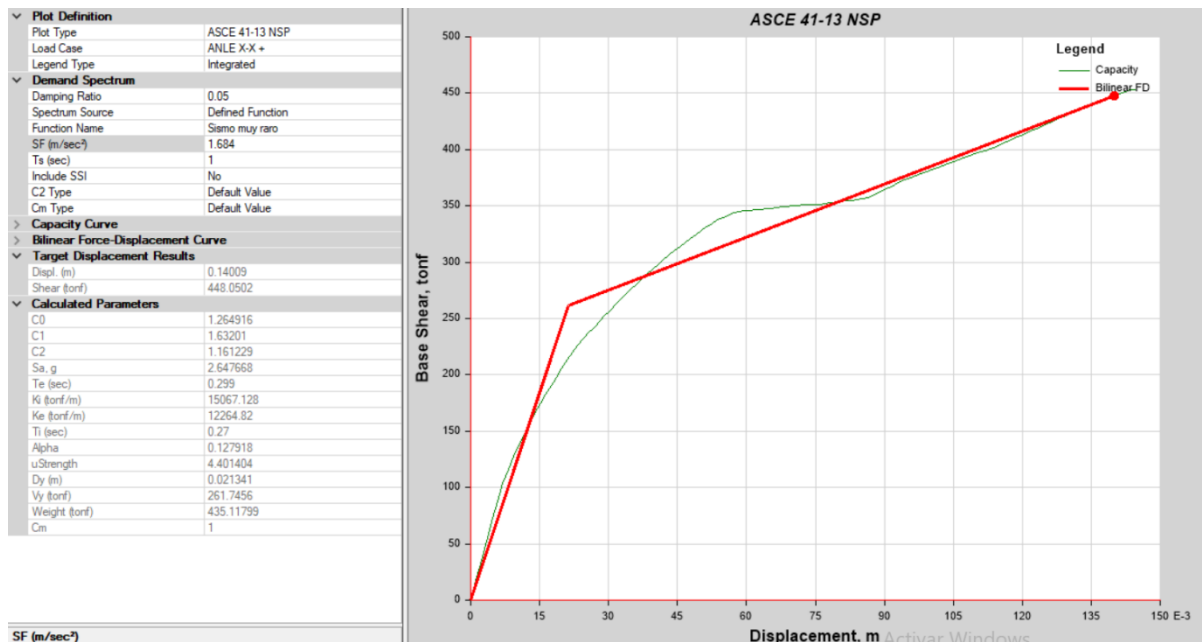


Figura 70 Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección “x”

Fuente: Etabs V19.0

## Curva de representación bilineal dirección “y”

Se realizó también una representación bilineal de la curva de capacidad donde se obtiene el punto de fluencia con una cortante basal de  $V=201.51$  Tnf y un desplazamiento de 0.0147 m. en el último nivel. Este punto representa el ingreso a la zona plástica de la estructura. La estructura llega a su capacidad última cuando se ha alcanzado un desplazamiento máximo de 0.144 m y una cortante basal máxima de 177.45 Tnf.



Con ambos desplazamientos se calcula la ductilidad de la estructura en la dirección “y”:

$$\mu = \frac{\Delta_{max}}{\Delta_y} \quad \mu = 9.79$$

### Dirección y

Desplazamiento ultimo: (Du,Vu) = (0.144m, 177.45 tonf)

Punto de fluencia efectiva (Dx,Vx) = (0.0147m, 201.51 tonf)

Rigidez lateral efectiva:

Además, se podrá calcular el valor de rigidez efectiva ke, como la inclinación principal de la curva en la dirección “y”:

$$K_e = \frac{201.51}{0.0147} = 13,708.16$$

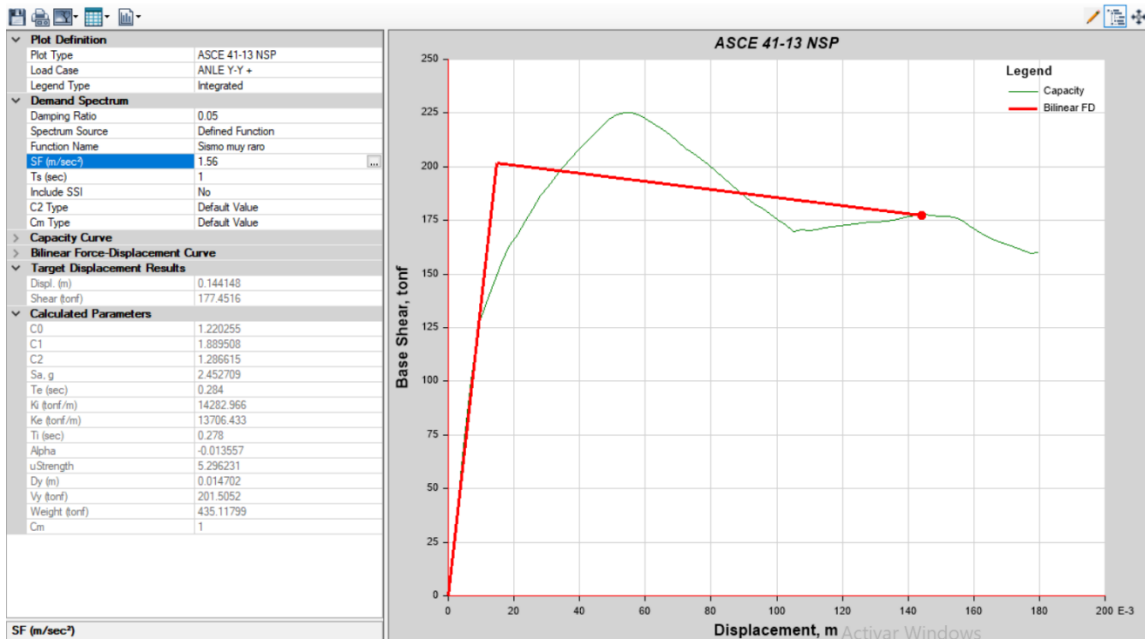


Figura 71 Representación bilineal de la curva capacidad en la dirección “y”  
Fuente: Etabs V19.0

### Desempeño de la estructura

En esta sección se determina el punto de desempeño de la estructura mediante el método de coeficientes (ASCE/SEI 41-13) y espectro de Capacidad (FEMA 440), empleando el programa Etabs V19.

## Punto de desempeño sísmico mediante método del coeficiente de desplazamiento según ASCE/SEI 41-13

Luego de obtenida la curva bilineal propuesto por FEMA 356 se identificó los puntos de desempeño según los cuatro niveles de sismo propuesto por el comité VISION 2000, para la dirección de análisis “x”, “y”, visualizándose en las siguientes figuras que a continuación se detalla:

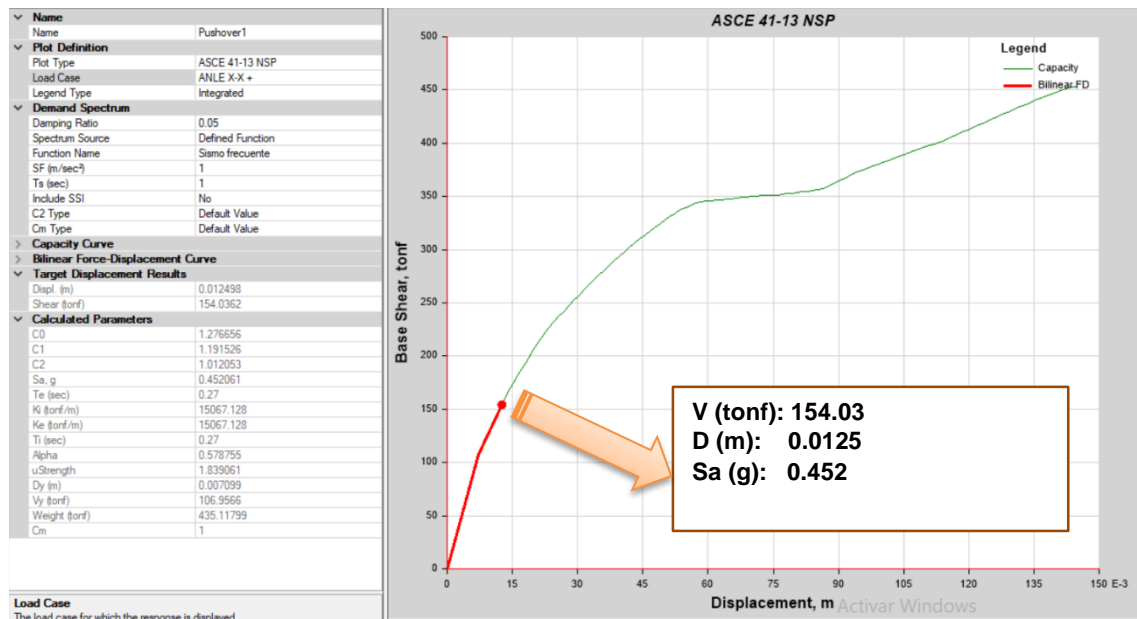


Figura 72 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección “x” (Método de coeficientes)  
Fuente: Etabs V19.0

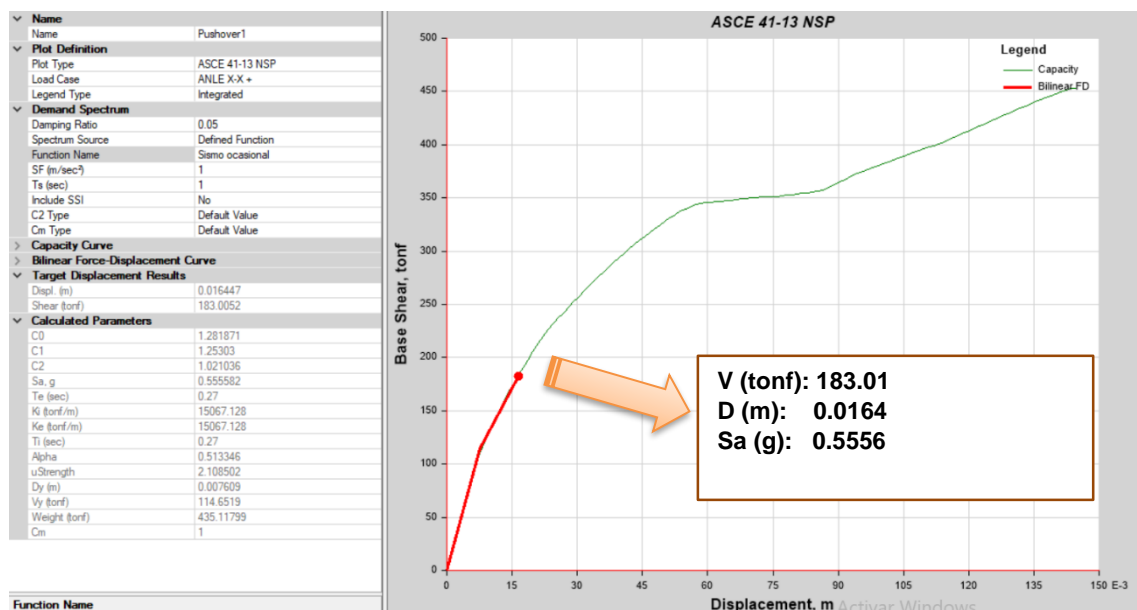


Figura 73 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “x” (Método de coeficientes)  
Fuente: Etabs V19.0

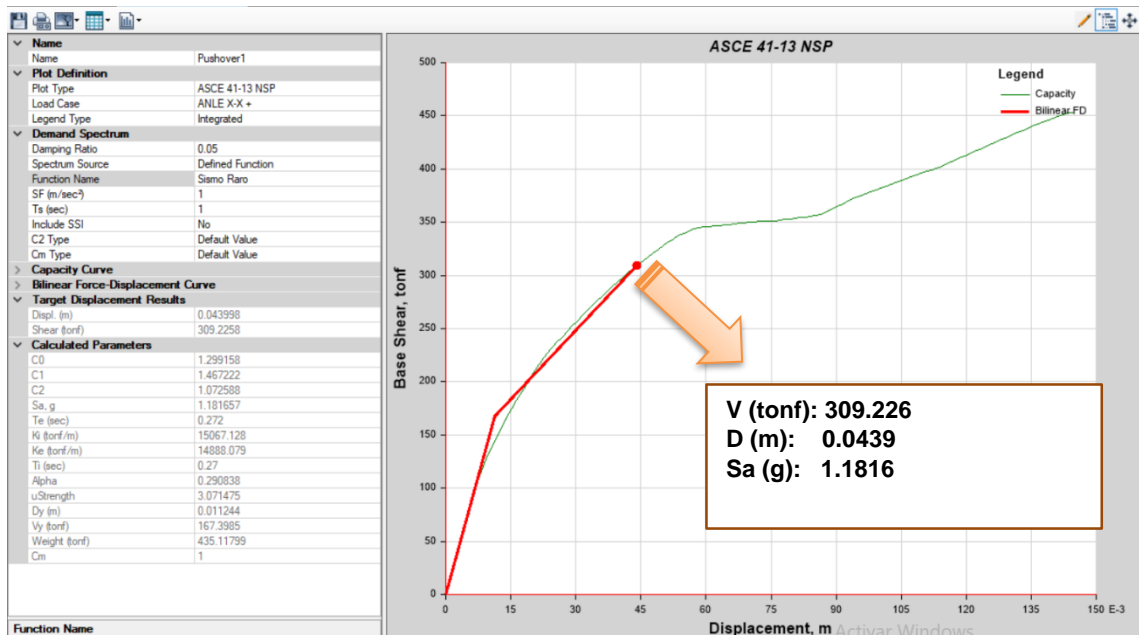


Figura 74 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección "x" (Método de coeficientes)  
Fuente: Etabs V19.0

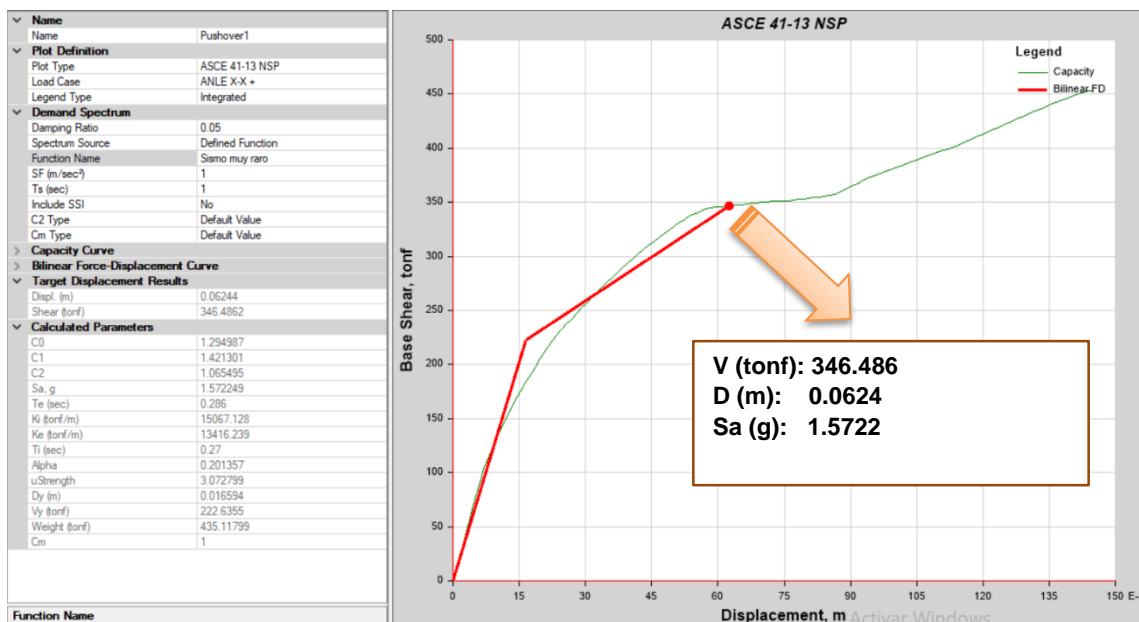


Figura 75 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección "x" (Método de coeficientes)  
Fuente: Etabs V19.0

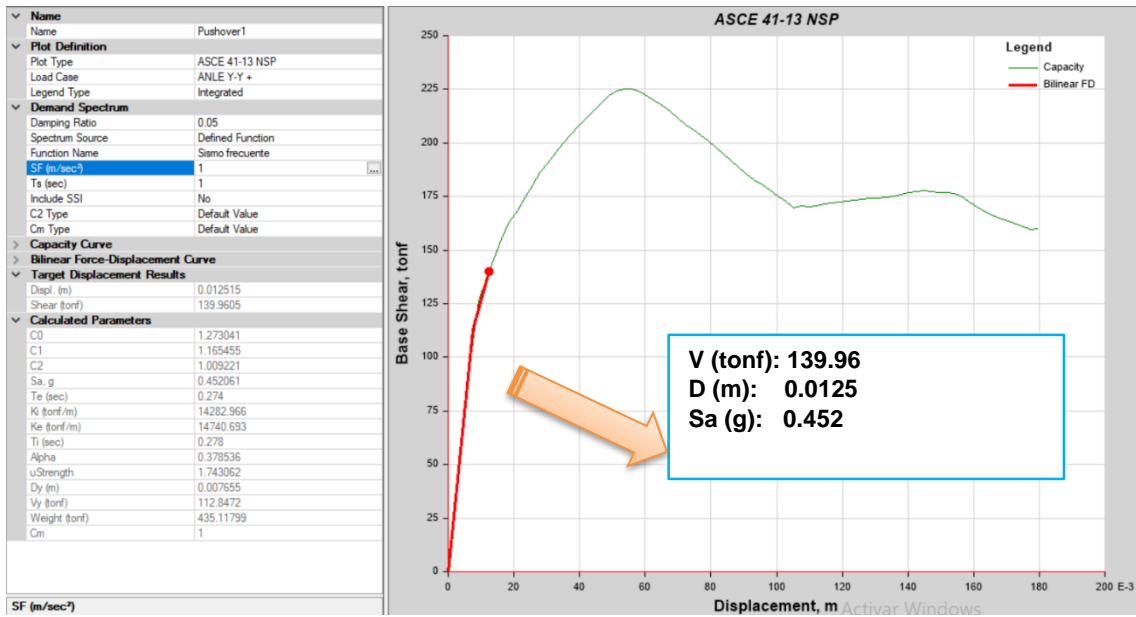


Figura 76 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección “y” (Método de coeficientes)  
 Fuente: Etabs V19.0

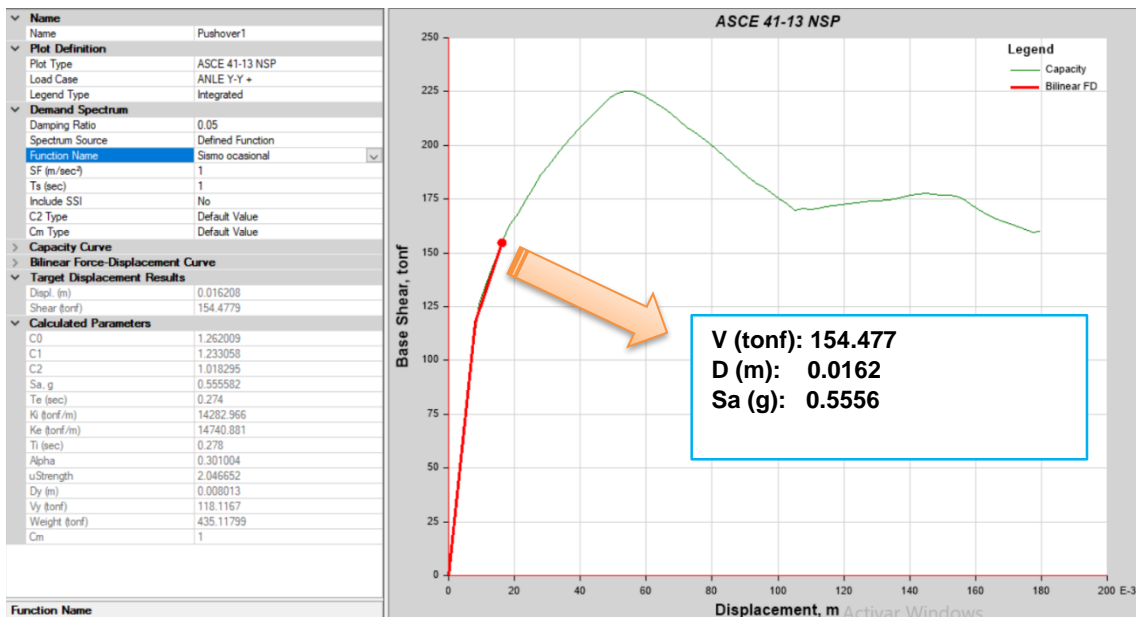


Figura 77 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “y” (Método de coeficientes)  
 Fuente: Etabs V19.0

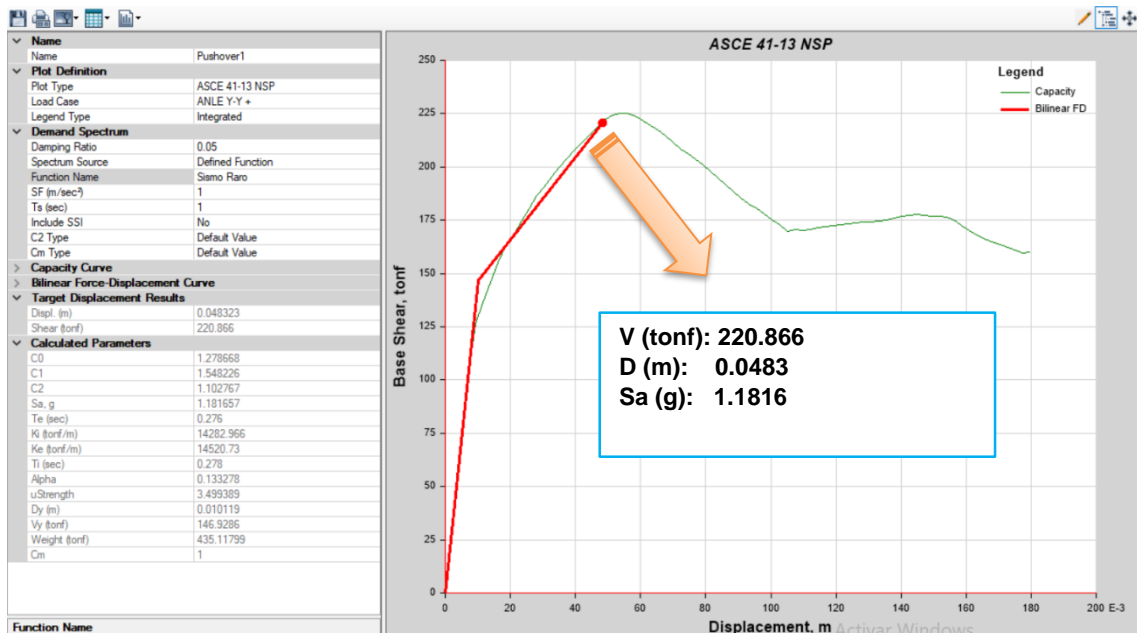


Figura 78 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección “y” (Método de coeficientes)  
Fuente: Etabs V19.0

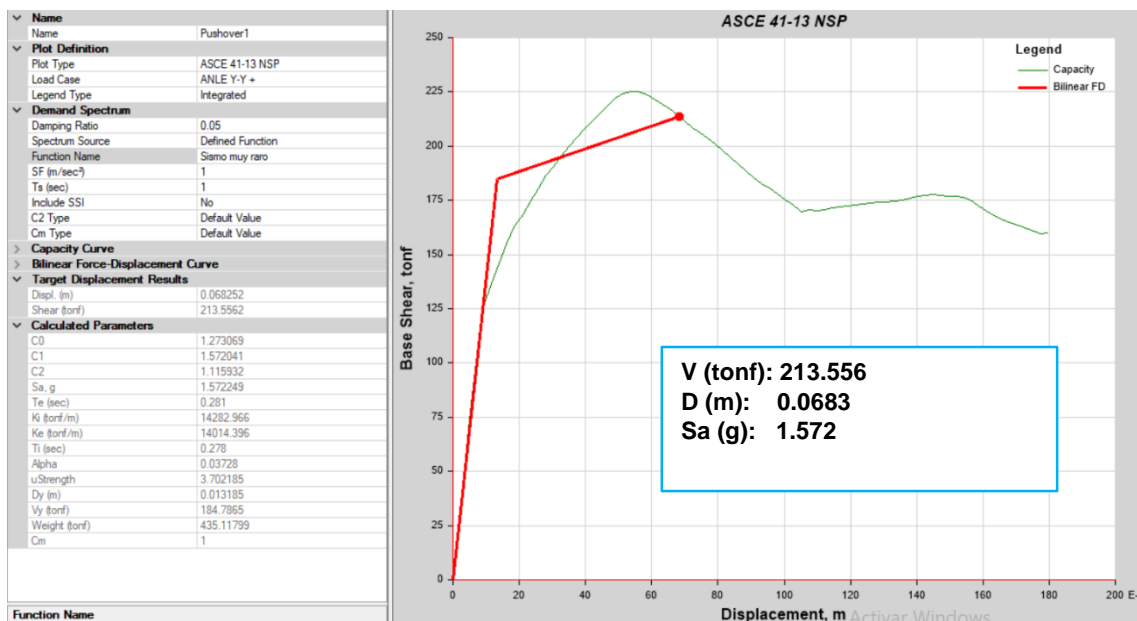


Figura 79 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección “y” (Método de coeficientes)  
Fuente: Etabs V19.0

## Método de espectro de capacidad según Fema 440

Para determinar el punto de desempeño, se realizó el análisis para cuatro niveles de demanda sísmica. Estos datos fueron extraídos del programa EtabsV19. En las siguientes figuras se visualiza el punto de desempeño para el sismo Frecuente, ocasional, raro y muy raro en las direcciones X' y Y', respecto del patrón de cargas respectivo.

Según los criterios de la norma FEMA 440, se encontraron cuatro puntos de rendimiento distintos en la dirección del análisis X', ya que el espectro elástico raro y el espectro elástico frecuente se utilizaron como valores mínimos. El gráfico de la Fig. 80 muestra los puntos de actuación para sismos frecuentes, obteniendo un pseudodesplazamiento de 0,00846 m en el eje de abscisas y una pseudoaceleración de 0,4043 g en el eje de ordenadas como intersección, en el caso del gráfico de la Fig. .83 muestra el punto de desempeño Muy raro del espectro sísmico, con valores de Ps-d de 0.0573 m y valores de Ps-a de 0.9383 g.

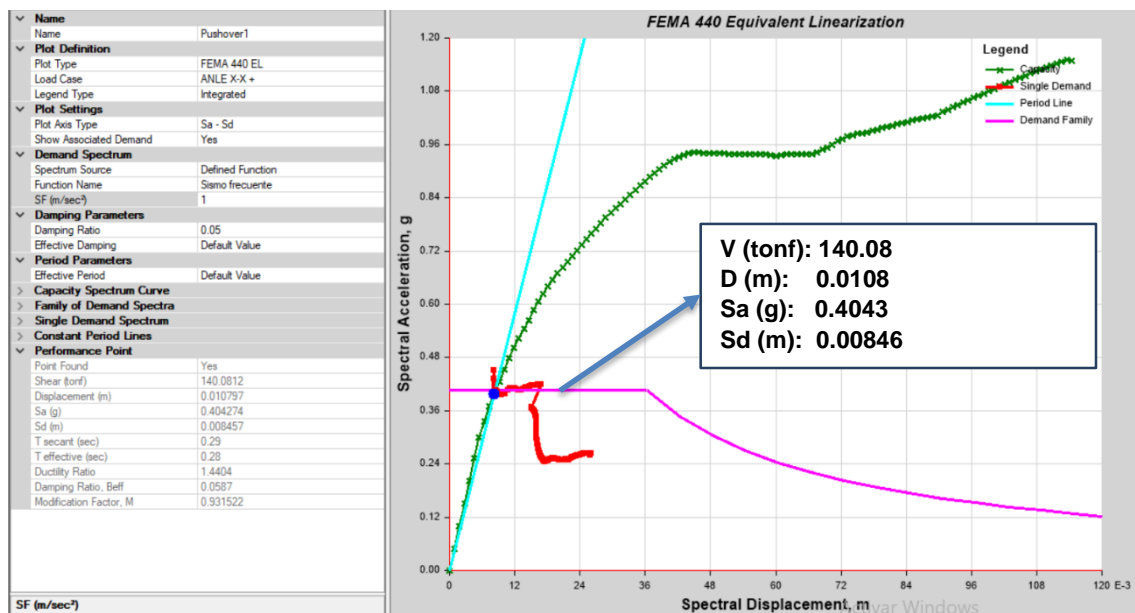


Figura 80 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección "x" (método de espectro de capacidad)

Fuente: Etabs V19.0

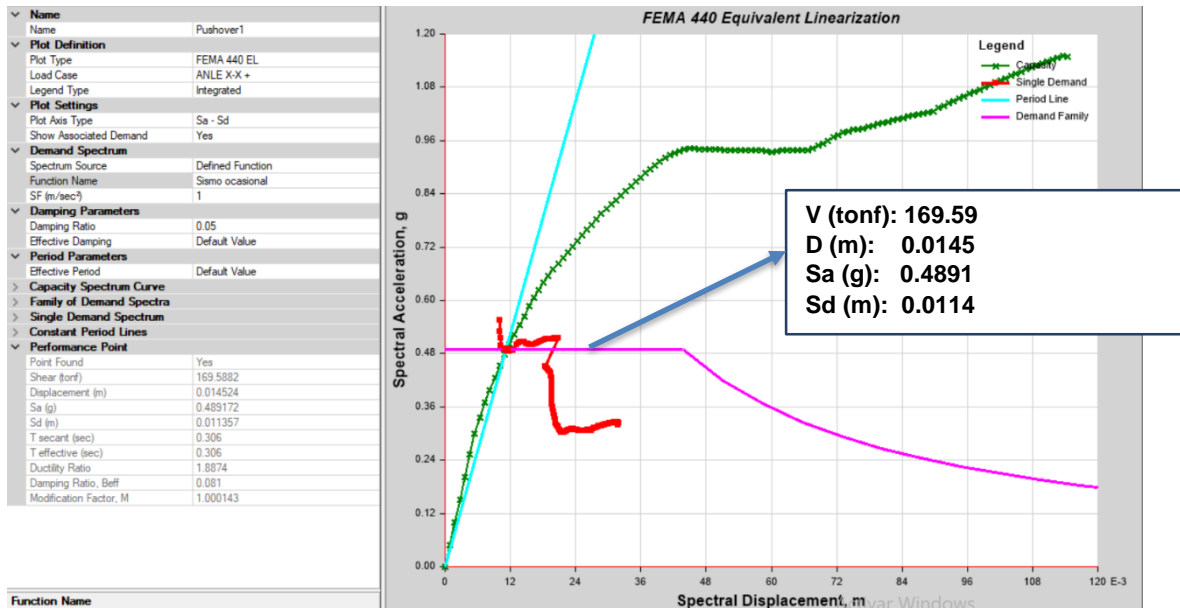


Figura 81 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección "x" (método de espectro de capacidad)

Fuente: Etabs V19.0

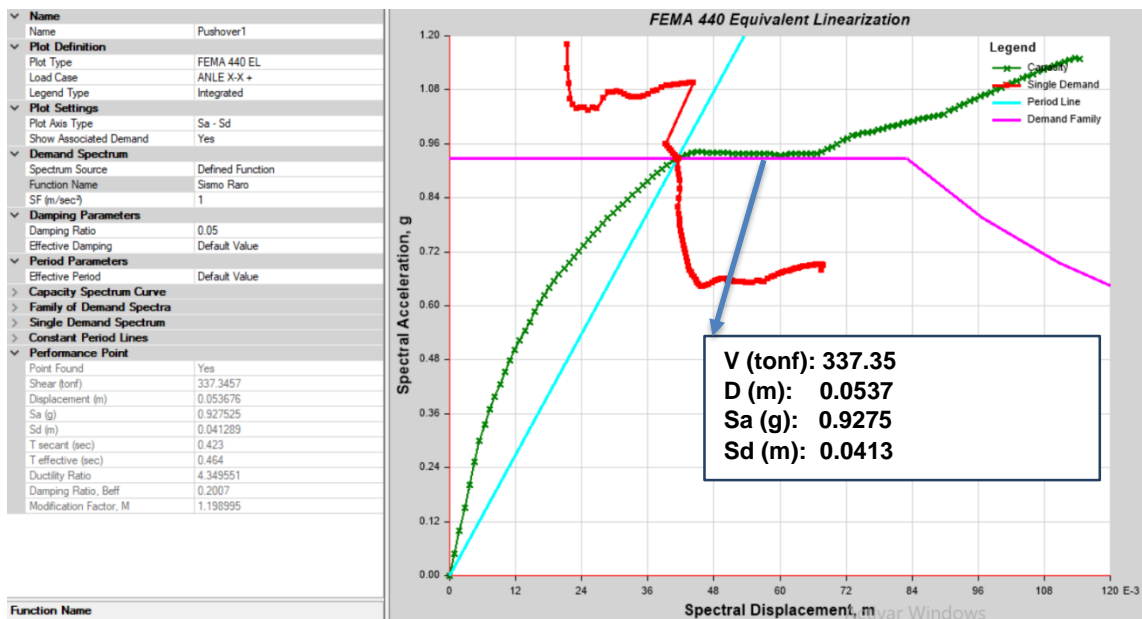


Figura 82 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección "x" (método de espectro de capacidad)

Fuente: Etabs V19.0

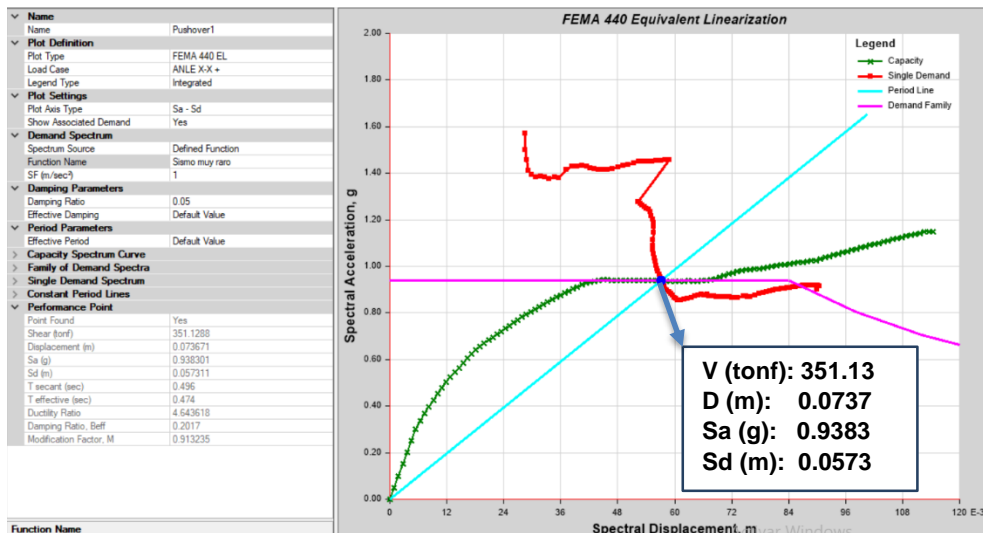


Figura 83 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección "x" (método de espectro de capacidad)  
Fuente: Etabs V19.0

De la misma manera se hallaron cuatro puntos de desempeño diferentes en la dirección de análisis Y', pues se empleó el espectro elástico muy raro y el frecuente como el mínimo, el gráfico de la Fig. 84 muestra los puntos de actuación para sismos frecuentes, obteniendo un pseudodesplazamiento de 0,0091 m en el eje de abscisas y una pseudoaceleración de 0,3698 g en el eje de ordenadas como intersección, en el caso de la Fig. El comportamiento punto del espectro sísmico, el valor de Ps-d es 0.0764 m, y el valor de Ps-a es 0.5018 g

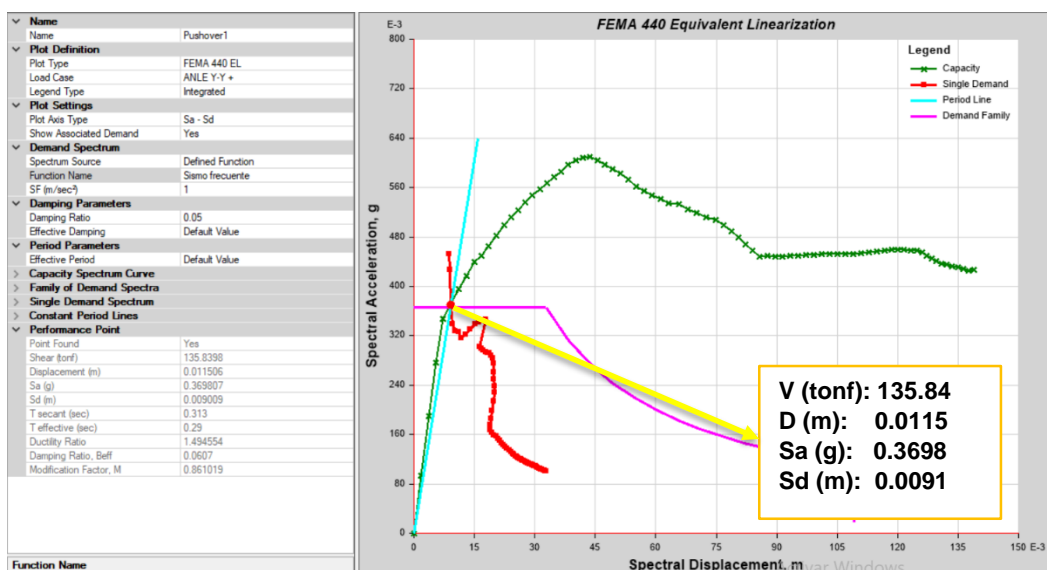


Figura 84 Punto de desempeño para un sismo frecuente, dirección "y" (método de espectro de capacidad)  
Fuente: Etabs V19.0



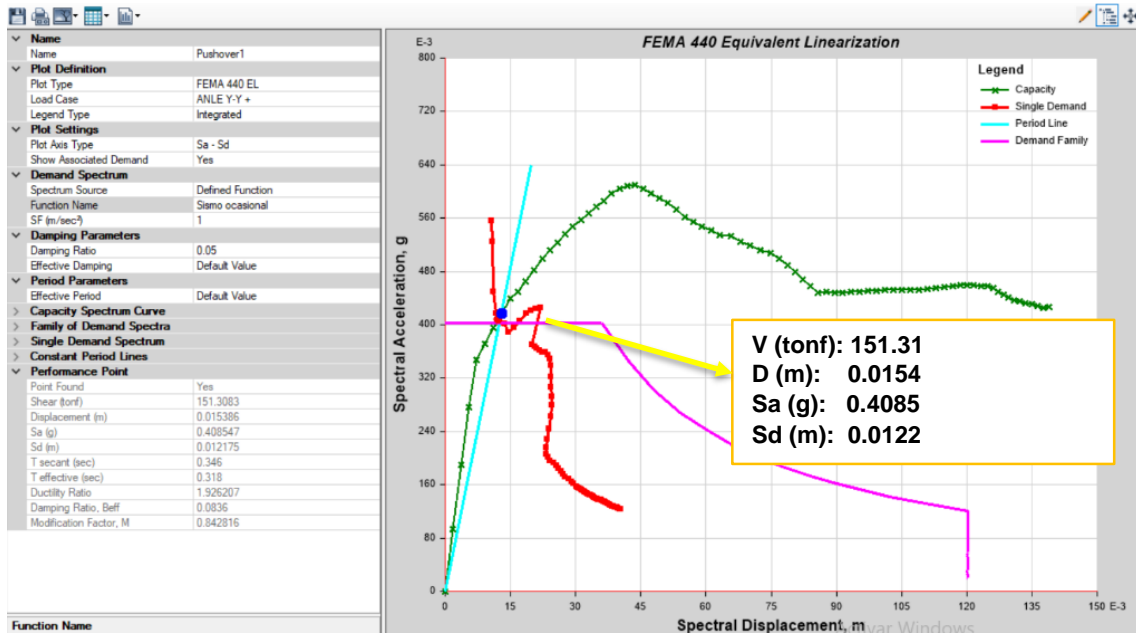


Figura 85 Punto de desempeño para un sismo ocasional, dirección “y”  
Fuente: Etabs V19.0

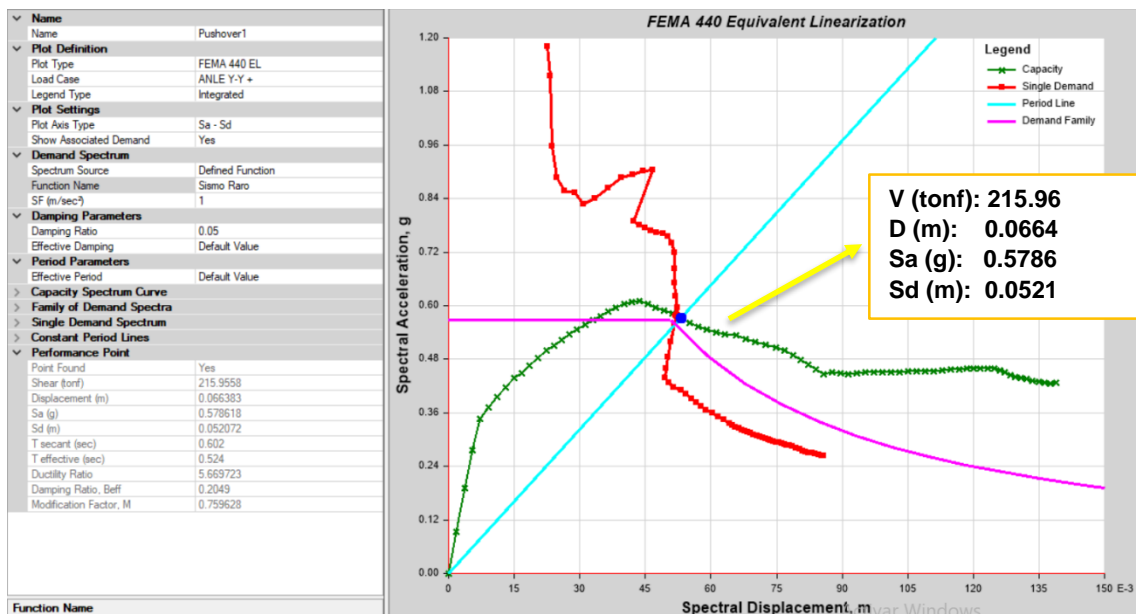


Figura 86 Punto de desempeño para un sismo raro, dirección “y”  
Fuente: Etabs V19.0

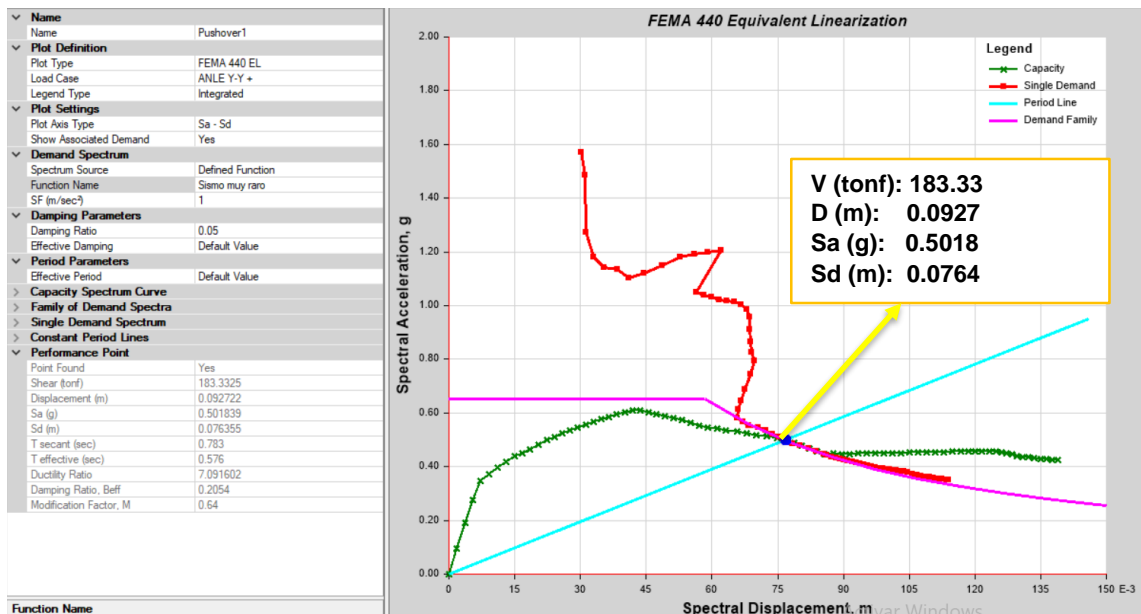


Figura 87 Punto de desempeño para un sismo muy raro, dirección “y”  
Fuente: Etabs V19.0

## Verificación del desempeño estructural Sectorización de la curva de capacidad.

El seccionamiento de la curva Espectro de Capacidad según el SEAOC se realiza según el siguiente cuadro:

Niveles de Desempeño Estructural	Descripción	Límites de Desplazamiento
SP 1	Operacional	$\Delta y$
SP 2	Ocupación Inmediata	$\Delta y + 0.3\Delta p$
SP 3	Protección de vida	$\Delta y + 0.6\Delta p$
SP 4	Cerca al Colapso	$\Delta y + 0.8\Delta p$
SP 5	Colapso	$\Delta y + 1.0\Delta p$

Tabla 42 Parámetros utilizados para el seccionamiento del Espectro de Capacidad.  
Fuente: SEAOC (1995).

De la tabla anterior se tiene que  $\Delta y$  desplazamiento de fluencia, y  $\Delta p$  desplazamiento inelástico, ambos puntos hallados en la representación bilineal de la curva de capacidad. De la curva de capacidad obtenemos los siguientes resultados:

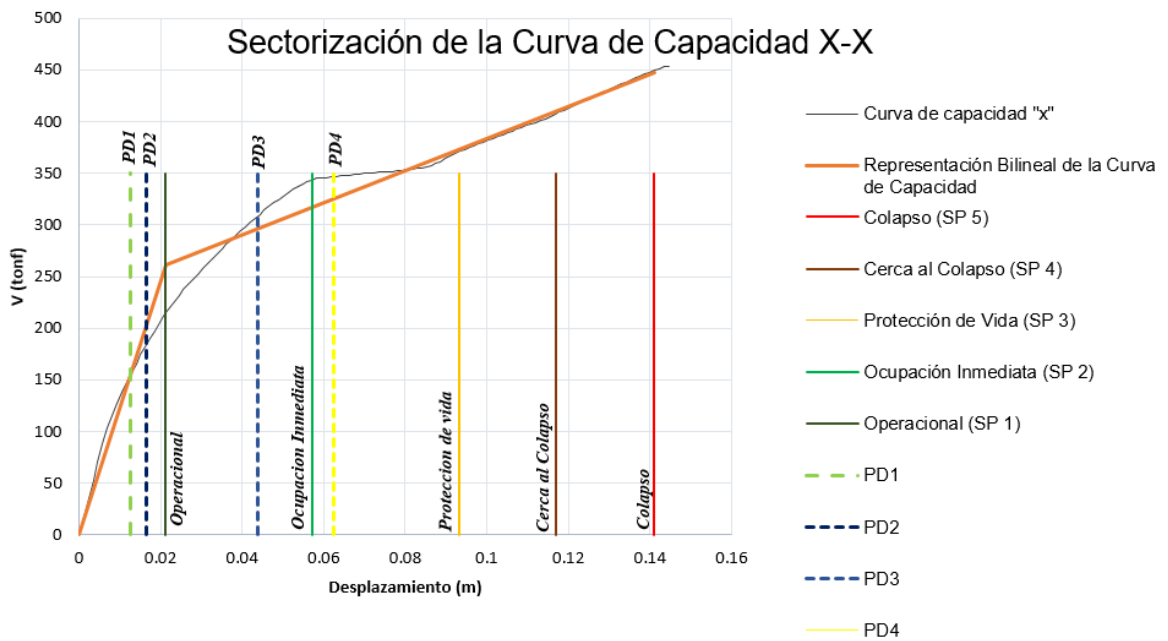
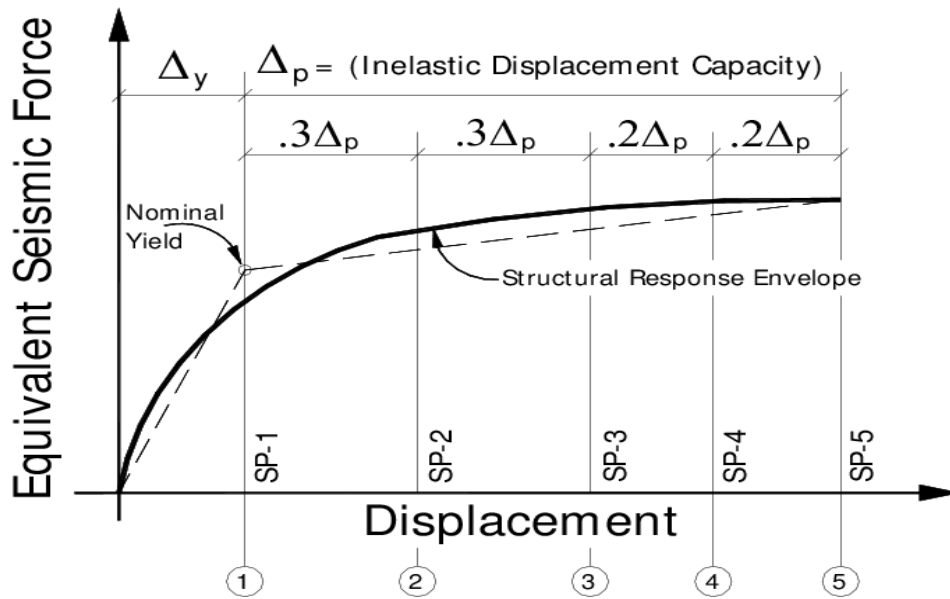


Figura 89 Sectorización de la Curva de Capacidad dirección "x"

Fuente: Propia

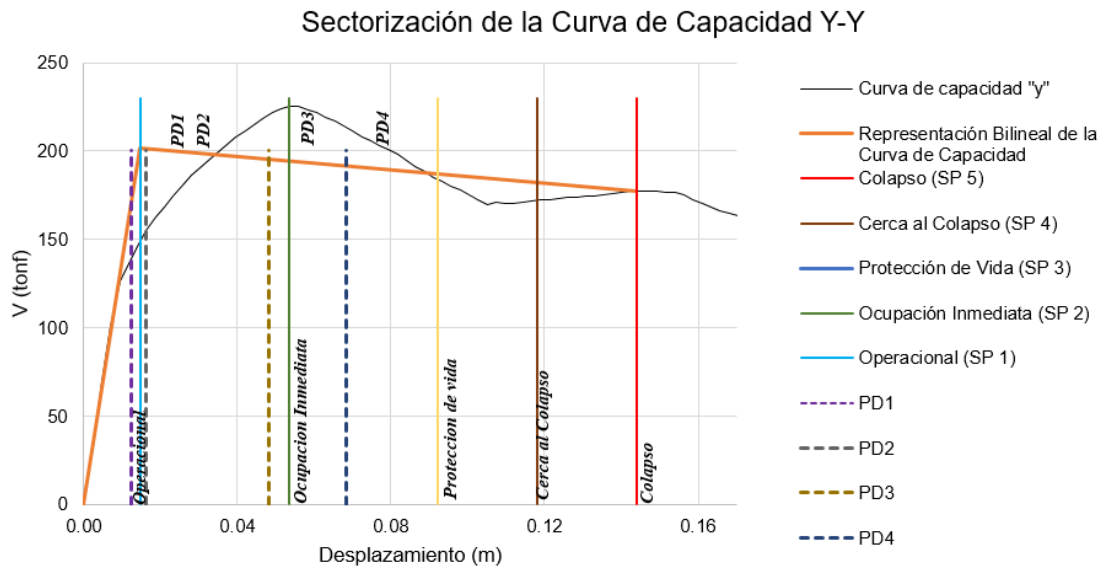


Figura 90 Sectorización de la Curva de Capacidad dirección “y”  
Fuente: Propia

Las distancias halladas se refieren a los límites según cada nivel de desempeño alcanzado.

Nivel de Desempeño	Desplazamientos Límites	
	Dir. XX	Dir. YY
Operacional (SP 1)	2.13 cm.	1.47 cm.
Ocupación Inmediata (SP 2)	5.72 cm.	5.35 cm.
Protección de Vida (SP 3)	9.31 cm.	9.23 cm.
Cerca al Colapso (SP 4)	11.70 cm.	11.81 cm.
Colapso (SP 5)	14.10 cm.	14.40 cm.

Tabla 43 Desplazamientos Límites de Desempeño en Direcciones “X” y “Y”.  
Fuente: Elaboración propia.

### Verificación del desempeño por derivas.

En las tablas a continuación, se muestran las derivas máximas de entrepiso permisibles para cada uno de los niveles de desempeño propuestos en el SEAOC Vision 2000.

<b>Nivel de Desempeño</b>	<b>Deriva del tope</b>
Totalmente operacional	< 0.2 %
Operacional	< 0.5 %
Protección de vida	< 1.50 %
Cercano al Colapso	< 2.50 %
Colapso	> 2.50 %

Tabla 44 Valores límites para derivas del tope correspondientes al nivel de desempeño.  
Fuente: Elaboración propia.

Se define como la deriva del tope como el valor de desplazamiento correspondiente al punto de desempeño entre la altura total del edificio.

<b>Desplazamiento (<math>\Delta</math> techo)</b>	<b>Deriva del tope</b>	<b>Nivel de Desempeño</b>
1.25 cm.	0.13 %	Totalmente Operacional
1.64 cm.	0.17 %	Totalmente Operacional
4.39 cm.	0.46 %	Operacional
6.24 cm.	0.65 %	Protección de vida

Tabla 45 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección X.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Desplazamiento (<math>\Delta</math> techo)</b>	<b>Deriva del tope</b>	<b>Nivel de Desempeño</b>
1.25 cm.	0.13 %	Totalmente Operacional
1.62 cm.	0.17 %	Totalmente Operacional
4.83 cm.	0.50 %	Operacional
6.83 cm.	0.71 %	Protección de vida

Tabla 46 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección Y.  
Fuente: Propio del investigador.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Según (Rojas, 2013) Se desarrollarán métodos de estudios de información y se deberán especificar los elementos básicos (variables) para utilizar las herramientas proporcionadas en el método, utilizando diferentes sistemas. Para el análisis de datos se emplearán gráficos, tablas, estadísticas, fichas técnicas, especificaciones técnicas, etc. (pág. 333).

Para la presente investigación la información se procesará en hojas de cálculo (Microsoft Excel 2016), y en SPSS para la fiabilidad de instrumentos, empleando la estadística descriptiva. Utilizando las medias, tablas de frecuencia, promedios, verificaciones, entre otros.

### **3.7 Aspectos éticos**

El trabajo realizado tendrá un valor de credibilidad y confiabilidad, además, los derechos de autor de cada uno de los textos antes mencionados, así como los registros bibliográficos utilizados en este proyecto, los siguientes principios éticos, tales como: amabilidad, No malicioso, autónomo y justo. Así mismo el presente trabajo de investigación desarrollará una responsabilidad social, pues emplear este método de trabajo es lo más parecido a estimar objetivamente el desplazamiento de un edificio para evitar un posible derrumbe, evitando así daños materiales y vidas humanas en un país.

## IV. RESULTADOS

### OG Determinar el desempeño sísmico de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa

Tabla 47 Desempeño sísmico aplicando métodos estáticos no lineales X  
Fuente: *Elaboración Propia.*

Dirección	Nivel de sismo	Desempeño sectorizado	Desempeño Vision 2000
X-X	Frecuente	Operacional	Cumple
	Ocasional	Operacional	Cumple
	Raro	Ocupación inmediata	Cumple
	Muy raro	Protección de vida	Cumple

#### Interpretación:

Tal y como se detalla en la figura 89 referida a la curva de sectorización y tabla 47, el bloque 1, se encuentra cumpliendo con el desempeño según el comité Vision 2000, obteniendo un nivel de desempeño de ocupación inmediata para un sismo raro y de protección de vida para un sismo muy raro.

Tabla 48 Desempeño sísmico aplicando métodos estáticos no lineales Y  
Fuente: *Elaboración Propia.*

Dirección	Nivel de sismo	Desempeño sectorizado	Desempeño Vision 2000
Y-Y	Frecuente	Operacional	Cumple
	Ocasional	Ocupación inmediata	Cumple
	Raro	Ocupación inmediata	Cumple
	Muy raro	Protección de vida	Cumple

#### Interpretación:

Tal y como se detalla en la figura 90 referida a la curva de sectorización y tabla 48, el bloque 1, se encuentra cumpliendo con el desempeño según el comité Vision 2000, obteniendo un nivel de desempeño de ocupación inmediata para un sismo raro y de protección de vida para un sismo muy raro.

**OE1: Determinar las derivas de tope en la I.E. N° 40092 “José Domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa,**

**Interpretación:**

Para la dirección de análisis “x”: La tabla 49 detalla las derivas de tope obtenida en función a los desplazamientos para cada nivel de sismo, siendo el nivel de sismo muy raro el que obtiene el mayor desplazamiento con 6.24cm, ello representa un 0.65% de deriva, encontrándose dentro del límite de protección de vida.

<b>Desplazamiento (<math>\Delta</math> techo)</b>	<b>Deriva del tope</b>	<b>Nivel de Desempeño</b>
1.25 cm.	0.13 %	Totalmente Operacional
1.64 cm.	0.17 %	Totalmente Operacional
4.39 cm.	0.46 %	Operacional
6.24 cm.	0.65 %	Protección de vida

Tabla 49 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección X.  
Fuente: Propio del investigador.

**Interpretación:**

Para la dirección de análisis “y”: La tabla 50 detalla las derivas de tope obtenida en función a los desplazamientos para cada nivel de sismo, siendo el nivel de sismo muy raro el que obtiene el mayor desplazamiento con 6.83cm, ello representa un 0.71% de deriva, encontrándose dentro del límite de protección de vida.

<b>Desplazamiento (<math>\Delta</math> techo)</b>	<b>Deriva del tope</b>	<b>Nivel de Desempeño</b>
1.25 cm.	0.13 %	Totalmente Operacional
1.62 cm.	0.17 %	Totalmente Operacional
4.83 cm.	0.50 %	Operacional
6.83 cm.	0.71 %	Protección de vida

Tabla 50 Derivas del tope correspondientes a los puntos de desempeño Dirección Y.  
Fuente: Elaboración propia.



**OE2: Determinar la resistencia al corte de la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa**

**a) Corte en albañilería confinada**

Según la NTP E.070, el cortante por sismo severo en la dirección de análisis, se interpreta como el cortante de demanda y el valor  $V_m$  se representa como la resistencia al corte por sismo moderado en la dirección de análisis.

De la tabla 38 se puede evidenciar algunas observaciones donde los muros del bloque 1 en la dirección “y” se encuentran sobrepasando el 15% de la capacidad a la compresión de la albañilería, es decir el esfuerzo axial máximo es menor a la capacidad de muro, sin embargo, este último supera  $0.15f'm$  ( $5.25 \text{ Kg/cm}^2$ ), caso contrario sucede con los muros que se encuentran ubicados en la dirección “x”, donde se encuentran cumpliendo con el requerimiento de la norma:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right] \leq 0.15 f'_m$$

Tabla 51. Capacidad de los Muros del Primer Nivel, Bloque 1

Muro	L (m)	t (m)	Pm (Kg)	$\sigma_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$0.20f'_m \left[ 1 - \frac{h^2}{35t} \right]$	$0.15f'_m$	Observación
Muro 1A-(2)(3)	6.52	0.23	16084.8	1.072606028	10.946	9.75	<b>No cumple</b>
Muro 1A-(1)(2)	6.52	0.23	25642.8	1.709975994	10.946	9.75	<b>No cumple</b>
Muro 1E-(1)(2)	6.52	0.23	24657.8	1.644291811	10.946	9.75	<b>No cumple</b>
Muro 1E-(2)(3)	6.52	0.23	16073.8	1.071872499	10.946	9.75	<b>No cumple</b>

Fuente: Elaboración Propia

**b) Control de fisuración**

Posteriormente se realizó la verificación del control por fisuración, El propósito de este arreglo es evitar que los muros se fisuren ante sismos moderados, los cuales suelen suceder con más frecuencia. Para el efecto se considerarán las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado. Para el presente trabajo se verifico que los muros portantes de albañilería del primer piso deban ser verificados mediante la expresión  $V_e \leq 0.55V_m$ , lo cual controla la ocurrencia de fisuras por corte.

Tabla 52 Control de figuración de muros del Piso 1

Pg (kg)	Ve-X (kg)	Me-X (kg-m)	Ve-Y (kg)	Me-Y (kg-m)	Ve (kg)	Me (kg-m)	$\frac{V_e \cdot L}{M_e}$	$\alpha$	Vm (kg)	$V_e \leq 0.55V_m$
15289	1135.36	76.89	27867.21	20317.48	27867.21	20317.48	8.943	1.0	64250.27	No Fisurado
23450.4	1179.6	78.32	27761.13	20324.08	27761.13	20324.08	8.906	1.0	66127.39	No Fisurado
22464.7	1153.05	78.28	27202.98	20087.3	27202.98	20087.30	8.830	1.0	65900.68	No Fisurado
15277.2	1105.98	77.47	27332.03	19813.95	27332.03	19813.95	8.994	1.0	64247.55	No Fisurado

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 53, podemos interpretar de que la estructura presenta resistencia al corte del edificio.

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (1.3)$$

Tabla 53 Verificación por corte para muros de albañilería confinada NTP E0.70

Muro Albañilería Confinada	Cortante de demanda (tonf)	Vm (tonf)	Condición
Muros laterales	220.33	260.53	Si cumple

Fuente: Elaboración Propia

**OE3: Determinar el nivel desempeño sísmico ante un sismo raro según el Comité VISION 2000 (SEAO, 1995) en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa**

Tabla 54 Desempeño sísmico para sismo raro X  
Fuente: Elaboración Propia.

Dirección	Nivel de sismo	$D_p$ (cm)	Desempeño sectorizado	Desempeño Vision 2000
	Raro	5.37	Protección de vida	Cumple

### Interpretación:

En la dirección “X”, para el sismo “raro” nos presenta un punto de desempeño dentro del límite de “Protección de vida”.

Tabla 55 Desempeño sísmico para sismo raro Y  
Fuente: Elaboración Propia.

Dirección	Nivel de sismo	D <sub>p</sub> (cm)	Desempeño sectorizado	Desempeño Vision 2000
	Raro	6.66	Protección de vida	Si Cumple

### Interpretación:

En el eje “y”, para un nivel de sismo raro el pabellón se encuentra dentro del límite de “Protección de vida”.

**OE4: Determinar y comparar el nivel desempeño sísmico aplicando el método de coeficientes (ASCE/SEI 43-13) versus el método de espectro de capacidad (FEMA 440) en la I.E. N° 40092 “José domingo Zuzunaga, Uchumayo – Arequipa.**

### Interpretación:

Según el reporte de la tabla 56 se obtiene un mayor cortante aplicando el método de espectro de capacidad cuyo incremento respecto al método de coeficientes es del 8.34% para un nivel de sismo raro y con respecto a un sismo muy raro el incremento es de 1.32%

Tabla 56 Comparativo de métodos para desempeño sísmico “x”  
Fuente: Elaboración Propia.

Niveles de Sismo	Método de coeficientes		Método de espectro de capacidad	
	tonf	cm	tonf	cm
Frecuente	154.03	1.25	140.08	1.08
Ocasional	183.01	1.64	169.59	1.45
Raro	309.23	4.39	337.35	5.37
Muy raro	346.48	6.24	351.13	7.37

### Interpretación:

Según el reporte de la tabla 57 se obtuvo un mayor cortante aplicando el método por coeficientes cuyo incremento respecto al método de espectro de capacidad es de 2.22% para un nivel de sismo raro y con respecto a un sismo muy raro el incremento fue de 14.16%

Tabla 57 Comparativo de métodos para desempeño sísmico “y”  
Fuente: Elaboración Propia.

Niveles de Sismo	Método de coeficientes		Método de espectro de capacidad	
	tonf	cm	tonf	cm
Frecuente	139.96	1.25	135.84	1.15
Ocasional	154.47	1.62	151.31	1.54
Raro	220.87	4.83	215.96	6.64
Muy raro	213.56	6.83	183.33	9.27

## V. DISCUSIÓN

Las discusiones se desarrollaron según a los objetivos (específicos y general)

### **Discusión 1:**

Según los resultados obtenidos de la presente tesis de investigación se determinó de que para la dirección de análisis “x” las derivas de tope obtenida en función a los desplazamientos para cada nivel de sismo, reporta que para un sismo muy raro se produjo un desplazamiento de 6.24cm, ello representa un 0.65% de deriva, encontrándose dentro del límite de protección de vida.

Para la dirección de análisis “y”, se obtuvo derivas de tope obtenida en función a los desplazamientos para cada nivel de sismo, siendo el nivel de sismo muy raro el que obtiene el mayor desplazamiento con 6.83cm, ello representa un 0.71% de deriva, encontrándose dentro del límite de protección de vida.

Al respecto (Perez Mundaca, 2019) citado como antecedente nacional obtuvo como resultado derivas de 0.19% (0.0019%), para la dirección de análisis en “x” y 0.376% (0.00376) para la dirección de análisis en “y”, derivas que se encontrarían dentro del nivel de desempeño operacional. Sin embargo, estas no podrían dictaminar el desempeño sísmico, debido a que si una estructura es demasiado rígida podría presentar también fallas frágiles.

### **Discusión 2:**

Cumple por la verificación de corte, porque el valor de la cortante de diseño es mayor a la cortante de demanda.

Al respecto (Urcia Osorio, y otros, 2021) citada como antecedente nacional, obtuvo una cortante de demanda de 55.44tonf y una cortante de diseño de 80.09 tonf por lo que se encontraría cumpliendo con la verificación por corte, sin embargo para validar dicho resultado debería realizar ensayos de laboratorio, como lo es el de tracción diagonal para muros de albañilería y obtener una capacidad a compresión real del elemento, ya que dicha edificación fue construida en los años 90, cuando únicamente se comercializaba ladrillos artesanales.

### **Discusión 3**

El pabellón evaluado alcanza un desempeño sísmico “operacional” para un sismo raro, esto después de evaluar en la dirección de análisis “x”, para la dirección de análisis “y”, igualmente alcanza un desempeño “operacional”, todo ello teniendo en cuenta los criterios del comité VISION 2000

Al respecto (Urcia Osorio et al., 2021) Citando como antecedentes nacionales, establece que los puntos de desempeño obtenidos para el espectro de demanda del mayor sismo en la dirección X-X son un pseudodesplazamiento de 0.1004 m y una pseudoaceleración de 0.288 g. espectro de demanda en el eje Y-Y, su pseudodesplazamiento es de 0,0074 m, y la pseudoaceleración es de 0,878 g. Esto nos dice que, para terremotos muy raros o más grandes, el eje "x" de la estructura está ubicada dentro de protección de vida y en la dirección "y" está en la zona funcional.

### **Discusión 4**

El pabellón evaluado alcanza un desempeño sísmico de protección de vida para ambas direcciones de análisis, teniendo en consideración que el pabellón fue edificado y diseñado con la norma del 2016, guardando ciertas concordancias y similitudes con la norma vigente del 2018.

Al respecto (Choque Sucasaca, y otros, 2019) citada como antecedente nacional, obtiene un reporte similar para ambas metodologías de análisis, es decir que considerando el método de coeficientes, la estructura se encuentra dentro del límite de seguridad de vida, de la misma manera el edificio alcanza una respuesta sísmica traducido en nivel de desempeño sísmico de seguridad de vida LS, para ambas direcciones de análisis.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1**

Al verificar las derivas de piso mediante un análisis lineal, se pudo verificar el cumplimiento de las mismas para cada dirección de análisis, así mismo también se puede concluir que la dirección de análisis que presenta un menor desplazamiento es “x”, siendo esta también la más rígida, y la que presenta menores distorsiones de piso.

### **Conclusión 2**

Los muros de mampostería confinada no presentan fallas por corte en la estructura y tienden a experimentar deriva y bajo desplazamiento, en estos elementos estructurales la falla más común es falla por cortante, la Norma Técnica Peruana E0.70 recomienda esta Validación de cortante para que se obtenga la demanda de cortante. de ETABS19 y se pueden comparar los valores de resistencia al corte para muros de mampostería recomendados por la NTP E0.70. Se concluye que ningún corte falla porque el valor del corte de demanda es menor al obtenido por la norma.

### **Conclusión 3**

#### **Dirección “x”**

Para un sismo raro en la dirección X, cuyo sistema estructural es de pórticos de concreto armado es de 309.23 tonf de cortante y un desplazamiento de 4.39cm. Por lo cual, en base a dicho punto se produjo el punto de desempeño de la estructura, encontrándose en una zona de Protección de vida SP 3

#### **Dirección “y”**

Para un sismo raro en el eje y, cuyo sistema estructural es en albañilería confinada se obtuvo 220.87 tonf de cortante y un desplazamiento de 4.83cm. Por lo cual, en base a dicho punto se produjo el punto de desempeño de la estructura, encontrándose en una zona de Protección de vida SP 3

#### **Conclusión 4**

##### **Dirección “x”**

El método de coeficientes presenta un cortante máximo de 346.48 tonf y un desplazamiento de 6.24cm, con respecto al método de espectro de capacidad se obtuvo valores semejantes, siendo estos de 351.13 tonf y 7.37 cm

##### **Dirección “y”**

El método de coeficientes presenta un cortante máximo de 213.56 tonf y un desplazamiento de 6.83cm, con respecto al método de espectro de capacidad se obtuvo valores semejantes, siendo estos de 183.33 tonf y 9.27 cm



## **VII. Recomendaciones**

### **R-1**

Se recomiendan realizar un diseño sísmico por desempeño para edificios de tipo dual diseñado con los requerimientos de la normativa vigente y evaluar la respuesta sísmica considerando diferentes niveles de amenaza sísmica.

### **R-2**

Se recomienda evaluar el efecto de la interacción suelo-estructura y su impacto en el desempeño sísmico de las edificaciones.

### **R-3**

Se recomienda realizar estudios de peligro sísmico en la ciudad de Arequipa para determinar niveles de demanda sísmica adecuados para los sismos de menor magnitud al sismo de diseño establecido en la NTE E.030 con el objeto de tener resultados que reflejen nuestra realidad.

## REFERENCIAS

- **Aguiar Falconi, Roberto. 2015.** Análisis Sísmico por Desempeño. Ecuador : CEINSI ESPE, 2015.
- **Angles Pari, Paola Diana. 2008.** Comparacion del comportamiento a carga lateral ciclica de un muro confinado con ladrillos de concreto y otro con ladrillos de arcilla. Lima, Lima , Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008.
- **Bazan E., Meli R. 2010.** Diseño sismico de edificios. Mexico : Limusa, 2010. 320.
- **Bernardo Acuña, Jorge Daniel y Peña de la Cuba, Mario Fernando. 2009.** Efectos del peralte de las columnas en el comportamiento sismico de los muros de albañileria . *Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil.* Lima, Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- **Bolivar , R. 2005.** *Metodología De Investigación.* 2005.
- **Bonett Diaz, Ricardo Leon. 2003.** Tesis Doctoral . *Vulnerabilidad y riesgo sismico de edificios, aplicacion a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada.* Barcelona, Barcelona, España : Universidad Politecnica de Cataluña, Departamento de Ingenieria del Terreno, cartografia y geodesia , 17 de Octubre de 2003.
- **Chaparro , Andrea C.; Suarez, Alejandro; Benjumea, José. 2021.** Desempeño sismico y cantidades de obra de edificaciones aporticadas de concreto reforzado diseñadas para diferentes capacidades. *Articulo de investigación científica.* s.l. : Revista EIA, 2021. Vol. 18, 35, págs. 1-16.
- **—. 2021.** Desempeño sismico y cantidades de obra de edificaciones aporticadas de concreto reforzado diseñadas para diferentes capacidades. *Articulo de investigación científica.* s.l. : Revista EIA, 2021. Vol. 18, 35, págs. 1-16.
- **Choque Sucasaca, Johanny Fernando y Luque Solis, Edward Deyviz. 2019.** Analisis estatico no lineal y evaluacion del desempeño sismico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E030. Arequipa : UNSA, 2019.
- **Escarrachi Cruzado, Luis Enrique and Flores Gonzales, Leonardo. 2011.** Diseño sismico basado en desempeño para una edificacion de uso multifamiliar . Lima : Colegio de Ingenieros del Perú, 2011.

- *Evaluación de los métodos de análisis estático no lineal para determinar la demanda sísmica en estructuras aporticadas de concreto armado.* **López, Oscar A. y Del Re Ruíz, Gianina. 2008.** s.l. : Boletín Técnico/Technical Bulletin, 2008, Vol. 46.
- **Flores Vega, Edwin Michael. 2021.** Evaluación del desempeño sismorresistente de una edificación mediante Análisis Estático. La Paz : Journal Boliviano de ciencias , 2021. Vol. 17, 50.
- **Guzmán Raillo, Adol. 2021.** Metodología de diseño por desempeño sísmico aplicado a una estructura vertical de concreto reforzado. *Tesis para optar el grado de maestro en ingeniería civil.* Aguascalientes Mexico : Universidad autónoma de aguascalientes, 2021.
- **Hernandez, Roberto; Fernandez, Carlos. 2014.** Metodología de la investigación. Mexico : McGraw Hill, 2014. 6.
- **Loa Canales, Gustavo Juan . 2017.** Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. *Tesis para optar al grado de Magister en Ingeniería Civil.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.
- **Lopez Otiniano, Stewart Yaroshenko y Rodriguez Reyna, Carlos Alberto. 2018.** Construcción de curso de fragilidad para viviendas unifamiliares de muros de ductilidad limitada . *Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.
- **MARTÍNEZ LANZ, P. 2011.** *Manual Básico de Investigación Científica.* México D.F, México : Editorial El Manual Moderno, S.A de C.V., 2011.
- **Mejía Mejía, Elias. 2005.** *Metodología de Investigación.* Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005.
- *Modelo Numérico para Análisis No Lineal de muros de mampostería.* **Campbell, Jaime y Duran, Mario. 2018.** 06 de Noviembre de 2018, U. de la Serena, págs. 189-201.
- **Muñoz, Alejandro and Jurado, Cesar. 2016.** Técnicas de reforzamiento de bajo costo para edificios escolares peruanos. *XVI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica.* Ixtapa : Sociedad Mexicana de Ingeniería sísmica , 2016.

- **Orellana, G. and Parra, J. 2017.** Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial aporricado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción. Cuenca, Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017.
- **Paredes Azañ, Miguel Angel . 2016.** Evaluacion del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima . Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas , 2016.
- **Perez Mundaca, Alberto. 2019.** Evaluación del desempeño sísmico en edificaciones esenciales mediante la aplicación del análisis inelástico por desplazamientos. *tesis para optar el grado académico de maestro en ingeniería civil* . Chiclayo : Universidad Cesar Vallejo, 2019.
- **Quiroz Rojas, Edward Alberto. 2018.** Vulnerabilidad sísmica de una edificación escolar típica módulo 780 Pre NDSR-1997 mediante modelos no lineales. *Tesis para optar el grado de Magister en Ingenieria Civil*. Lima, Lima, Perú : Pontificia Universidad Catolica del Perú, marzo de 2018.
- **Samillán Farro, Ramón de Jesus. 2019.** Análisis del desempeño sísmico no lineal estático (pushover) en una edificación de ocho pisos Chiclayo-Lambayeque. *tesis para obtener el grado académico de maestro en ingeniería civil*. Chiclayo : UCV, 2019.
- **Segura Hernandez, Oscar Ivan. 2021.** Comparacion del desempeño sismico mediante analisis estatico no lineal (PUSHOVER) de dos edificaciones en concreto reforzado situados en zona de amenaza sismica alta con grado de disipacion de energia . *Tesis para optar el grado de magister en ingenieria civil* . Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2021.
- **Sepulveda Castillo, Leonardo Antonio. 2018.** *Estudio Experimental de soluciones de reparacion y refuerzo para muros de Albañileria de ladrillos confinada (tesis Universidad de Chile)*. Santiago : s.n., 2018.
- **Slebi Acebedo, Carlos José y Vargas Pardo, Daniel Fabián. 2014.** Análisis y aplicación del metodo estático no lineal en columnas reforzadas con disipación especial de energía. Bucaramanga, Colombia : Universidad Pontificia Bolivariana, 2014.

- *Seismic performance of school buildings in 2017 ezgeleh earthquake, Iran.* **Kahrizi, Mehdi and TahamouliRoudsari, Mehrzad. 2020.** Iran : Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering, 2020.
- *Seismic reliability assessment of a non-seismic reinforced concrete framed structure designed according to ABNT NBR 6118:2014.* **Pereira, Eduardo Marques Vieira, et al. 2022.** Campinas : Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, 2022, Vol. 15.
- *Seismic vulnerability assessment of reinforced concrete buildings using pushover analysis.* **Ali, Shamshad. 2021.** Nagpur : G. H. Rasoni College of Engineering Nagpur, 2021.
- *Structural performance and finite element modeling of roller compacted concrete dams: A review.* **Habib, Ahed, et al. 2021.** North Cyprus : Latin American Journal of Solids and Structures, 2021, Vol. 18.
- **Teran Gilmore, Amador and Sanchez Badillo, Alberto. 2016.** Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado. D.F. Mexico : Revista de Ingenieria Sismica, 2016.
- **Torre Gomez, Jhonny. 2019.** Analisis no lineal estatico de una edificacion de albañileria confinada en la ciudad de Huancavelica. *Tesis para optar el titulo de ingeniero civil* . Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica , 2019.
- **Tunque Arias, Joao and Colos Ccallme , Edwin . 2020.** Evaluacion del desempeño sismico del Pabelon de geologia - UNSA. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil* . Arequipa : s.n., 2020.
- **Urcia Osorio, Marco Antonio y Moncayo Belevan, Vanessa Paula. 2021.** Evaluacion del desempeño sismico y propuesta de reforzamiento del colegio 780 Pre I.E. N°1172 Ciro Alegria. Lima : Universidad San Ignacio de Loyola, 2021.
- **Villareal Castro , Genner. 2017.** *No Linealidad fisica en edificaciones de concreto armado.* Trujillo : Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L., 2017. p. 56. Vol. 1.

- **Urteaga Loayza, Waldir Manuel. 2019.** Nivel de desempeño sísmico del Edificio N°1 de la institución educativa San Ramon . *Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias* . Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.
- **Valderrama Mendoza, Santiago Rufo. 2013.** Guía para elaborar la tesis universitaria escuela de posgrado. s.l. : UCV, 2013.
- **Yugcha, Quilumba Bolívar Iván and Villalba , Nieto Paola Ximena. 2018.** evaluación estructural usando el método de Pushover en una edificación construida de manera informal y determina el punto de desempeño sísmico para un evento máximo del sismo, sector La Forestal, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Canton, Quito, Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2018.

## Anexos



### Formato de Validación de Criterios de Expertos

#### I. Datos Generales

Fecha	28/01/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de investigación EIRL
Instrumento a validar	Escáner – acero
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Bergel Huarca Quillile

#### II. Criterios de validación del instrumento

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

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

Criterios	Indicadores	D	R	B
		(1)	(2)	(3)
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X	
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>3</b>

#### III. Coeficiente de Validez

$$\frac{0 + 18 + 3}{30} = 0.70$$

**Ing. Daniel Mario Gonzalez Arce**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 258786  
 Reg. RNP. N° 118910

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	28/01/2022
Validador	Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce
Cargo e institución donde labora	Gerente General DGA Laboratorio de investigación EIRL
Instrumento a validar	Esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Bergel Huarca Quillille

**II. Criterios de validación del instrumento**

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

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

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.		X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X	
<b>TOTAL</b>			<b>20</b>	

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 20 + 0}{30} = 0.67$$



Ing. Daniel Mario Gonzalez Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 256786  
 Rsg. RNP. N° 118910



**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Claudio Julio Ponce Saldivar
Cargo e institución donde labora	Consultor de proyectos
Instrumento a validar	Esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Bergel Huarca Quillille

**II. Criterios de validación del instrumento**

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

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

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

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 16 + 6}{30} = 0.73$$

  
 Ing. Claudio Julio Ponce Saldivar  
 CIP. N° 135651

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing. Claudio Julio Ponce Saldivar
Cargo e institución donde labora	Consultor de proyectos
Instrumento a validar	Escáner – acero
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Bergel Huarca Quillile

**II. Criterios de validación del instrumento**

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

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

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

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 14 + 9}{30} = 0.77$$



Ing. Claudio Julio Ponce Saldivar  
CIP. N° 135651

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing Yonny Leo Denegri Denegri
Cargo e institución donde labora	Jefe de obras - Paucarpata
Instrumento a validar	Esclerómetro
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Bergel Huarca Quillile

**II. Criterios de validación del instrumento**

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

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

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

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 14 + 9}{30} = 0.76$$

  
 Yonny L. Denegri Denegri  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 162648

**Formato de Validación de Criterios de Expertos****I. Datos Generales**

Fecha	27/01/2022
Validador	Ing Yonny Leo Denegri Denegri
Cargo e institución donde labora	Jefe de obras - Paucarpata
Instrumento a validar	Escáner – acero
Objetivo del instrumento	Validación
Autor(es) del instrumento	Bergel Huarca Quillile

**II. Criterios de validación del instrumento**


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

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

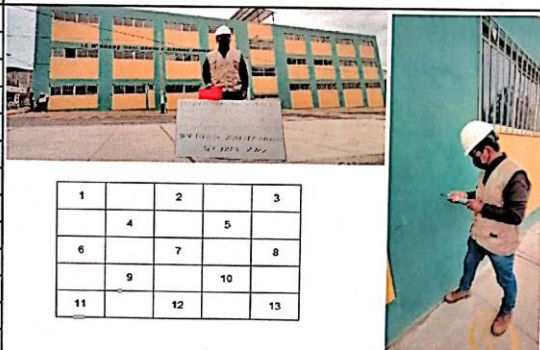
Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.		X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.		X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.		X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.		X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X	
<b>TOTAL</b>			<b>18</b>	<b>6</b>

**III. Coeficiente de Validez**

$$\frac{0 + 18 + 6}{30} = 0.80$$

  
 Yonny L. Denegri Denegri  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 162648

## **ENSAYOS DE CAMPO**

RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																												
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																												
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA																												
Ubicación: Uchumayo - Arequipa																												
Tesisista: Huarca Quillille Bergel																												
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																												
Fecha de Ensayo: 10/01/2022																												
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																												
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1																									
Descripción Estructural:	Columna L	Nº Punto:	1																									
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA																												
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	<p style="text-align: center;">ESQUEMA DE TOMA DE DATOS</p>  <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr><td>1</td><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td>7</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td></td><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td>12</td><td></td><td>13</td></tr> </table>	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13
1		2			3																							
	4			5																								
6		7			8																							
	9			10																								
11		12			13																							
1	36.00	28.80																										
2	34.00	26.00																										
3	35.00	26.80																										
4	34.00	26.00																										
5	32.00	23.00																										
6	30.00	20.00																										
7	35.00	26.80																										
8	34.00	26.00																										
9	35.00	26.80																										
10	32.00	23.00																										
11	34.00	26.00																										
12	35.00	26.80																										
13	36.00	28.80																										
<b>Promedio</b>		<b>25.75</b>	<b>Resistencia Estimada (Mpa)</b> <b>25.75</b>																									
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>																												
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>																												
<b>f'c=</b>		<b>263.00</b>	<b>kg/cm2</b>																									

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

<b>f'c=</b>	<b>229.07</b>	<b>kg/cm2</b>
-------------	---------------	---------------


**LABORATORIO DGA EIRL**  
 Ing. Daniel M. Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 R.G. CIP. N° 256786


**LABORATORIO DGA EIRL**  
 Ing. Chauqueña Puma  
 TECNICO LABORATORISTA



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesista: Huarca Quillille Bergel			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN: Piso 1	
Descripción Estructural:	Columna T	Nº Punto: 2	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	33.00	24.20	
2	34.00	26.00	
3	35.00	26.80	
4	35.00	26.80	
5	34.00	26.00	
6	34.00	26.00	
7	35.00	26.80	
8	36.00	28.80	
9	35.00	26.80	
10	34.00	26.00	
11	34.00	26.00	
12	33.00	24.20	
13	32.00	23.00	
Promedio		25.95	Resistencia Estimada (Mpa) 25.95
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		265.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f'c= 230.82 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 RES. CIP N° 256785

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Tcc. Angélica Puma  
 TÉCNICO LABORATORISTA

☎ 947715581-982133108

✉ dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

📍 Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
 Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SÍSMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGÓN IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesista: Huarca Quillille Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Columna T	N° Punto: 3
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	34.00	26.00
2	34.00	26.00
3	35.00	26.80
4	33.00	24.20
5	34.00	26.00
6	35.00	26.80
7	34.00	26.00
8	32.00	23.00
9	32.00	23.00
10	34.00	26.00
11	34.00	26.00
12	35.00	26.80
13	35.00	26.80
Promedio		25.65
		Resistencia Estimada (Mpa)
		25.65
		FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f <sub>c</sub> =		262.00 kg/cm2

**ESQUEMA DE TOMA DE DATOS**

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f<sub>c</sub> = 228.20 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 256786

LABORATORIO DGA EIRL  
Téc. Ing. Chiquiçaña Puma  
TECNICO LABORATORISTA

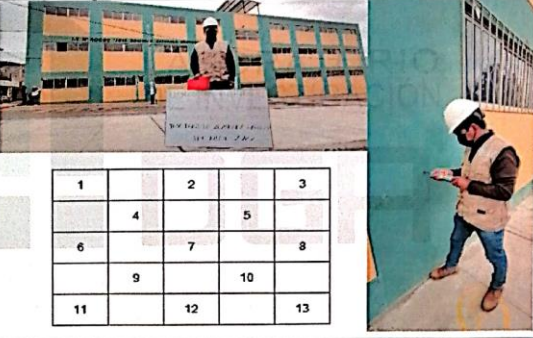
947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
Arequipa - Arequipa






RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesisista: Huarca Quillille Bergel			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Columna T	N° Punto:	4
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	<b>ESQUEMA DE TOMA DE DATOS</b> 
1	33.00	24.20	
2	34.00	26.00	
3	34.00	26.00	
4	34.00	26.00	
5	32.00	23.00	
6	34.00	26.00	
7	34.00	26.00	
8	32.00	23.00	
9	34.00	26.00	
10	31.00	22.00	
11	32.00	23.00	
12	33.00	24.20	
13	31.00	22.00	

Promedio		24.42	Resistencia Estimada (Mpa)	24.42
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2				
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO				
f'c=		249.00	kg/cm2	

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f'c= 216.88 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 R.G. CIP N° 2557

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Teófilo Aníbal Quispacoma  
 TÉCNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA. Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA																		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa																		
Tesis: Huarca Quillille Bergel																		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022																		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1																
Descripción Estructural:	Columna L	N° Punto: 5																
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA																		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	<b>ESQUEMA DE TOMA DE DATOS</b>  <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> <tr><td>9</td><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr> </table>	1	2	3	4	5		6	7	8	9	10		11	12	13
1	2	3																
4	5																	
6	7	8																
9	10																	
11	12	13																
1	32.00	23.00																
2	33.00	24.20																
3	33.00	24.20																
4	34.00	26.00																
5	32.00	23.00																
6	32.00	23.00																
7	33.00	24.20																
8	35.00	26.80																
9	33.00	24.20																
10	34.00	26.00																
11	35.00	26.80																
12	33.00	24.20																
13	32.00	23.00																
<b>Promedio</b>		<b>24.51</b>	Resistencia Estimada (Mpa) <b>24.51</b>															
			<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>															
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO																		
<b>f'c=</b>		<b>250.00 kg/cm2</b>																

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f'c= 217.75 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. PROF. N° 256786

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Tec. Aníbal Chuyucña Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesisista: Huarca Quillille Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Columna L	N° Punto: 6
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	32.00	23.00
2	30.00	20.00
3	31.00	22.00
4	31.00	22.00
5	30.00	20.00
6	32.00	23.00
7	31.00	22.00
8	31.00	22.00
9	30.00	20.00
10	30.00	20.00
11	31.00	22.00
12	30.00	20.00
13	32.00	23.00
Promedio		21.46
		Resistencia Estimada (Mpa)
		21.46
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f'c= 219.00 kg/cm2		



Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f'c= 190.75 kg/cm2**

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 256786

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
  
 Tec. Ana María Quispe Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesis: Huarca Quillille Bergel			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Columna T	Nº Punto:	7
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	33.00	24.20	
2	32.00	23.00	
3	34.00	26.00	
4	33.00	24.20	
5	35.00	26.80	
6	32.00	23.00	
7	34.00	26.00	
8	33.00	24.20	
9	33.00	24.20	
10	34.00	26.00	
11	33.00	24.20	
12	32.00	23.00	
13	31.00	22.00	
Promedio		24.37	
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		249.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

f'c= 216.88 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC: 20608988948

LABORATORIO DGA EIRL  
 Tec. Antón Guisasa Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesisista: Huarca Quillille Bergel			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2	
Descripción Estructural:	Columna T	Nº Punto: 8	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	34.00	26.00	
2	34.00	26.00	
3	33.00	24.20	
4	35.00	26.80	
5	32.00	23.00	
6	33.00	24.20	
7	32.00	23.00	
8	34.00	26.00	
9	35.00	26.80	
10	33.00	24.20	
11	34.00	26.00	
12	35.00	26.80	
13	32.00	23.00	
<b>Promedio</b>		<b>25.08</b>	Resistencia Estimada (Mpa) <b>25.08</b>
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
<b>f<sub>c</sub>= 256.00 kg/cm2</b>			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f<sub>c</sub>= 222.98 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. ÚP. N° 256706

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Tec. Giancarlo Huacacaña Puma  
 TÉCNICO LABORATORISTA

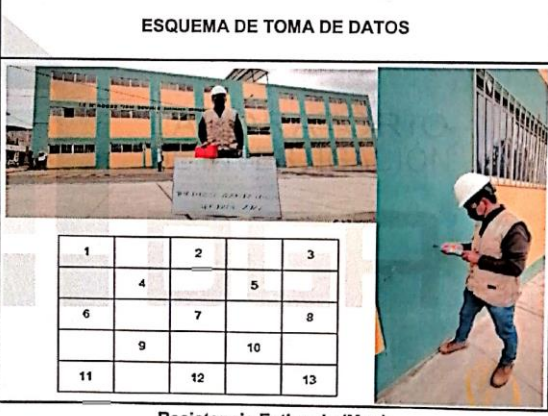
📞 947715581-982133108

✉️ dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

📍 Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesis: Huarca Quillile Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Columna T	N° Punto: 9
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	35.00	26.80
2	34.00	26.00
3	32.00	23.00
4	33.00	24.20
5	33.00	24.20
6	32.00	23.00
7	32.00	23.00
8	34.00	26.00
9	33.00	24.20
10	31.00	22.00
11	32.00	23.00
12	32.00	23.00
13	31.00	22.00
Promedio		23.88
		Resistencia Estimada (Mpa)
		23.88
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f'c=		244.00 kg/cm2



Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

f'c= 212.52 kg/cm2

Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 250786

Tec. Anibal Castañeda Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesis: Huarca Quillile Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Columna L	N° Punto: 10
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	32.00	23.00
2	32.00	23.00
3	30.00	20.00
4	33.00	24.20
5	31.00	22.00
6	33.00	24.20
7	33.00	24.20
8	32.00	23.00
9	32.00	23.00
10	31.00	22.00
11	34.00	26.00
12	33.00	24.20
13	32.00	23.00
Promedio		23.22
		Resistencia Estimada (Mpa)
		23.22
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f <sub>c</sub> = 237.00 kg/cm2		



Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

f<sub>c</sub>= 206.43 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 25876

LABORATORIO DGA EIRL  
 Tec. Antony Chuquicaña Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesista: Huarca Quillille Bergel		
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 3
Descripción Estructural:	Columna L	Nº Punto: 11
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	33.00	24.20
2	34.00	26.00
3	33.00	24.20
4	34.00	26.00
5	34.00	26.00
6	33.00	24.20
7	32.00	23.00
8	34.00	26.00
9	33.00	24.20
10	32.00	23.00
11	33.00	24.20
12	32.00	23.00
13	33.00	24.20

ESQUEMA DE TOMA DE DATOS			
1		2	3
	4		5
6		7	8
	9		10
11		12	13

	Resistencia Estimada (Mpa)
<b>Promedio</b>	<b>24.48</b>
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>	
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO	
<b>f'c=</b>	<b>250.00 kg/cm2</b>

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f'c= 217.75 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL

Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 255765

LABORATORIO DGA EIRL

Tec. Ana María Huacaca Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ina.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesista: Huarca Quillille Bergel			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN :	Piso 3
Descripción Estructural:	Columna T	Nº Punto:	12
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS
1	33.00	24.20	
2	34.00	26.00	
3	32.00	23.00	
4	33.00	24.20	
5	34.00	26.00	
6	35.00	26.80	
7	30.00	20.00	
8	32.00	23.00	
9	34.00	26.00	
10	33.00	24.20	
11	32.00	23.00	
12	32.00	23.00	
13	31.00	22.00	
Promedio		23.95	Resistencia Estimada (Mpa) 23.95
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c= 244.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

f'c= 212.52 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 256786

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Chiquicana Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesis: Huarca Quillille Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 3
Descripción Estructural:	Columna T	N° Punto: 13
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	33.00	24.20
2	32.00	23.00
3	30.00	20.00
4	31.00	22.00
5	29.00	19.00
6	31.00	22.00
7	32.00	23.00
8	32.00	23.00
9	33.00	24.20
10	34.00	26.00
11	30.00	20.00
12	31.00	22.00
13	32.00	23.00
Promedio		22.42
		Resistencia Estimada (Mpa) 22.42
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f <sub>c</sub> = 229.00 kg/cm2		

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

f<sub>c</sub>= 199.46 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 255766

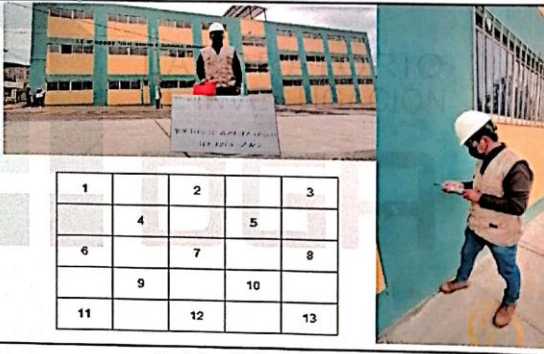
LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Antonio Chuquicana Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

📞 947715581-982133108

✉️ dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

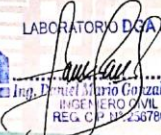
📍 Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesis: Huarca Quillile Bergel			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 3	
Descripción Estructural:	Columna T	N° Punto: 14	
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	<b>ESQUEMA DE TOMA DE DATOS</b> 
1	34.00	26.00	
2	32.00	23.00	
3	32.00	23.00	
4	32.00	23.00	
5	31.00	22.00	
6	34.00	26.00	
7	35.00	26.80	
8	30.00	20.00	
9	32.00	23.00	
10	32.00	23.00	
11	33.00	24.20	
12	32.00	23.00	
13	31.00	22.00	
<b>Promedio</b>		<b>23.46</b>	Resistencia Estimada (Mpa) <b>23.46</b>
			<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>			
<b>f'c= 239.00 kg/cm2</b>			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

**f'c= 208.17 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 114256785

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Tec. Arlene Chuquicaña Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesis: Huarca Quillille Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 3
Descripción Estructural:	Columna L	N° Punto: 15
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA HORIZONTAL EN COLUMNA		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	33.00	24.20
2	32.00	23.00
3	31.00	22.00
4	33.00	24.20
5	34.00	26.00
6	30.00	20.00
7	31.00	22.00
8	31.00	22.00
9	32.00	23.00
10	34.00	26.00
11	34.00	26.00
12	32.00	23.00
13	30.00	20.00
Promedio		23.18
		Resistencia Estimada (Mpa)
		23.18
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f'c=		236.00 kg/cm2

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 87.10%.

f'c= 205.56 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 256786

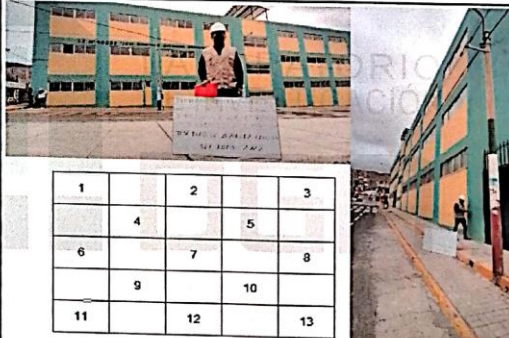
LABORATORIO DGA EIRL  
 Tec. Xany Chiquicana Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmaonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesista: Huarca Quillille Bergel			
VºBº Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 50)	Nº Punto:	16
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
Nº	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS 
1	37.00	24.00	
2	36.00	22.30	
3	35.00	21.00	
4	37.00	24.00	
5	37.00	24.00	
6	37.00	24.00	
7	35.00	21.00	
8	35.00	21.00	
9	37.00	24.00	
10	37.00	24.00	
11	36.00	22.30	
12	35.00	21.00	
13	37.00	24.00	
Promedio		22.82	Resistencia Estimada (Mpa) 22.82
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c= 233.00 kg/cm2			

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 80.3%.

f'c= 187.10 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 255726

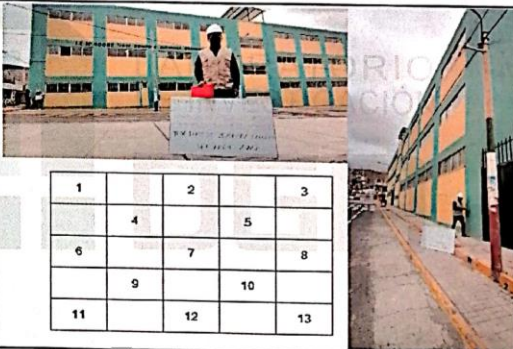
LABORATORIO DGA EIRL  
 Tec. Milton Quispeña Puma  
 TÉCNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com


Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
 Arequipa - Arequipa

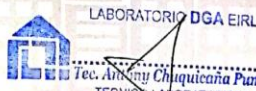


RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesisista: Huarca Quillille Bergel			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 1
Descripción Estructural:	Viga (25 x 50)	N° Punto:	17
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	<b>ESQUEMA DE TOMA DE DATOS</b> 
1	37.00	24.00	
2	35.00	21.00	
3	36.00	22.30	
4	35.00	21.00	
5	36.00	22.30	
6	37.00	24.00	
7	37.00	24.00	
8	37.00	24.00	
9	35.00	21.00	
10	37.00	24.00	
11	37.00	24.00	
12	35.00	21.00	
13	38.00	25.00	
Promedio		22.89	Resistencia Estimada (Mpa) 22.89
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
<b>RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO</b>			
f'c=		234.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 80.3%.

**f'c= 187.90 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRD  
  
 Ing. Daniel M. Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 256796

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Tec. Antony Chuquicaña Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU																												
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)																												
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA																												
Ubicación: Uchumayo - Arequipa																												
Testista: Huarca Quillille Bergel																												
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce																												
Fecha de Ensayo: 10/01/2022																												
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL																												
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2																									
Descripción Estructural:	Viga (25 x 50)	N° Punto:	18																									
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS																												
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS																									
1	36.00	22.30	<table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr><td>1</td><td></td><td>2</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td>7</td><td></td><td>8</td></tr> <tr><td></td><td>9</td><td></td><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td>12</td><td></td><td>13</td></tr> </table>	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13
1		2			3																							
	4			5																								
6		7			8																							
	9			10																								
11		12			13																							
2	36.00	22.30																										
3	37.00	24.00																										
4	37.00	24.00																										
5	35.00	21.00																										
6	35.00	21.00																										
7	38.00	25.00																										
8	34.00	19.80																										
9	35.00	21.00																										
10	37.00	24.00																										
11	37.00	24.00																										
12	36.00	22.30																										
13	38.00	25.00																										
Promedio		22.75	Resistencia Estimada (Mpa) 22.75																									
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2																												
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO																												
f'c= 232.00 kg/cm2																												

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 80,3%.

f'c= 186.30 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel M. Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CO. N° 256786

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Tec. Tony Chuquicaña Puma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
 Arequipa - Arequipa



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU			
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesisista: Huarca Quillille Bergel			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN : Piso 2
Descripción Estructural:	Viga (25 x 50)	N° Punto:	19
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS 
1	39.00	26.00	
2	38.00	25.00	
3	38.00	25.00	
4	37.00	24.00	
5	37.00	24.00	
6	36.00	22.30	
7	39.00	26.00	
8	39.00	26.00	
9	38.00	25.00	
10	37.00	24.00	
11	36.00	22.30	
12	39.00	26.00	
13	39.00	26.00	
Promedio		24.74	Resistencia Estimada (Mpa) 24.74
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
f'c=		252.00	kg/cm2

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 80.3%.

f'c= 202.36 kg/cm2

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Ing. Daniel M. Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CH. N. 256785

LABORATORIO DGA EIRL  
  
 Juan Chiquiana Prada  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado  
 Arequipa - Arequipa





RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)			
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA			
Ubicación: Uchumayo - Arequipa			
Tesis: Huarca Quillile Bergel			
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce			
Fecha de Ensayo: 10/01/2022			
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL			
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO		UBICACIÓN: Piso 3
Descripción Estructural:	Viga (25 x 50)	N° Punto:	20
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS			
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2	ESQUEMA DE TOMA DE DATOS 
1	37.00	24.00	
2	37.00	24.00	
3	37.00	24.00	
4	38.00	25.00	
5	36.00	22.30	
6	35.00	21.00	
7	36.00	22.30	
8	38.00	25.00	
9	36.00	22.30	
10	36.00	22.30	
11	35.00	21.00	
12	36.00	22.30	
13	38.00	25.00	
<b>Promedio</b>		<b>23.12</b>	Resistencia Estimada (Mpa) <b>23.12</b>
<b>FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2</b>			
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO			
<b>f'c=</b>		<b>236.00</b>	<b>kg/cm2</b>

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 80.3%.

**f'c= 189.51 kg/cm2**

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
 Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 258766

LABORATORIO DGA E.I.R.L.  
 Tec. Aníbal Chiquicña Palma  
 TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
 dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cero Colorado,  
 Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



RESISTENCIA DEL HORMIGON IN SITU		
ESCLEROMETRO (MARTILLO DE SHMITH - ASTM C805)		
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSE DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO – AREQUIPA		
Ubicación: Uchumayo - Arequipa		
Tesista: Huarca Quillile Bergel		
V°B° Ingeniero: Ing. Msc. Daniel M. Gonzales Arce		
Fecha de Ensayo: 10/01/2022		
DATOS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL		
INFRAESTRUCTURA	PABELLON EDUCATIVO	UBICACIÓN : Piso 3
Descripción Estructural:	Viga (25 x 50)	N° Punto: 21
MIEMBRO ESTRUCTURAL: LECTURA VERTICAL EN VIGAS		
N°	LECTURA ESCLEROMETRO	RESISTENCIA ASOCIADA N/mm2
1	36.00	22.30
2	36.00	22.30
3	36.00	22.30
4	37.00	24.00
5	36.00	22.30
6	36.00	22.30
7	38.00	25.00
8	38.00	25.00
9	36.00	22.30
10	37.00	24.00
11	36.00	22.30
12	38.00	25.00
13	38.00	25.00
Promedio		23.39
		Resistencia Estimada (Mpa) 23.39
FACTOR DE CONVERSION 1Mpa=10.2 Kg/cm2		
RESISTENCIA ESTIMADA A COMPRESION DEL ELEMENTO		
f'c=		239.00 kg/cm2

**ESQUEMA DE TOMA DE DATOS**

Por tanto a que el máximo error tolerable no debe ser mayor de 20%, y que según el reporte de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un nivel de confianza de 80.3%.

**f'c= 191.92 kg/cm2**

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 253786

LABORATORIO DGA EIRL  
Tec. Anthony Chuguita Puma  
TECNICO LABORATORISTA

947715581-982133108 | dmgonzalesarce@gmail.com | dmgonzales@dga-ing.com | Urb. Aduca EA, Cero Colorado Arequipa - Arequipa

**DGA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E.I.R.L.**

ING. CIP DANIEL MARIO GONZALES ARCE  
ESP. INGENIERÍA SISMORRESISTENTE Y SANITARIA

RUC: 20608988948



Punto	Ubicación	Elemento	f <sub>c</sub>
1	Piso 1	Columna L	229.07
2	Piso 1	Columna T	230.82
3	Piso 1	Columna T	228.20
4	Piso 1	Columna T	216.88
5	Piso 1	Columna L	217.75
6	Piso 1	Columna L	190.75
7	Piso 2	Columna T	216.88
8	Piso 2	Columna T	222.98
9	Piso 2	Columna T	212.52
10	Piso 2	Columna L	206.43
11	Piso 3	Columna L	217.75
12	Piso 3	Columna T	212.52
13	Piso 3	Columna T	199.46
14	Piso 3	Columna T	208.17
15	Piso 3	Columna L	205.56
16	Piso 1	Viga (25 x 50)	187.10
17	Piso 1	Viga (25 x 50)	187.90
18	Piso 2	Viga (25 x 50)	186.30
19	Piso 2	Viga (25 x 50)	202.36
20	Piso 3	Viga (25 x 50)	189.51
21	Piso 3	Viga (25 x 50)	191.92

**PROMEDIO COLUMNAS: 214.00**  
**PROMEDIO VIGAS: 191.00**

LABORATORIO DGA EIRL  
Ing. Daniel Mario Gonzales Arce  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 216786

LABORATORIO DGA EIRL  
Tec. Anthony Chiriquiana Puma  
TECNICO LABORATORISTA



947715581-982133108

dmgonzalesarce@gmail.com  
dmgonzales@dga-ing.com

Urb. Aduca EA, Cerro Colorado  
Arequipa - Arequipa



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LD - 030 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Table with 3 columns: Item (1-5), Details (e.g., Expediente 15783, Solicitante GOAR S.A.C.), and Description/Notes (e.g., Este certificado de calibración documenta la trazabilidad...)

Table with 3 columns: Fecha de Emisión (2022-01-16), Jefe de Laboratorio de Metrología (Ing. WILLIAMS PÉREZ COELLO), and Sello (Circular stamp: METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. LABORATORIO PERU)

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642 / 719-8296 / 713-4110
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: \*849 272 / \*849 282
email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LD - 030 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

6. Método de Calibración

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

Table with 3 columns: Parameter, Inicial, Final. Rows: Temperatura (23,3 °C, 23,4 °C), Humedad Relativa (65 %, 65 %).

9. Patrones de referencia

Table with 2 columns: Patrón utilizado, Certificado de calibración. Row: Yunque de Calibración de marca FORNEY, LABORATORIO DE MATERIALES / PUCP MAT-OCT-1080/2021



10. Observaciones

- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 030 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

**11. Resultados de Medición**

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	79,5
2	80,0
3	80,5
4	80,0
5	80,5
6	80,0
7	79,5
8	79,0
9	79,0
10	80,0
<b>PROMEDIO</b>	<b>79,8</b>
<b>Desv. Estándar</b>	<b>0,54</b>



**Nota.-** El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

Fin del documento



GERENCIA REGIONAL DE EDUCACIÓN - AREQUIPA  
UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL - AREQUIPA NORTE  
**I.E. 40092**  
**"JOSÉ DOMINGO ZUZUNAGA OBANDO"**  
RUMBO A LA ACREDITACIÓN

Arequipa, 09 de febrero de 2022

Sr:

Huarca Quillie Bergel  
Bach. Ingeniería Civil  
Universidad Cesar Vallejo

**Ref. Autorización de ingreso para recolección de datos de la I.E. N°40092 JOSÉ D. ZUZUNAGA OBANDO-UCHUMAYO**

De mi consideración:

A través del presente, se le autoriza el ingreso a las instalaciones de la I.E. N°40092 JOSÉ D. ZUZUNAGA OBANDO, para llevarse a cabo la investigación: "ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO NO LINEAL ESTÁTICO (PUSHOVER) EN LA I.E. N° 40092 "JOSÉ DOMINGO ZUZUNAGA, UCHUMAYO - AREQUIPA", para:

- El acceso, toma de registros fotográfico, llenado de fichas técnicas y formularios.
- Toma de mediciones, para posterior elaboración de los planos de estructuras.
- Intervención no destructiva a los principales elementos estructurales por el ensayo de esclerometría.

Se expide la presente AUTORIZACIÓN a petición escrita de la interesada, para los fines que estime pertinente.

Atentamente:

C.E. Víctor Manuel Azevedo  
DIRECCIÓN LOCAL  
C.I. No. 1029072790