



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N°
02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. Correa Cervantes, María de los Angeles (ORCID: 0000-0002-1930-7139)

ASESORES:

Mg. Ing. Benites Chero, Julio César (ORCID: 0000-0002-6482-0505)

Mg. Ing. Cubas Armas, Marlon Robert (ORCID: 0000-0001-9750-1247)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

CHICLAYO - PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, por dame la fortaleza para seguir adelante. Él es mi guía.

A mis padres, por su dedicación y esfuerzo, por sus consejos para no rendirme jamás; son el motor de mi vida; y a mis hermanos, por sus palabras de aliento para no decaer ante las adversidades de la vida y poder concluir este proyecto con éxito.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial a Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios satisfactoriamente. A mis padres: María Cervantes García y Santos Correa Chimoy por su apoyo incondicional que me brindan día a día en mi formación profesional. Al Gobierno Regional de Lambayeque, en especial al Ing. Randy Vegas Díaz y al Ing. Ricardo Leyva Salomón por brindarme el apoyo para el desarrollo de mis practicas pre-profesionales y por la información brindada para el desarrollo del presente proyecto de tesis. Al Ing. Marlon Cubas Armas y al Ing. Julio Benites Chero por la orientación constante durante el desarrollo del proyecto de tesis.

Página de Jurado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 10:00 horas del día 16 de mayo del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0809 - 2019 -UCV-CH, de fecha 14 de mayo de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL APLICADO AL DISEÑO SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE N° 02 DE AULAS DEL COLEGIO MILITAR ELÍAS AGUIRRE – CHICLAYO**, presentada por la Bachiller: **CORREA CERVANTES, MARIA DE LOS ANGELES** con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: **Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz**
- Secretario: **Mg. Julio César Benites Chero**
- Vocal: **Mg. Marlon Cubas Armas**

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobar por unanimidad.

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 16 de mayo del 2019

Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz

Presidente

Mg. Julio César Benites Chero
Secretario

Mg. Marlon Cubas Armas
Vocal

Declaratoria de Autenticidad

La presente tesis representa el requisito para obtener el título de Ingeniera Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo.

Yo, María de los Angeles Correa Cervantes con DNI N° 77128933, declaro que la investigación denominada “Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo” es auténtica y original. En tal sentido expreso que el contenido es de mi responsabilidad.

Chiclayo, Mayo de 2019



MARÍA DE LOS ANGELES CORREA CERVANTES

DNI: 77128933

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página de Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática:	1
1.2. Trabajos Previos:	3
1.2.1. A nivel internacional.	3
1.2.2. A nivel nacional:.....	4
1.2.3. A nivel local:	6
1.3. Teorías relacionadas al tema:	8
1.3.1. Modelo Estructural:	8
1.3.2. Análisis Sísmico Estático:	9
1.3.3. Análisis Sísmico Dinámico: (RNE-E-030, 2018, p. 15).....	11
1.3.4. Análisis Estático No Lineal (AENL):.....	12
1.3.5. Diseño Sismorresistente	16
1.4. Formulación del problema:	18
1.5. Justificación del estudio:	18
1.6. Hipótesis:	19
1.7. Objetivos:	19
II. METODO	20
2.1. Diseño de la Investigación:	20
2.2. Variables, Operacionalización:	20
2.3. Población y Muestra:	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad: ...	24
2.5. Método de análisis de datos:	25
2.6. Aspectos Éticos:	25
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIONES	31

V. CONCLUSIONES.....	33
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS.....	39
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	68
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS.....	69
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .	70

Índice de Tablas

Tabla 1. Límites para distorsiones del entrepiso	11
Tabla 2. Descripción de los estados de daño y niveles de desempeño	15
Tabla 3. Valores límites de la deriva máxima de entrepiso para los niveles de desempeño	16
Tabla 4. Operacionalización de variables	21
Tabla 5. Colegios en la Ciudad de Chiclayo.....	23
Tabla 6. Distorsiones de entrepiso.....	27
Tabla 7. Matriz de consistencia	40
Tabla 8. Cargas asignadas a la estructura en la dirección x-x	60
Tabla 9. Cargas asignadas a la estructura en la dirección y-y	61

Índice de Figuras

Figura 1. Curva de Capacidad	13
Figura 2. Ley de evolución de los costos, ley de Sitter	18
Figura 3. Vista 3D del Bloque N° 02 de Aulas	24
Figura 4. Vista del modelamiento del Módulo de Aulas.....	26
Figura 5. Espectro de capacidad en la dirección x-x	27
Figura 6. Espectro de capacidad en la dirección y-y	27
Figura 7. Curva de Pushover en la Dirección “x” y “y”.....	28
Figura 8. Punto de desempeño sísmico en la dirección “x” y “y”.....	29
Figura 9. Diseño de la columna T y la columna L	30
Figura 10. Vista general del módulo de Aulas del Colegio Militar Elías Aguirre	42
Figura 11. Vista 3D del Análisis Pushover en la dirección x-x y la dirección y-y	52
Figura 12. Desplazamiento en la dirección x-x, 1° paso	53
Figura 13. Desplazamiento en la dirección x-x, 2° paso	53
Figura 14. Desplazamiento en la dirección x-x, 3° paso	54
Figura 15. Desplazamiento en la dirección x-x, 4° paso	54
Figura 16. Desplazamiento en la dirección x-x, 5° paso	55
Figura 17. Desplazamiento en la dirección x-x, 6° paso	55
Figura 18. Desplazamiento en la dirección x-x, 7° paso	56
Figura 19. Desplazamiento en la dirección x-x, 8° paso	56
Figura 20. Desplazamiento en la dirección x-x, 9° paso	57

Figura 21. Desplazamiento en la dirección x-x, 10° paso	57
Figura 22. Desplazamiento en la dirección x-x, 11° paso	58
Figura 23. Desplazamiento en la dirección y-y, 1° paso	58
Figura 24. Desplazamiento en la dirección y-y, 2° paso	59
Figura 25. Cargas asignadas en la dirección x-x	60
Figura 26. Cargas asignadas en la dirección y-y	61

RESUMEN

La presente investigación muestra el uso del análisis estático no lineal a través de la metodología *Pushover* con el fin de verificar el diseño sismorresistente de edificaciones de categoría esencial. Se cuenta con la información de un colegio: Módulo N° 02 de Aulas del Colegio Militar Elías Aguirre; se evaluó la estructura existente considerando la norma actual E-030-2018 en su estado lineal y con la metodología *Pushover* en el estado no lineal para verificar el estado actual de dicha edificación, así mismo identificar la ubicación de elementos en donde se generan rótulas plásticas y rediseñar dichos elementos que mantienen al colegio en un estado de desempeño no deseado ante un catástrofe natural.

Con el diseño propuesto asegura que la estructura tenga el comportamiento adecuado ante un evento sismo, el desempeño esperado y el cumplimiento de la filosofía sismorresistente que propone la norma E-030 para colegios e instituciones educativas.

El objetivo principal es realizar el análisis estático no lineal mediante la metodología *Pushover* para verificar el diseño sismorresistente de la estructura.

En el **Capítulo I**, se muestra el objetivo general y los objetivos específicos, el planteamiento del problema, la justificación de la investigación. En el **capítulo II**, se plantea la metodología, técnicas e instrumentos, en el **Capítulo III**, se da a conocer los resultados, en el **Capítulo IV** se realiza las discusiones, en el **Capítulo V** se da a conocer las conclusiones y en el **Capítulo VI** se presenta las recomendaciones para futuras investigaciones.

Palabras claves: Análisis Estático No Lineal, *Pushover*, Diseño Sismorresistente.

ABSTRACT

The present investigation shows the use of non-linear static analysis, Pushover methodology, in the seismic design of building structures of essential category. We have the information of a school built: Module No. 02 of Classrooms of Elias Aguirre Military College; the existing structure was evaluated considering the current standard E-030-2018 in its linear state and with the Pushover methodology in the non-linear state to verify the current state of seismic performance of the structure, identify the location of elements where ball joints are generated plastic and redesign those elements that keep the school in a state of unwanted performance before severe earthquakes.

With the proposed design, it is ensured that the structure has the proper behavior against earthquakes, the expected performance and the fulfillment of the seismic philosophy proposed by the E-030 standard for schools and educational institutions.

The main objective is to perform static non-linear analysis using the Pushover methodology to verify the seismic design of the structure.

In Chapter I, the general objective and specific objectives, the approach of the problem, the justification of the investigation are announced. In chapter II, the methodology, techniques and instruments are presented, in Chapter III, the results are announced, in Chapter IV the discussions are made, in Chapter V the conclusions are made known and in Chapter VI the recommendations for future research are presented.

Keywords: Nonlinear Static Analysis, *Pushover*, Earthquake Resistant Design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática:

En el transcurso de los últimos años, la conmoción de la tierra es uno de los fenómenos naturales más habituales que destruye todo a su paso, generando prejuicio en la población.

Sandoval nos comenta:

“En el Perú existe una intensa actividad sísmica, según la descripción de los terremotos más catastróficos fueron en los años: 1966, 1970, 1974, 1996, 2001, 2007, estos han causado un ámbito económico y social bastante considerable en nuestro país.” (2017, p. 13)

Por tal motivo los inmuebles deben tener un diseño que sea apto de resistir las fuerzas sísmicas que se produce de modo inesperada, a fin de cuidar y proteger a los seres humanos, esta meta es una de las responsabilidades que asumen los ingenieros, es por ello que existen metodologías que hacen factible que el análisis estructural se acerque a la realidad, como es el método *Pushover*, no obstante ya tiene años de ser publicado, inclusive hasta el momento no se le está tomando la debida atención en nuestro país.

Carpio sostiene al respecto:

“Existen diversos métodos de análisis de diseño estructural, los más empleado son los procedimientos lineales sin embargo no se asemejan a la verdad, en vicisitud el análisis no lineal a través del método *Pushover* somete a la estructura ante movimientos sísmicos para encontrar la demanda de desplazamientos y así poder localizar el nivel de damnificación de cada elemento, es un método optimo pero por su dificultad no es muy empleado en el análisis estructural de edificaciones.” (2017, p. 14).

A todas las estructuras se debe de constatar su diseño estructural antes de ser construida para eludir miles de fallas ante la apariencia de evento natural, hoy en día en nuestra zona de estudio un 80% de la localidad viven en construcciones informales sin organización técnica, es decir no tienen el diseño estructural de características mínimas, por eso cuando hay eventos telúricos estas estructuras son las más afectadas, es por ello que debemos de prevenir estas acciones durante la

ejecución de edificaciones; ya que nos ayuda a economizar en lugar de tomar medidas correctivas posteriores de la ejecución, tales como refuerzo, protecciones, o reparaciones.

Según el reglamento RNE E-030-2018, los Centros Educativos son denominados como “edificaciones esenciales”, en el cual se establece que: “sus actividades de ningún modo se deben suspender luego que se produce un evento telúrico.”, es decir sus estructuras son capaces de resistir cualquier actividad sísmica inesperada.

El colegio militar Elías Aguirre fue edificado el año **2016**, su proyecto fue elaborado bajo la norma E-030-2008, y a la fecha dicha norma presenta modificaciones que alteran los resultados de los análisis que fueron sometidos, es por ello que es de suma importancia evaluar la estructura para conocer su nivel de desempeño sísmico.

1.2. Trabajos Previos:

1.2.1. A nivel internacional.

DUARTE Bonilla, MARTÍNEZ Chavarría y SANTAMARÍA Díaz (2017, p. 27), en su informe denominada: “Análisis estático no lineal - *Pushover* del cuerpo principal de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador”, investigación presentada para optar el título profesional de ingeniero civil en la universidad de El Salvador de San Salvador, tuvo como objetivo: “Aplicar el análisis estático no lineal *Pushover* para identificar el comportamiento estructural del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador.” Llegando a la siguiente conclusión: “Mediante el método ATC-40 Espectro de Capacidad realizado con el software Sap2000 se obtuvo un valor de cortante de 2258.87 Tn y un desplazamiento de 10.94 cm.”

Se obtuvo los datos previamente mencionados con la curva de capacidad o también llamada curva *Pushover*; el cual se determinó que la estructura tiene el nivel de desempeño de seguridad de vida, es decir si ocurre un sismo la estructura tendría daños moderados (pérdida de rigidez en algunos elementos estructurales).

VALENCIA Vasconez (2012, p. 6), en su indagación denominada “Análisis del método modal *Pushover* y su incidencia en el cálculo de pórticos de hormigón armado en el cantón de Ambato”, investigación presentada para obtener el título de ingeniero civil ante la universidad técnica de Ambato, Ecuador. Tuvo como objetivo: “Desarrollar el análisis del método *Pushover* para determinar cómo contribuye en los pórticos de concreto armado.” En su conclusión detalla “Para esta investigación la estructura es de categoría residencial; es decir luego de un movimiento sísmico la estructura debe seguir en funcionamiento, al analizar dicha estructura a través del *Pushover* se identificó que el desempeño de la estructura es de seguridad óptima.”

Las estructuras que son de categoría esencial al realizar su diseño sismorresistente se le debe asignar un nivel de segura óptimo con una firmeza muy considerable, con la finalidad que después que ocurra algún evento sísmico la edificación siga funcionando con normalidad.

CHICAS Medrano, DÍAZ Ríos y VENTURA Benítez (2015, p. 27), en su indagación denominada “Propuesta y utilización de la metodología de evaluación estructural por desempeño sísmico para edificaciones”. Investigación expuesta para optar al título de ingeniero civil, en la universidad de El Salvador, en San Salvador, tuvo como finalidad: “Plantear un método de evaluación por desempeño sísmico para delimitar la capacidad de edificios de concreto reforzado y estimar el nivel de desempeño”. En su conclusión nos dice que: “Con el método propuesto (Desempeño sísmico) se puede obtener la estimación estructural de la edificación existente, ya que nos permite determinar el nivel de desempeño y el comportamiento que esta posee ante un eventual cargas laterales, la estructura en estudio cumple con el nivel de desempeño de seguridad de vida.”

Sin duda alguna esta herramienta de análisis y diseño es de gran ayuda en los proyecto de edificaciones, ya que nos da un alcance real de las estructuras al ser sometida a cargas laterales, este análisis implica un mejor conocimiento y juicio por parte de los ingenieros civiles.

1.2.2. A nivel nacional:

CARPIO Díaz (2017, p. 43) en su investigación denominada: “Análisis comparativo de un edificio aporticado con aislación sísmica y sin aislación sísmica mediante el método estático no lineal del Centro Médico Pichanaqui, Junín en el 2017”, investigación para optar el título de ingeniero civil ante la universidad César Vallejo, Lima; el cual tiene como objetivo principal: “Efectuar el análisis de una edificación aporticada con y sin aislación sísmica mediante el método estático no lineal en el Hospital Pichanaqui”, por lo cual llego a la conclusión que: “El desarrollo del análisis comparativo se obtuvo siguiendo los parámetros que propone el ATC-40 y el FEMA-356 por medio del análisis *Pushover*, el cual permitió tener una visión global del comportamiento de ambas estructuras (con y sin aislación sísmica), a través de la curva de capacidad que dio como resultado que están dentro de los parámetros para una edificación esencial, lo cual se determinó que el edificio tiene un buen desempeño para ambas estructuras (con aislación sísmica y sin aislación sísmica).”

ESTEBA Apaza (2017, p. 25), en su investigación denominada: “Análisis estático y dinámico no lineal en el desempeño de una estructura de concreto armado diseñado con la normativa E-030 en Puno”. Investigación expuesta para optar al título de ingeniero civil en la universidad Nacional del Altiplano, Puno. Tuvo como objetivo general: “Identificar el comportamiento y nivel de desempeño de una edificación a través de un análisis estático y dinámico no lineal”. En su conclusión señala: “En efecto del análisis no lineal estático se pudo decretar el nivel de desempeño del edificio, el cual se encuentra a una categoría IO (ocupación inmediata), donde el punto de desempeño muestra una deformación máxima 4.46 cm, por lo tanto la estructura puede resistir un eventual terremoto de probabilidad de recurrencia en 50 años según RNE sin sufrir algún daño estructural; sin embargo el análisis dinámico no lineal dio resultados más detallados y precisos, como las deformaciones y esfuerzos de los elementos a través del tiempo; el cual resulto que la estructura en estudio tiene un nivel de ocupación inmediata quiere decir que la edificación es conservadora ante un evento sísmico”

Es muy importante realizar el análisis dinámico no lineal porque nos da un alcance más preciso del comportamiento de la estructura ya que trabaja con registros sísmicos ocurridos durante un determinado tiempo, y la estructura es sometida a un modelamiento y análisis para lograr un mejor desempeño y un nivel de desempeño sísmico óptimo.

VERGARA Luna y ZEVALLOS Esquivel (2014, p. 4), en su investigación denominada: “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad”. Investigación presentada para obtener el título de ingeniero civil, en la universidad privada Antenor Orrego, Trujillo. Tuvo como finalidad: “Realizar el análisis sísmico no lineal estático de un edificio de 6 pisos ubicada en Trujillo”, lo que permitió llegar al siguiente resultado: “El análisis no lineal estático (*Pushover*), permite entender el comportamiento de la estructura ante un sismo, dado que presenta la secuencia de aparición de rótulas plásticas que poco a poco llevan al estructura al colapso y al utilizar el RNE-E-030 se puede obtener el nivel de daño que produce. El punto desempeño por el método

FEMA-356, nos muestra un desplazamiento máximo de 4.13 cm, el cual se encuentra en un nivel operacional para la edificación. A modo de comparación se realizó otro método, el código ATC-40, el cual dio como resultado un desplazamiento máximo de 4.15 cm, esto confirma el resultado obtenido por el método FEMA-356.”

El análisis *Pushover* se logró siguiendo los parámetros establecidos en las normas internacionales como es el FEMA-356 y el ATC-40, son normas que nos brindan como determinar el desempeño sísmico de una estructura.

1.2.3. A nivel local:

AGURTO Montero e IPANAQUE Zapata (2015, p. 30), realizó la investigación denominada “Análisis sísmico utilizando el programa Etabs para elaborar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura educativa Felipe Santiago Salaverry, Distrito Picsi, Provincia Chiclayo, Departamento de Lambayeque”. Investigación para conseguir el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad César Vallejo, Chiclayo. Tuvo como objetivo “Evaluar el comportamiento sísmico de la institución educativa Felipe Santiago Salaverry ubicada en el Distrito de Picsi”. En su conclusión resalta que “La fuerza sísmica del análisis resulto favorable ya que la estructura cumple con las condiciones mínimas de distorsión en ambos ejes de análisis sísmico; en X su distorsión es de 0.00281475 cm y en el eje Y es de 0.000558 cm.”

HUAMAN Iturbe (2016, p. 36), en su investigación denominada: “Predicción del comportamiento sísmico por desplazamiento a través del análisis no lineal en el edificio de la universidad Cesar Vallejo – Chiclayo”. Investigación presentada para obtener el grado de Magíster en ingeniería civil con mención en estructuras en la universidad César Vallejo, Chiclayo. Tuvo como objetivo: “Identificar el comportamiento sísmico a través del análisis no lineal en las edificaciones de concreto armado de la universidad César Vallejo.”, lo que permitió llegar a la conclusión que: “La estructura solo está diseñada para salvaguardar la vida para un sismo ocasional, es decir para un sismo con una aceleración igual a 0.25 g, así mismo la estructura entra en pre-

colapso en el eje “Y” hasta los 48 mm aprox. Y llega al colapso total a los 60.8 mm. La estructura no resiste un sismo raro ya que falla en la dirección Y-Y donde las primeras rótulas de falla aparecen en las columnas “L” del eje C y D entre el primer y segundo nivel”

La presencia de una falla se debe con la aparición de las primeras rotulas plásticas en las vigas, este es un mecanismo de falla de preferencia; cuando las rotulas plásticas aparecen en las columnas primero es un mecanismo indeseado, ya que la estructura puede colapsar totalmente, a esta falla se le conoce como columna débil.

1.3. Teorías relacionadas al tema:

La base teórica, proporcionó argumentos de las variables en estudio, siendo una de ellas el **Análisis Estático No Lineal - Pushover**.

CARPIO Saldarriaga Jorge y ZAVALA de la Cruz José (2012, p. 68). Define que: La técnica del *Pushover* es la más empleada en un estudio no lineal estático, el cual su meta es hallar la “curva de capacidad resistente” frente a movimientos sísmicos, mencionada curva vincula la cortante basal (V) ordenada, con el descentramiento máximo lateral de la estructura (D) abscisa; la curva de capacidad determina como las edificaciones se comportan después de exceder su límite elástico.

Se desarrolló el modelo estructural de la edificación en estudio a través del programa ETABS el cual permitió efectuar el análisis sísmico lineal como es el estático y dinámico para su verificación de distorsiones. Para posteriormente aplicar el análisis estructural no lineal mediante la metodología *Pushover* lo cual ayudó a determinar la curva de capacidad, punto de desempeño y el nivel de desempeño esperado de dicha estructura. La realización de lo mencionado se detalla a continuación:

1.3.1. Modelo Estructural:

Para crear el modelo estructural se empleó el software Etabs v16 v.a., donde la edificación en estudio es el Bloque N° 02 de Aulas del colegio militar Elías Aguirre, ubicado en el Km 10 carretera a Pimentel, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo (Ver Plano PU-01); con un área comprendida de 428.68 m², posee tres niveles y está conformado por dos ambientes típicos, adyacentes a escaleras a cada extremo y separados por junta sísmica (Ver plano EA-05), para llevar a cabo este modelamiento se dispone de las medidas de todos los componentes estructurales como es vigas y columnas (Ver plano **EA-06 y EB-02**), y las respectivas cargas de servicio Carga muerta y viva de la edificación en estudio.

La estructura modelada se verifica con los dos métodos de análisis sísmico contemplado en el RNE E-030-2018 que se detalla a continuación:

1.3.2. Análisis Sísmico Estático:

(RNE-E-030, 2018, p. 23) Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales que actúan en cada nivel de la estructura.

1.3.2.1. Periodo Fundamental:

Es el periodo principal de la estructura para cada dirección de análisis, se estima mediante la fórmula siguiente:

$$T = \frac{h}{CT}$$

Donde:

- ✓ h = altura de la edificación
- ✓ CT = toma el valor de 35 para edificaciones donde los elementos que soportan en la dirección tomada en cuenta sean:
 - Pórticos de concreto armado sin muro de corte.
 - Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
- ✓ CT = 45, construcciones en cuales los elementos que soportan en la dirección tomada en cuenta sean:
 - Pórticos de concreto armado con cajas de ascensores y escaleras.
 - Pórticos de acero arriostrados.
- ✓ CT = 60 construcciones de albañilería, concreto armado duales, de muros estructurales y ductilidad limitada.

1.3.2.2. Fuerza Cortante en la base de la estructura ($V_{estático}$):

La norma RNE-E030 indica que para el análisis se calculará mediante la fórmula siguiente:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Donde:

- ✓ Z= Zonificación sísmica
- ✓ U= Factor uso, según la categoría de la edificación
- ✓ C= Factor de amplificación sísmica
- ✓ S= Perfil del suelo

1.3.2.3. Estimación del Peso (P):

Se obtendrá incrementando a la carga estable y total de la construcción un porcentaje de la carga inestable (carga viva) que se determinará de la siguiente manera, según las condiciones de la estructura en estudio:

- a. En estructuras de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga inestable.
- b. En azoteas y techos se tomará el 25 % de la carga inestable.

1.3.2.4. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura:

Las fuerzas sísmicas en la dirección x en cualquier nivel, se obtendrán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$
$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

“n” es el número de niveles de la edificación, “k” es un exponente que se relaciona con el período principal de vibración de la edificación (T) en la dirección considerada, y calcula de acuerdo:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1$
- b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$

1.3.3. Análisis Sísmico Dinámico: (RNE-E-030, 2018, p. 15)

La Norma lo precisa, como un método que se puede aplicar a cualquier edificación. El análisis puede extenderse por medio de análisis modal espectral o por análisis tiempo - historia. Para esta investigación se empleará el análisis modal espectral, ya que se trata de una construcción convencional.

1.3.3.1. Aceleración Espectral:

Para la dirección horizontal se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleración, el cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Para el estudio en la dirección vertical se pondrá un espectro igual a los 2/3 del espectro que se utilizó para las direcciones horizontales.

1.3.3.2. Desplazamientos Laterales Admisibles:

El mayor descentramiento admisible de entreplanta no debe incrementar la división entre la altura del entrepiso, así como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 1. Límites para las distorsiones del entreplanta

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: RNE-E030-2018

Una vez modelado y realizado los análisis sísmicos lineales según el ítem A, se procedió a realizar el **Análisis Estático No Lineal (AENL)**. Donde se toma en cuenta los siguientes parámetros estructurales necesarios para dicho análisis.

1.3.4. Análisis Estático No Lineal (AENL):

1.3.4.1. Ductilidad:

Se define como la propiedad de los materiales de experimentar deformaciones sin llegar a producir pérdida apreciable de la rigidez y resistencia ante la acción de una carga cíclica. Un elemento estructural dúctil es aquel que ha sido diseñado para soportar deformaciones inelásticas, sin que esto implique una pérdida significativa de su resistencia y rigidez.

1.3.4.2. Rótulas Plásticas:

Una articulación plástica es un dispositivo de amortiguación de energía que permite la rotación de la deformación plástica de la unión de una columna o viga de manera rígida.

Una zona de cedencia cuya formación se inicia en una parte de un elemento estructural cuando en ésta se excede el momento de cedencia de la sección y por lo tanto se obtiene altos niveles de deformación sin un incremento notable de la carga es lo que se conoce como rótula o articulación plástica. En tal estado la sección rota como si estuviera articulada, excepto que permanece sometida al momento de agotamiento.

1.3.4.3. Curva de Capacidad o Curva Pushover:

CARPIO Saldarriaga, Jorge y ZAVALA de la Cruz, José (2012, p. 75).

La curva *Pushover* muestra la capacidad de la estructura y su comportamiento inelástico; el cual está relacionado a las fuerzas que se originan en la base de la estructura (cortante basal, V) y los descentramientos (D) en la parte superior de la estructura, por este medio de esta se puede determinar la ductilidad de la estructura y los mecanismos de formación de rótulas plásticas.

La curva de capacidad de una estructura es similar a la curva de fluencia de un material rígido, en donde inicialmente se tiene un tramo de comportamiento lineal, hasta alcanzar un esfuerzo de fluencia. Después de esto existe una degradación hasta que finalmente el material o estructura falla totalmente.

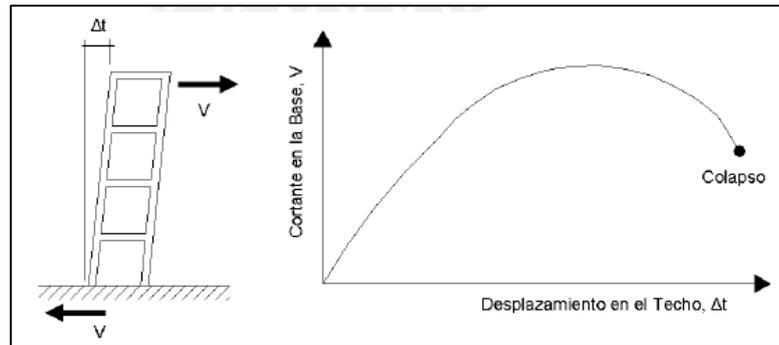


Figura 1. Curva de Capacidad
Fuente: ATC-40

1.3.4.4. Punto de Desempeño Sísmico:

El punto de desempeño resulta de la intersección entre el espectro de demanda (solicitaciones sísmicas) y la curva de capacidad (disposición de la estructura para resistir cargas).

La estructura debe estar adaptada de soportar las acciones de eventos naturales, de tal manera que la posición de la edificación cumpla con los objetivos de diseño. Mediante la funcionalidad confirmará que los miembros estructurales y no estructurales no se encuentren afectados más allá del límite que acepta los objetivos de desempeño.

El punto de desempeño sísmico es el punto de desplazamiento máximo de la edificación lo cual fue calculado por el método de AENL propuesto por el *ASCE 41-13 NSP: Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*; esta normativa de última generación enfocada en el desempeño sísmico, combina el proceso de evaluación y adecuación, el cual en el proceso de evaluación plantea un rango de niveles de desempeño desde prevención de colapso hasta operacional.

1.3.4.5. Nivel de Desempeño Sísmico:

Máximo nivel de daño permitido para un nivel de diseño sísmico determinado (nivel de demanda)

El nivel de desempeño expone una condición que se tolera, la cual se establece en tres aspectos principales:

- a. Los probables deterioros físicos, que han sido ocasionados a los componentes no estructurales y a los componentes estructurales.
- b. La advertencia de dichos daños sobre la confianza de los habitantes del inmueble.
- c. La función del edificio después del sismo.

Se detalla una reseña acerca de los niveles que estableció el grupo **VISION 2000:**

- **Totalmente Operacional:** Se encuentra en un nivel donde no existen daños. La construcción se mantiene con total seguridad para sus habitantes. En donde lo interno del edificio se encuentra funcionando con normalidad para que puedan ser utilizados. No necesita restauraciones.
- **Operacional:** se encuentran averías tolerables en los miembros no estructurales y en el interior de la estructura, asimismo en los componentes estructurales se presenta algunas averías ligeras, el cual se puede volver a habitar luego del sismo ocurrido. Dicho esto hay necesidad de pocas reparaciones, que en general son menores.
- **Seguridad:** ocurren averías leves en los miembros estructurales y no estructurales, asimismo algunas de ellas en el interior de la construcción. En este caso la rigidez lateral de la estructura y la capacidad de resistir cargas laterales adicionales, son pocas, probablemente en un porcentaje alto, asimismo, se mantiene un límite de protección ante un colapso. Las averías que se producen no permiten que la estructura vuelva a ser habitada después del sismo, por lo que probablemente haya necesidad de ser rehabilitada, teniendo en cuenta que debería ser favorable económicamente.

- **Próximo al colapso:** el deterioro de la consistencia lateral y la capacidad resistente del sistema involucra el equilibrio de la estructura que se aproxima al colapso. De este modo muchas veces son cortados los servicios de evacuación, por algunos errores internos, aunque los componentes que soportan las cargas verticales sigan funcionando con normalidad, dado esto la estructura no es segura para los habitantes, además el precio de la reparación no puede ser favorable.

Tabla 2. Descripción de los estados de daño y niveles de desempeño

ESTADO DE DAÑO	NIVEL DE DESEMPEÑO	DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo. Los sistemas de evacuación y todas las instalaciones continúan prestando sus servicios.
Leve	Operacional	Agrietamientos en elementos estructurales. Daño entre leve y moderado en contenidos y elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad.
Moderado	Seguridad	Daños moderados en algunos elementos. Pérdida de resistencia y rigidez del sistema resistentes de cargas laterales. El sistema permanece funcional. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse. Puede ser necesario cerrar el edificio temporalmente
Severo	Pre- Colapso	Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio
Completo	Colapso	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación

Fuente: VISION 2000

El grupo *VISION 2000* propone evaluar la estructura mediante el nivel de desempeño sísmico y las derivas de entrepiso como se muestra a continuación:

Tabla 3. Valores límites de la deriva máxima de entrepiso para los niveles de desempeño

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

Fuente: Tabla II-13 VISION 2000

LOA Canales, Gustavo (2017, p. 6) sostiene respecto al objetivo del desempeño sísmico: “La ingeniería tiene como objetivo evitar que los edificios colapsen, hacer que las estructuras sean sismorresistentes frente a cualquier siniestro natural, la ingeniería de ahora se encuentra basada en el desempeño, lo cual evalúa el diseño de acuerdo al nivel de peligro sísmico, por lo que las estructuras se inician luego de la estimación del comportamiento real y de la evaluación de propiedades lineales o no lineales.”

1.3.5. Diseño Sismorresistente

El RNE-E-030-2018, sostiene que El Diseño Sismorresistente consiste en:

- Impedir pérdida de vida humana.
- Confirmar que continuarán los servicios básicos.
- Disminuir la destrucción de las pertenencias.

La protección que se brinda frente a movimientos sísmicos no es muy viable en ámbito económico para la gran proporción de estructuras.

- La edificación o estructura no debe colapsar, tampoco herir de manera grave a los habitantes ante sismos severos.
- La estructura debe soportar aquellos sismos moderados de acuerdo a la locación donde se está realizando el proyecto, encontrándose propenso a la experimentación de daños que serán reparables acorde a los límites que fueron aceptados por la ubicación del proyecto.

- Las edificaciones esenciales deben ser desarrolladas con la finalidad de permanecer en condiciones operativas luego que acontecido un severo sismo. (2018, p. 6)

1.3.5.1. Diseño Sismorresistente de los puntos de falla identificados en el análisis no lineal:

La norma E-060, nos dice al respecto: Una estructura puede mejorar notablemente agregando algunos detalles en el refuerzo, con la finalidad de mejorar la ductilidad en las estructuras de modo que ante una carga anormal la estructura tenga algún daño producto de esta, de modo que el daño resultante pueda condicionarse a un área relativamente limitada y como consecuencia la estructura tenga una mayor posibilidad de mantener la estabilidad global. (2016, p. 58)

MORALES comenta al respecto: “Una estructura o edificio luego de recibir cargas extremas es importante que mantenga un comportamiento dúctil, es decir, las estructuras no deben fallar de forma frágil sin advertencia alguna, sino por el contrario debe ser capaz de resistir grandes y múltiples deformaciones producidas por cargas máximas o eventos naturales; todo eso puede ser posible si la estructura fue diseñada considerando la suficiente ductilidad para y disipar energía mediante deformaciones inelásticas.

A fin de asegurar un comportamiento dúctil, los diseñadores deben considerar para la construcción de edificaciones la cuantificación de los refuerzos longitudinales, los anclajes de refuerzos y los confinamientos del concreto comprimido para evitar diversos tipos de falla frágiles.” (2000, p. 3)

1.4. Formulación del problema:

El problema quedó definido:

¿Cómo influye el Análisis Estático No Lineal (AENL) para el diseño sismorresistente del Bloque N° 02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre, Chiclayo?

1.5. Justificación del estudio:

La investigación se argumenta **técnicamente** porque el presente trabajo aplica el diseño sismorresistente desde otro enfoque, que al no ser desarrollado en pregrado, requiere de los conocimientos e investigación para su aplicación.

Se justifica **científicamente** debido a que el diseño por desempeño no es una metodología establecida en nuestro país, su aplicación es limitada, por eso el proponer un proceso de diseño en un contexto y con una edificación desconocida como Lambayeque, sienta una base científica que se pueda ser explotada académicamente.

Se justifica **económicamente** dado que la inversión para la planificación de una estructura sismorresistente es elevada en costos, es decir la labor del ingeniero estructural es al máximo pero el desembolso para la recuperación después del movimiento sísmico es mínimo a causa del óptimo desempeño de la estructura. Considerando la Ley de los Cincos, Sitter manifiesta que la prevención o corrección del proyecto durante su tiempo de ejecución, garantiza un ahorro de 125 veces el costo, frente a las correcciones posteriores a la ejecución del proyecto, dado que se tendrá mayor inversión en actividades de refuerzo, de protección y reparación de las fallas o problemas que presenten las estructuras.

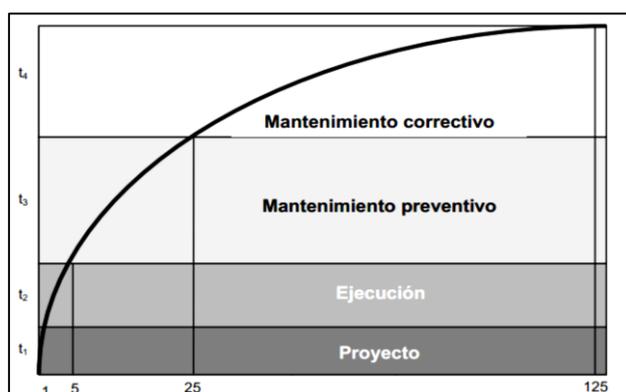


Figura 2. Ley de evolución de los costos, ley de Sitter

Fuente: Sitter, CEB RILEM

1.6. Hipótesis:

Si realizamos el Análisis Estático No Lineal (AENL) entonces se verifica el diseño sismorresistente del Bloque N° 02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre, Chiclayo.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivo General:

Realizar el Análisis Estático No Lineal (*Pushover*) para verificar el diseño sismorresistente del Bloque N° 02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- a) Diagnosticar según la norma E-030 el modelo estructural del Bloque N° 02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.
- b) Analizar con la metodología *Pushover* el Modulo N° 02 de aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.
- c) Verificar el Diseño Sismorresistente de los puntos de falla identificados en el análisis estructural no lineal del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.

II. METODO

2.1. Diseño de la Investigación:

En esta investigación se empleara el diseño descriptivo con propuesta, siguiendo el esquema que se detalla a continuación:



Donde:

M = Es la muestra de estudio.

Ox = Representa la información sobre la muestra de estudio.

Pd = Propuesta del análisis.

2.2. Variables, Operacionalización:

2.2.1. Variables:

- ✓ **Variable independiente:** *Análisis Estático No Lineal*
- ✓ **Variable dependiente:** *Diseño sismorresistente del Bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre.*

2.2.2. Operacionalización de variables.

Tabla 4. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable independiente: Análisis Estático No Lineal	<p>Purga Ronald (2015, p. 2) El análisis <i>Pushover</i> “Es una metodología del AENL que evalúa el comportamiento en el rango inelástico a las edificaciones que son sometidas a un evento natural, con el fin de determinar la capacidad resistente de la estructura.</p>	<p>Para efectuar Análisis Estático No Lineal (<i>Pushover</i>) primero se evalúa las distorsiones permitidas en la reglamentación actual (RNE_ E030-18) a través del análisis sísmico lineal, posteriormente se realiza el análisis sísmico no lineal que consiste en actuar las cargas gravitacionales en la edificación produciendo las primeras deformaciones, luego actúan las cargas laterales que se incrementan de manera monótona hasta que forma las rótulas plásticas, y así prosigue el análisis que es un proceso iterativo hasta que la edificación falle. La aplicación del AENL permite determinar la capacidad de la estructura, el punto y nivel de desempeño.</p>	<p>Modelo estructural</p>	<p>A) Lineal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis sísmico estático • Análisis sísmico dinámico <p>B) No lineal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ductilidad • Rótulas plásticas 	<p>Continua</p>
			<p>Análisis Estructural – No Lineal</p>	<p>A) Curva de Capacidad</p> <p>B) Punto de desempeño de la estructura</p> <ul style="list-style-type: none"> • ASCE 41-13 NSP <p>C) Nivel de desempeño sísmico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo VISION 2000 	

Fuente: Elaboración propia.

Continuación de la Tabla 4. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<p>Variable dependiente: Diseño Sismorresistente del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre</p>	<p><u>Genner Villarreal (2013, p. 5)</u>, El Diseño Sismorresistente tiene como objetivo que las edificaciones sean capaz de resistir y su comportamiento sea el adecuado ante un evento sísmico.</p> <p>Norma E-060 (2016, p. 58) Requisitos para la integridad estructural: La intención es mejorar la docilidad en las estructuras, de modo que si existiera algún daño en un elemento estructural, la estructura pueda resistir perfectamente la estabilidad global.</p>	<p>Con el análisis AENL se podrá identificar las rótulas plásticas en vigas, y se confirmará que no se den en las columnas. De esta información se realizará un Diseño Sismorresistente de acuerdo al cap. 21 de la norma E-060, sobre estos puntos localizados, para reforzar la integridad estructural al aumentar la ductilidad de los elementos vulnerables en una edificación esencial.</p>	<p>Diseño sismorresistente de puntos de falla identificados en el análisis estructural no lineal.</p>	<p>A) Norma E-060 - Cap. 21</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño y cumplimiento de requisitos para vigas, columnas y nudos de edificios con sistemas resistentes a fuerzas laterales de pórticos en edificaciones esenciales. 	<p>Continua</p>

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y Muestra:

2.3.1. Población:

La población está integrada por todos los colegios de la ciudad de Chiclayo con la capacidad de albergar damnificados después de un evento sísmico.

Tabla 5. Colegios en la Ciudad de Chiclayo

Nº	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
1	Colegio Privado Algarrobos	Km 7.5 Carretera Pimentel
2	Colegio Privado Bruning	Km 5 Carretera Pimentel
3	Colegio Privado Militar Elías Aguirre	Km 10 Carretera Pimentel
4	Colegio Privado Rosa María Checa	Juan Tomis Stack 170
5	Colegio Privado Santa María Reina	Av. Miguel Grau 1132 - Urb. Santa Victoria
6	Colegio Privado San Agustín	Km 8 Carretera Pimentel
7	I. E. Emblemática Karl Weiss	Av. Mariscal Nieto 520 Sector Suazo
8	I. E. Colegio Nacional San José	Av. Elvira García y García 167
9	I. E. Emblemática Nicolás La Torre	Av. Sáenz Peña 1815
10	I. E. Elvira García y García	Av. Jorge Chavez 1004
11	I.E. Nuestra Señora del Rosario	Calle Manuel Gutiérrez Candia 320 - Urb. Federico Villarreal

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. Muestra.

En esta investigación se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia, donde “los elementos de la población que serán considerados en la muestra están basados por el criterio del investigador de campo, asimismo estos elementos se pueden autoseleccionar dado que

tienen fácil disponibilidad.” (Kinneary y Taylor, 1998, p.405). Para la muestra se eligió el Colegio militar Elías Aguirre, donde se analizará solo el Bloque N° 02 de Aulas, ubicado en el Km 10 carretera a Pimentel, del Distrito Pimentel, Provincia Chiclayo. (**Ver Plano PU-01**); el cual tiene un área de 428.68 m² y está conformada por 3 niveles



Figura 3. Vista 3D del Bloque N° 02 de Aulas

Fuente: Expediente técnico de la obra.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:

a) **Técnicas de Gabinete:** para procesar los datos se utilizó técnicas e instrumentos para llevar a cabo el modelamiento y así mismo se efectuó el análisis de la edificación a través del software Etabs v16 v.a. Para la información acerca de las dimensiones de la edificación se utilizó los planos estructurales y arquitectónicos.

b) **Técnicas de Campo:** Para poder constatar los planos se empleó la técnica de observación, por lo cual se tomó apuntes y fotografías.

2.5. Método de análisis de datos:

Al Obtener el expediente técnico del proyecto, se pudo procesar y análisis los diferentes datos encontrados; para obtener los resultados se utilizó el programa Etabs v16 v.a. y así mismo hojas de cálculo en el programa Excel.

2.6. Aspectos Éticos:

En esta investigación se consideró la conformidad de los resultados y además de la confiabilidad de los datos recopilados. Con la autorización concedida por el Gobierno Regional de Lambayeque, se obtuvo la información para la presente investigación, a través del expediente técnico del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo, lo que permitió usar los planos de arquitectura y los planos estructurales del Bloque N° 02 para dicho modelamiento y análisis respectivo. Cabe resaltar que todo se realizó bajo los principios de la ética y profesional.

III. RESULTADOS

3.1. Modelo estructural del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.

Para la creación del modelo estructural del módulo de aulas se optó por utilizar el software Etabs v16 v.a., para lo cual se contó con toda la información necesaria como son los planos estructurales y arquitectónicos que fue muy útil y nos permitió tener un modelo que fue similar en las dimensiones y algunos aspectos de la edificación en estudio.

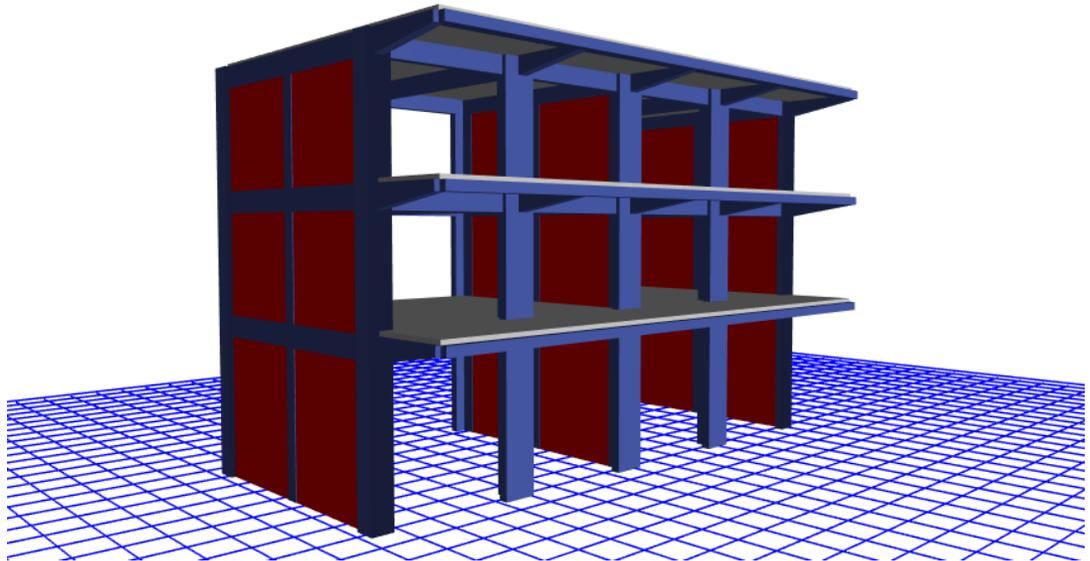


Figura 4. Vista del modelamiento del Módulo de Aulas

Fuente: Programa Etabs.

A) ANÁLISIS SÍSMICO LINEAL SEGÚN RNE_E030 -2018

- ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

La estructura es un centro educativo, el cual está ubicada en Chiclayo, tiene un suelo S_3 (Según el EMS), con los datos obtenidos podremos calcular los siguientes datos:

Tabla 6. Distorsiones de entrepiso

DIRECCIÓN X-X				DIRECCIÓN Y-Y			
Nº PISO	DIST.	DIST. MAX	VERIFICACIÓN	Nº PISO	DIST.	DIST. MAX	VERIFICACIÓN
3	0.00522	0.007	OK	3	0.00091	0.005	OK
2	0.006859	0.007	OK	2	0.001243	0.005	OK
1	0.005219	0.007	OK	1	0.001199	0.005	OK

Fuente: Elaboración propia.

- **ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO**

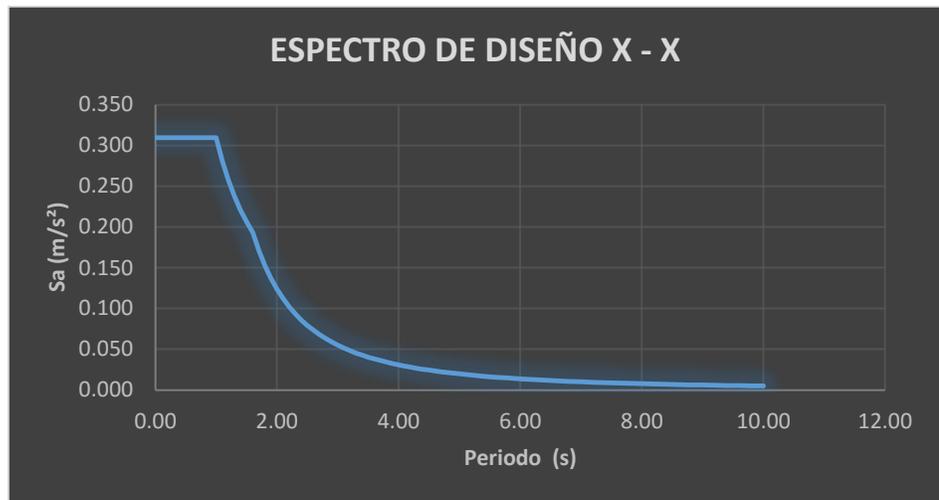


Figura 5. Espectro de capacidad en la dirección x-x

Fuente: Elaboración propia.

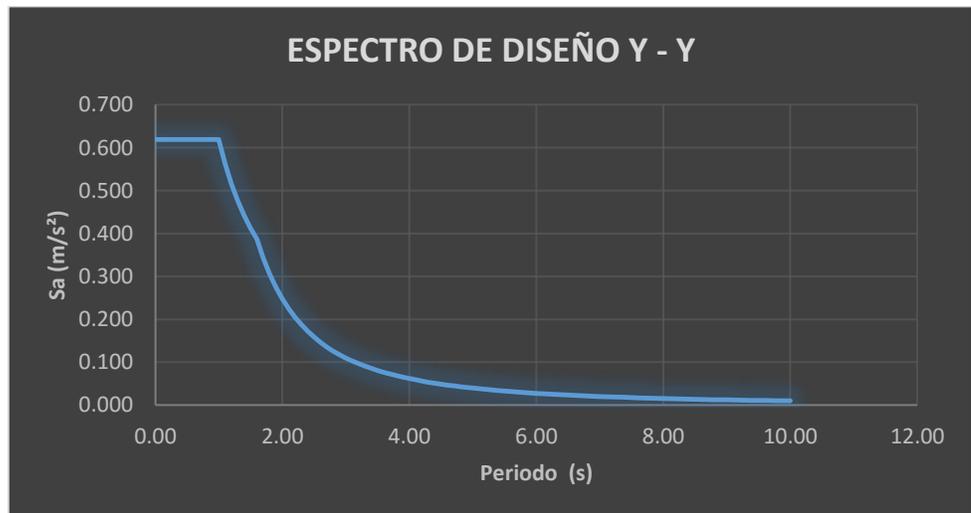


Figura 6. Espectro de capacidad en la dirección y-y

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Analizar con la metodología *Pushover* el Bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre - Chiclayo.

A) **CURVA DE CAPACIDAD O CURVA PUSHOVER:**

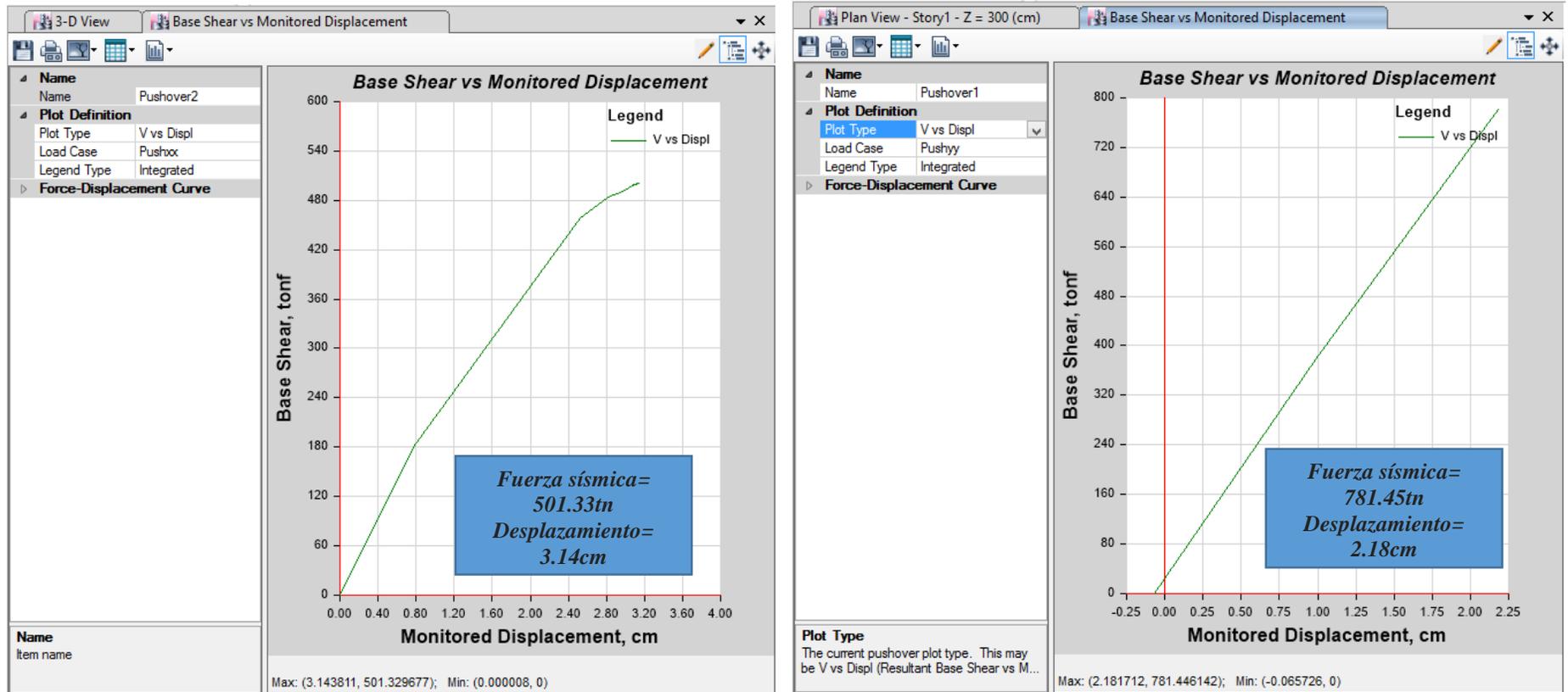


Figura 7. Curva de Pushover en la Dirección “x” y “y”

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

B) PUNTO DE DESEMPEÑO SÍSMICO:

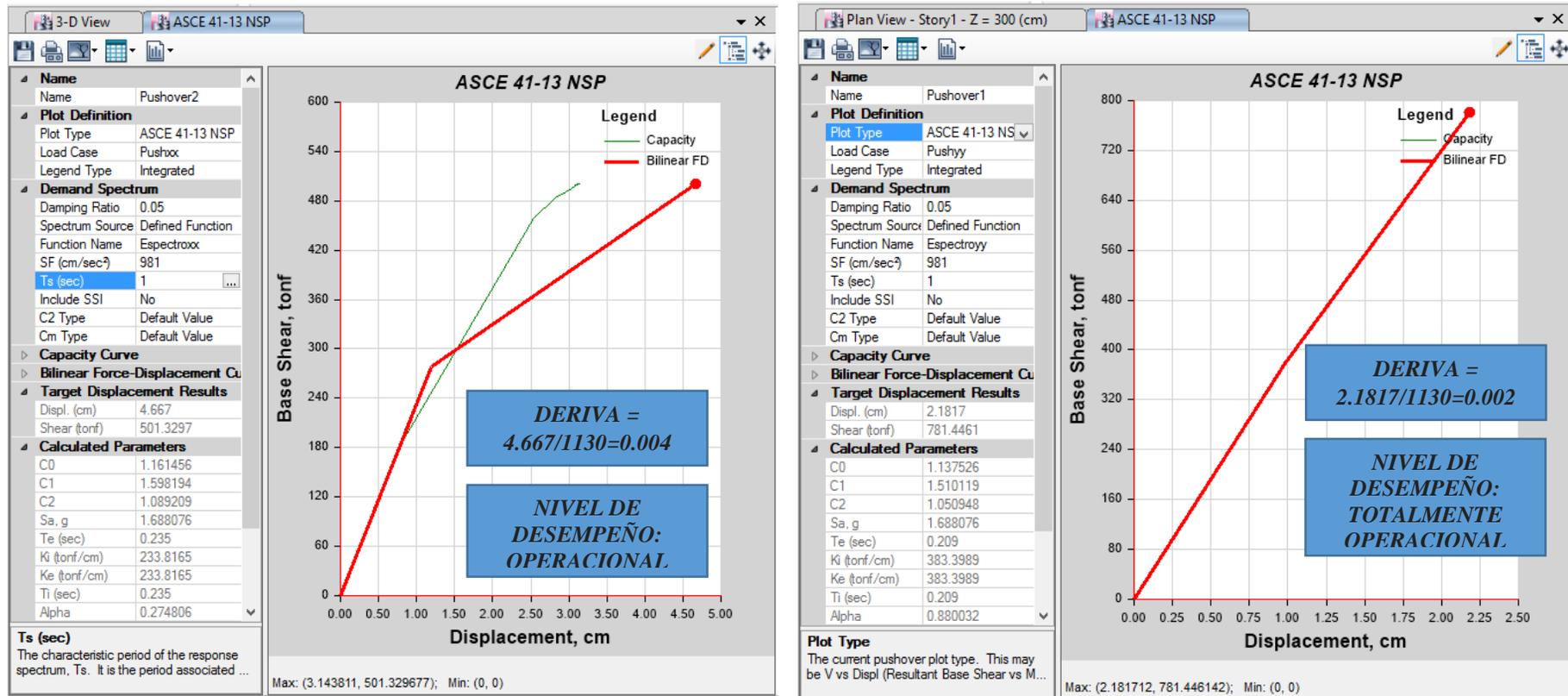


Figura 8. Punto de desempeño sísmico en la dirección “x” y “y”

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

3.3. Verificar el Diseño Sismorresistente de los puntos de falla identificados en el análisis estructural no lineal del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.

Las rótulas plásticas identificadas están en el nivel operacional con fines de verificación se han diseñado las columnas en T y L, que se presenta a continuación:

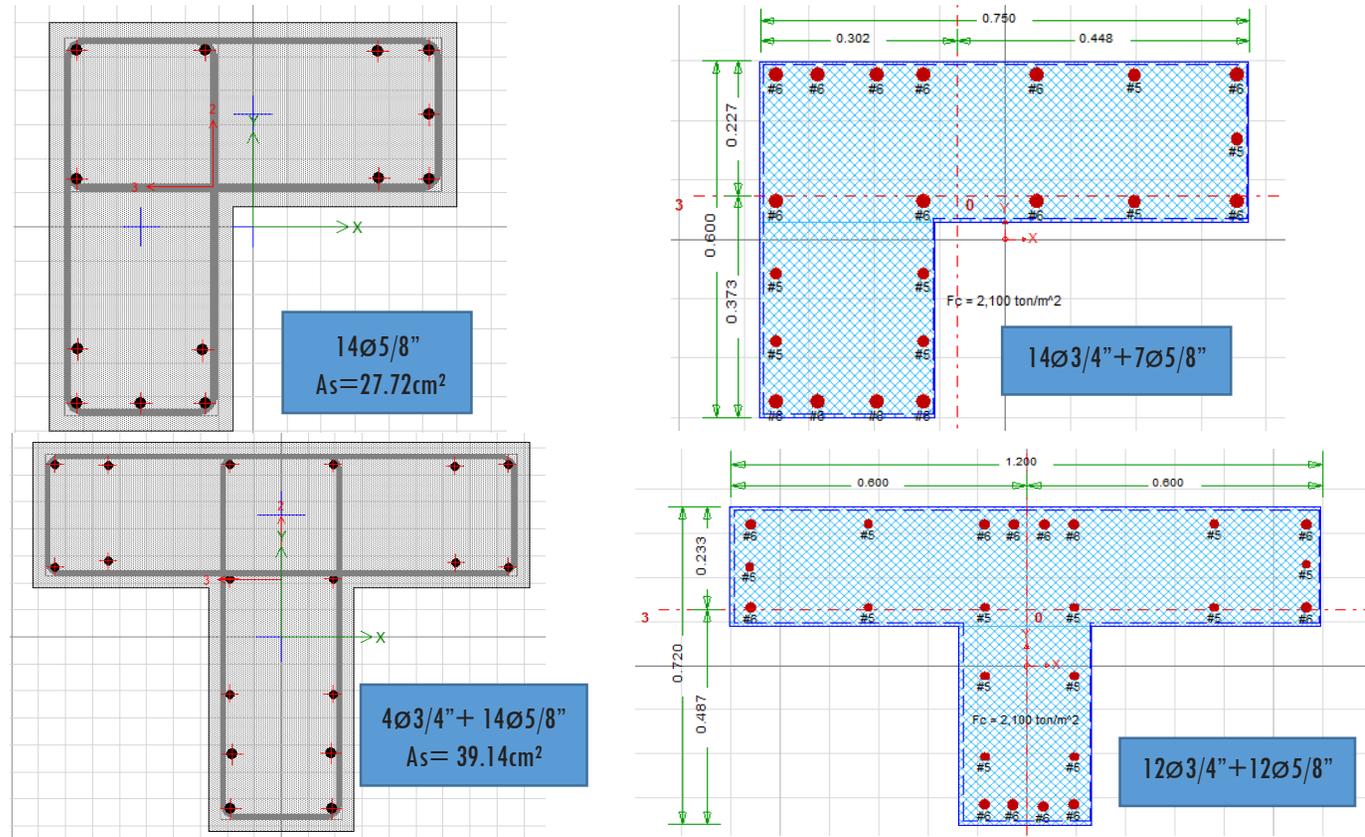


Figura 9. Diseño de la columna T y la columna L

Fuente: CSICOL V9

IV. DISCUSIONES

En el trabajo del Análisis Estático No Lineal (AENL) usando el método *Pushover* de los investigadores Duarte Bonilla, Martínez Chavarria y Santamaria Diaz, en el Cuerpo Central del edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador, ha considerado tres patrones de carga, eligiendo la curva de capacidad más desfavorable. Obtuvo un resultado de 0.011cm/t desplazamiento-cortante. En el presente estudio se ejecutó el mismo análisis sobre el módulo de aulas de Colegio Militar Elías Aguirre y el resultado obtenido es de 0.006 cm de desplazamiento por cada t de cortante que actúa sobre la estructura en la dirección X (sentido más desfavorable), el cual presenta las mismas condiciones que la edificación del estudio antecedente. En base a estos resultados, expresados en cm/t, para fines de comparación, se muestra que la rigidez del colegio Militar Elías Aguirre es mayor que el del edificio de la Facultad de Medicina, al soportar mayor cortante con reducido desplazamiento (cm), por lo tanto, se puede afirmar que el colegio Militar Elías Aguirre es capaz de soportar un sismo severo y permanecer inmediatamente operacional, dado que tiene un mejor desempeño sísmico. Dicha edificación en estudio es de categoría esencial, y se confirma que cumple con lo establecido por el RNE-E030-2018 para estas edificaciones.

El investigador Valencia Vasconez, desarrollo un Análisis Estático No Lineal (AENL) en una residencial, donde tuvo como resultado que su estructura tiene un grado óptimo de seguridad dado que contenía en las vigas las rotulas de plástico, es decir cumple con el criterio viga débil columna fuerte, el cual sucede todo lo contrario en el módulo de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre donde presenta diseños plásticos en las columnas y no en las vigas, por esta razón se optó a rediseñar las columnas con fines que las rótulas plásticas no se den en las columnas sino por el contrario en las vigas.

Esteba Apaza, realizó su investigación respecto al Análisis Estático y Dinámico No Lineal de un edificio, obteniendo como resultado que la edificación tiene un nivel de desempeño de ocupación inmediata en ambas direcciones, en el cual en la presente investigación, la estructura del módulo de aulas el nivel de desempeño en la dirección x-x se encuentra operacional y la dirección y-y totalmente operacional.

El investigador Huamán Iturbe para la realización de su modelamiento estructural utilizó el programa SAP2000 donde le permitió hacer la verificación e identificación de las irregularidades en planta, en donde demostró que existe irregularidad en planta y también demostró que las distorsiones están por encima de 0.007 m ambas direcciones excepto en el primer piso en la dirección y-y, dirección donde cumple con el límite.

Para la presente investigación se utilizó el programa Etabsv16 v.a. que es exclusivo para diversos análisis sísmicos que es parecido al programa que utilizó Huamán en su investigación. En nuestra verificación de irregularidades y distorsiones, el modulo no tiene ninguna la irregularidad en altura y planta, además cumple con las distorsiones límites de la Norma E-030 – 2018.

Paredes Azaña, Miguel nos señala en su investigación que la estructura en estudio obtuvo una cortante con base de 600 tn y logró un desplazamiento de 2 cm en dirección al eje X entonces se dice que la estructura alcanzó su punto de fluencia en sentido X; por otra parte, la misma estructura presenta una cortante basal de 539 Tn y con un desplazamiento de 2.2 cm en sentido Y, la estructura obtuvo su punto de fluencia en el eje Y; donde considerando la norma E-030 para el límite de deriva del entrepiso, tanto para el eje X como para el eje Y se alcanzan valores de 0.0066 y 0.0062 respectivamente alcanza un nivel de Seguridad de Vida.

Según los desplazamientos en el método *Pushover* el software nos da 25 pasos en el Eje X-X y en el eje Y-Y nos da 29 pasos. Estos pasos que da el programa son los puntos que serán utilizados para la formación de la curva de capacidad, hasta llegar a un desplazamiento máximo tanto como en el eje X y eje Y.

En nuestra investigación determinamos que el modulo obtuvo su punto de fluencia cuando presenta una cortante de 501.33 Tn y alcanza un desplazamiento máximo de 4.67 cm en el eje x-x, así mismo en el sentido y-y se obtiene una cortante basal de 781.45 Tn y un desplazamiento de 2.18 cm, donde el nivel de desempeño sísmico en operacional y totalmente operacional respectivamente. Según los desplazamientos en la metodología *Pushover* el Etabs v16 v.a. nos arrojó 11 pasos en la dirección x-x y en la dirección y-y nos da 2 pasos.

V. CONCLUSIONES

- Se concluye que al realizar el Análisis Estático No Lineal (AENL) a través de la metodología *Pushover* se puede verificar y evaluar el diseño sismorresistente en los elementos para asegurar el nivel de desempeño esperado en el Bloque N° 02 de Aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo.
- Al realizar el diagnóstico de la estructura se identificó que cumple con las distorsiones máximas en ambos sentidos permitidas según el RNE-E-030-2018, como se observa en el siguiente cuadro:

DIRECCIÓN X-X			
N° PISO	DIST.	DIST. MAX	VERIFICACIÓN
3	0.00522	0.007	OK
2	0.006859	0.007	OK
1	0.005219	0.007	OK

DIRECCIÓN Y-Y			
N° PISO	DIST.	DIST. MAX	VERIFICACIÓN
3	0.00091	0.005	OK
2	0.001243	0.005	OK
1	0.001199	0.005	OK

- El método *Pushover*, permite conocer la magnitud ocasionada por el daño del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio Militar Elías Aguirre, a través del monitoreo de deformación del desempeño, desplazamiento o giro de los elementos, lo que permitirá realizar una clasificación de los daños que son aceptables y cuáles no, considerando los parámetros de aceptación que fueron establecidos por el Comité VISION 2000.
- De los resultados se ha concluido que el nivel de desempeño sísmico del módulo en estudio es el esperado, de operacional a totalmente operacional, no obstante para fines académicos y el cumplimiento de mi cuarto objetivo, el investigador asegura el nivel de desempeño **TOTALMENTE OPERACIONAL** en los dos sentidos. Se concluye que, en los puntos de falla identificados en el sentido de análisis donde el desempeño es operacional, se ha verificado y modificado el diseño para elevar el nivel a un desempeño sísmico a totalmente operacional.

VI. RECOMENDACIONES

- Para realizar una verificación del diseño sísmico de un colegio o de cualquier estructura de categoría esencial se recomienda desarrollar el AENL a través de la metodología *Pushover*.
- Para efectuar el modelamiento de una edificación se recomienda trabajar de acuerdo al reglamento actualizado (RNE-E030-2018).
- Para realizar el método *Pushover* a través del software Etabs se recomienda que al momento de utilizar el software, es importante comprender la información que se está ingresando en él, por ejemplo, los espectros de respuesta así como las especificaciones de los materiales con sus respectivos valores, entre otros.
- De acuerdo a la metafísica del planteamiento sismorresistente de la normativa E-030, se espera que el nivel de desempeño sísmico de una edificación de categoría esencial (Colegios) sea como mínimo OPERACIONAL. Es por ello que se recomienda verificar dicho nivel en el estado no lineal con el uso del software Etabs dada su versatilidad, siguiendo los criterios del comité VISION 2000 que usa la metodología Pushover y cumpliendo con la normativa E-060 capítulo 21 para el diseño sismorresistente de los elementos estructurales de falla identificados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SANDOVAL Castillo, Víctor Benjamín; análisis sísmico usando Etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E. 11023 Abraham Valdelomar – Distrito de Chiclayo – Provincia de Chiclayo Departamento De Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/16543>
2. CARPIO Díaz, Bruno Anthony Jesús. Análisis Comparativo de una edificación aporticada con y sin aislación sísmica mediante el método estático no lineal-caso Hospital Pichanaqui, Junín en el 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1385?show=full>
3. DUARTE Bonilla, César Eduardo, MARTÍNEZ Chavarría, Marlon Exequias y SANTAMARÍA Díaz, José Jonathan. Análisis Estático No Lineal (*Pushover*) del Cuerpo Central del edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador. Tesis (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador de San Salvador, 2017. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13405/>
4. VALENCIA Vasconez, Jairo David. Análisis del Método “modal Push-over” y su Incidencia en el Cálculo de Pórticos de Hormigón Armado en el Cantón de Ambato. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad técnica de Ambato, 2012. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2101/1/Analisis%20metodo%20Push-Over.pdf>
5. CHICAS Medrano, Roberto José, DÍAZ Ríos, Walther Odyr y VENTURA Benítez, Edwin Josué. Propuesta y aplicación de la metodología de evaluación estructural por desempeño sísmico para edificaciones. Tesis (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de el Salvador, 2015. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/7854/>

6. ESTEBA Apaza, Abel Edwar. Análisis Estático y Dinámico No Lineal en el desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma E-030 en Puno. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6079>
7. VERGARA Luna, Alberto André y ZEVALLOS Esquivel, Mario César. Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1385?show=full>
8. AGURTO Montero, José Antonio e IPANAQUE Zapata, Ruperto. Análisis sísmico usando Etabs para elaborar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura educativa de la I.E. secundaria Felipe Santiago Salaverry – Distrito de Picsi – Provincia de Chiclayo Departamento de Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2015. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10134>
9. HUAMAN Iturbe, Julio Almagro. Predicción del comportamiento sísmico por desplazamiento mediante el análisis no lineal en las edificaciones de la Universidad César Vallejo- Chiclayo. Tesis (Título de Magíster en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22267>
10. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2018. Norma Técnica de Edificación NTE-E030 Diseño Sismorresistente. Lima.
11. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2006. Norma Técnica de Edificación NTE-E070 Albañilería. Lima.
12. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2016. Norma Técnica de Edificación NTE-E060 Norma de Concreto Armado. Lima.

- 13.** Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2016. Norma Técnica de Edificación NTE-E020 Metrado de cargas. Lima.
- 14.** FEMA 440. Improvement of Non Linear Static Seismic Analysis Procedures. 2005. .Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- 15.** ATC-40. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. 1996. Vol I y II. California Seismic Safety commision. Redwood City, California.
- 16.** ASCE 41-13. Seismic evaluation and retrofit of existing buildings. 2014. Estados Unidos de América.
- 17.** CSI Analysis Reference Manual For Etabs. 2016. Manual de usuario para análisis estructural en Etabs. Berkeley, California, USA.
- 18.** SEAOC. A framework for Performance Based Desing. 1995. Vision 2000 Comitee. Structural Engineers Association of California. California.
- 19.** FAJARDO Galliani, César Augusto. Evaluación Estructural de una de las Edificaciones del Hospital Edgardo Rebagliati Martins Usando el Método del Espectro de Capacidad. Tesis (Título de Ingeniero Civil): Lima. Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/460>
- 20.** DELGADILLO Alanya, Julio Edwin. Análisis No Lineal Estático de Estructuras y la Norma E-030. Tesis (Título de Magíster en Ingeniería Estructural). Lima: Universidad Nacional de ingeniería, 2005. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_5993380177bfb581e4dd147f957211f5
- 21.** FLORES Abanto, Teodorico Manuel. Estudio del control de rótulas plásticas en pórticos de concreto armado. Tesis (Título de Magíster en Ingeniería Estructural). Lima:

Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003. Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/67>

22. LOA Canales, Gustavo Juan Franklin. Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2017. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/7854/>
23. Ottazzi Pasino, Gianfranco Antonio, 2011, Diseño en concreto armado. Lima: Capítulo Peruano ACI.
24. Morales Morales, Roberto. Diseño en concreto armado. 2000. Lima: Capítulo Peruano ACI.
25. Chopra, Goel. 1999. Capacity-Demand-Diagram. Métodos de estimación sísmica por métodos inelásticos. Universidad de California.
26. S. Elnashai, Amr y Di Sarno, Luigi. Fundamentals of earthquake engineering. 2008, 374 pp. United Kingdom. ISBN: 9780470024836
27. NUMPAQUE Suarez, Camilo. Análisis Estático No Lineal (Pushover) en SAP2000 para edificios de concreto armado. s.a.
28. J. PURGA, Ronald. Resumen: ATC-40 CAP. 8. Procedimiento de Análisis Estático No Lineal [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 05 de octubre del 2018]. Disponible en: https://www.academia.edu/15437204/AN%C3%81LISIS_EST%C3%81TICO_NO_LI NEAL_CON_ATC-40
29. GENNER Villarreal, Castro. Ingeniería sismorresistente. 2013. Lima. ISBN: 9786120011751

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 7. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS		
¿Cómo influye el análisis estático no lineal para el diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del colegio militar Elías Aguirre, Chiclayo?	<p>Objetivo general: Realizar el análisis estático no lineal para el diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del colegio militar Elías Aguirre, Chiclayo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Diagnosticar según la norma E-030 el modelo estructural del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.</p> <p>b) Analizar con la metodología <i>Pushover</i> - Análisis Estático No lineal, el Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.</p> <p>c) Verificar el Diseño Sismorresistente de los puntos de falla identificados en el análisis estructural no lineal del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.</p>	Si realizamos un análisis estático no lineal entonces se verifica el diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del colegio militar Elías Aguirre, Chiclayo.	<p>Variable independiente: Análisis no lineal estático</p> <p>Variable Dependiente: Diseño Sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del colegio militar Elías Aguirre.</p>	•De acuerdo al fin que persigue: Investigación Aplicada	La población está conformada por todos los colegios del sector privado que conforman la ciudad de Chiclayo, los cuales tienen características similares en su mayoría.	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Procesamiento de datos 	Se utilizó para el procesamiento de la información el programa Excel, Así mismo para efectos del análisis del bloque de aulas se hizo uso el programa Etabs v16 v.a.		
				DISEÑO				MUESTRA	INTRUMENTOS
				Se utilizará el diseño descriptivo con propuesta.				Como parte de la investigación se aplicó el muestreo no probabilístico por conveniencia, por lo cual se eligió el Colegio militar Elías Aguirre, donde se analizará solo el bloque N° 02 de aulas, el cual tiene un área de 428.68m ² y está conformada por 3 niveles.	<ul style="list-style-type: none"> • Libreta de apuntes y grabaciones • Programa Etabs v16. v.a.

Fuente: elaboración propia

ANEXO N° 02: MEMORIA DE CÁLCULO

Modelo estructural del Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.

Para la creación del modelo estructural del módulo de aulas fue necesario utilizar el software de análisis y diseño estructural como es el Etabs v16 v.a., para lo cual se contó con toda la información necesaria como son los planos estructurales y arquitectónicos que nos sirvió con la finalidad de obtener un modelo computacional que se asemeje a la geometría y condiciones existentes de la edificación en estudio.

En los planos **EA-05 EA-07 EA-09** podemos observar la configuración general de la estructura del primer al tercer nivel respectivamente, además nos indica las medidas de eje a eje, la ubicación de las columnas y vigas, así como la altura y dirección de la losa aligerada.

En los planos **EA-06 EA-08 EA-10** se presenta los detalles de las vigas de los tres niveles respectivamente de la edificación.

En el plano **EB-02** nos da el detalle estructural de las columnas.

En el plano **A-07** observamos las elevaciones de las aulas.

Con la información antes mencionada tenemos los siguientes datos:

Datos generales:

- **N° Pisos:** 3
- **h₁:** 4.50 m
- **h₂₋₃:** 3.40 m

Propiedades de los materiales:

- Concreto en columnas y vigas: $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Albañilería: $f^m = 65 \text{ kg/cm}^2$

Sistema estructural:

- Dirección x-x: Muros estructurales
- Dirección y-y: Albañilería confinada

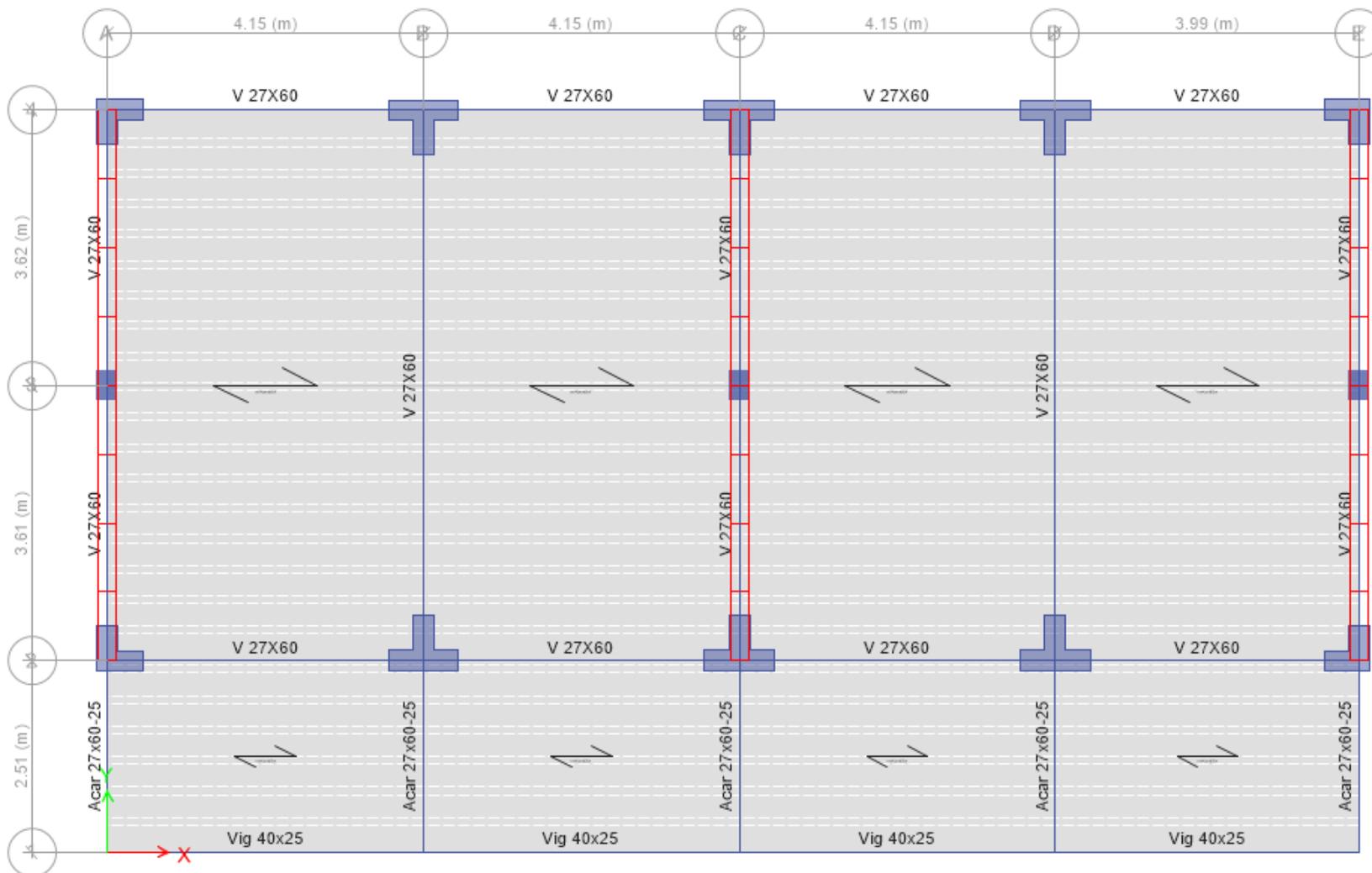


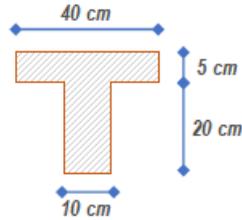
Figura 10. Vista general del módulo de Aulas del Colegio Militar Elías Aguirre

Fuente: Programa Etabs.

CÁLCULO DEL PESO PARA EL MODELAMIENTO

CÁLCULO DEL PESO - 1º a 3º

PESO MUERTO



Cálculo del peso del ladrillo:

Área de la viga (m^2):	0.04 m^2
Longitud (m):	1.00 m
Número de viguetas:	2.5
Peso de viga:	240 kg/m^2
Peso de losa alig.:	350 kg/m^2

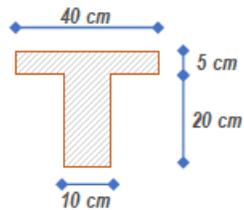
- Peso de acabados: 100 kg/m^2
 - Peso del ladrillo: 110 kg/m^2
- 210 kg/m^2**

PESO VIVO

- Peso de sobrecarga:
Aulas = 250 kg/m^2
Corredores y escalera = 400 kg/m^2

CÁLCULO DEL PESO DE AZOTEA

PESO MUERTO



Cálculo del peso del ladrillo:

Área de la viga (m^2):	0.04 m^2
Longitud (m):	1.00 m
Número de viguetas:	2.50
Peso de viga:	240 kg/m^2
Peso de losa alig.:	350 kg/m^2

- Peso de acabados: 100 kg/m^2
 - Peso del ladrillo: 110 kg/m^2
- 210 kg/m^2**

PESO VIVO

- Peso de sobrecarga: **100 kg/m^2**

CÁLCULO DEL PESO DE TABIQUERIA EN VIGAS

CÁLCULO DEL PESO - 1º a 2º

Peso de parapetos en corredor

● Altura de parapeto:	0.70 m
● Espesor del muro:	0.23 m
● Peso del ladrillo:	1.80 tn/m ³
	<u>0.29 tn/m</u>

Peso de parapetos en aulas

● Altura de parapeto:	1.00 m
● Espesor del muro:	0.23 m
● Peso del ladrillo:	1.80 tn/m ³
	<u>0.41 tn/m</u>

CÁLCULO DEL PESO - 3º

Peso de parapetos en corredor

● Altura de parapeto:	0.40 m
● Espesor del muro:	0.23 m
● Peso del ladrillo:	1.80 tn/m ³
	<u>0.17 tn/m</u>

ANÁLISIS ESTÁTICO – POR COEFICIENTES

EN LA DIRECCIÓN X-X

PARAMETROS SISMICOS

1. Factor de zona :	Z=	0.45	Chiclayo - Zona 4
2. Factor de uso :	U=	1.50	Centro educativo- Categoría A
3. Factor de suelo :	S=	1.10	S ₃
4. Periodo que define la plataforma del factor C :	T _p =	1.00	
5. Periodo que define el inicio de la zona del factor C :	T _L =	1.60	
6. Coeficiente básico de reducción :	R ₀ =	6.00	Muros estructurales
7. Factor de irregularidad en planta :	I _p =	1.00	estructura es regular en planta
8. Factor de irregularidad en altura :	I _a =	1.00	estructura es regular en altura
9. Coeficiente de reducción sísmica :	R=	6.00	
10. Periodo fundamental de la estructura :	T _x =	0.188	
11. Factor de amplificación sísmica :	C=	2.50	

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

CÁLCULO DEL COEFICIENTE EN LA DIRECCIÓN X-X

$$\text{COEFICIENTE: } \frac{ZUCS}{R}$$

COEFICIENTE: **0.309375**

EVALUACIÓN SEGÚN E-030-2018

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

0.42 > 0.11 **CORRECTO**

EN LA DIRECCIÓN Y-Y

PARAMETROS SISMICOS

1. Factor de zona :	Z=	0.45	Chiclayo - Zona 4
2. Factor de uso :	U=	1.50	Centro educativo- Categoría A
3. Factor de suelo :	S=	1.10	S ₃
4. Periodo que define la plataforma del factor C :	T _p =	1.00	
5. Periodo que define el inicio de la zona del factor C :	T _L =	1.60	
6. Coeficiente básico de reducción :	R ₀ =	3.00	Sist. Estructural de albañilería
7. Factor de irregularidad en planta :	I _p =	1.00	estructura es regular en planta
8. Factor de irregularidad en altura :	I _a =	1.00	estructura es regular en altura
9. Coeficiente de reducción sísmica :	R=	3.00	
10. Periodo fundamental de la estructura :	T _y =	0.188	
11. Factor de amplificación sísmica :	C=	2.50	

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

CÁLCULO DEL COEFICIENTE PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO

$$\text{COEFICIENTE: } \frac{ZUCS}{R}$$

COEFICIENTE: **0.61875**

EVALUACIÓN SEGÚN E-030-2018

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

0.83 > 0.11 **CORRECTO**

DENSIDAD DE MUROS E-070:

$$\frac{\Sigma \text{Área de muros } y - y}{\text{Área total en planta}} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$\frac{3 \times 0.23 \times 7.22}{7.20 \times 16.44} \geq \frac{0.45 \times 1.5 \times 1.1 \times 3}{56}$$

0.042 ≥ 0.040 **OK**

ANÁLISIS DINÁMICO - COMBINACIÓN MODAL ESPECTRAL

EN LA DIRECCIÓN X-X

PARAMETROS SISMICOS

1. Factor de zona :	Z=	0.45	Chiclayo - Zona 4
2. Factor de uso :	U=	1.50	Institución educativa - Categoría A
3. Factor de suelo :	S=	1.10	S ₃
4. Periodo que define la plataforma del factor C :	T_p=	1.00	
5. Periodo que define el inicio de la zona del factor C :	T_L=	1.60	
6. Coeficiente básico de reducción :	R₀=	6.00	Muros estructurales
7. Factor de irregularidad en planta :	I_p=	1.00	estructura es regular en planta
8. Factor de irregularidad en altura :	I_a=	1.00	estructura es regular en altura
9. Coeficiente de reducción sísmica :	R=	6.00	
10. Periodo fundamental de la estructura :	T_x=	0.188	
11. Factor de amplificación sísmica :	C=	2.50	

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

ESPECTRO INELÁSTICO DE PSEUDO ACCELERACIONES

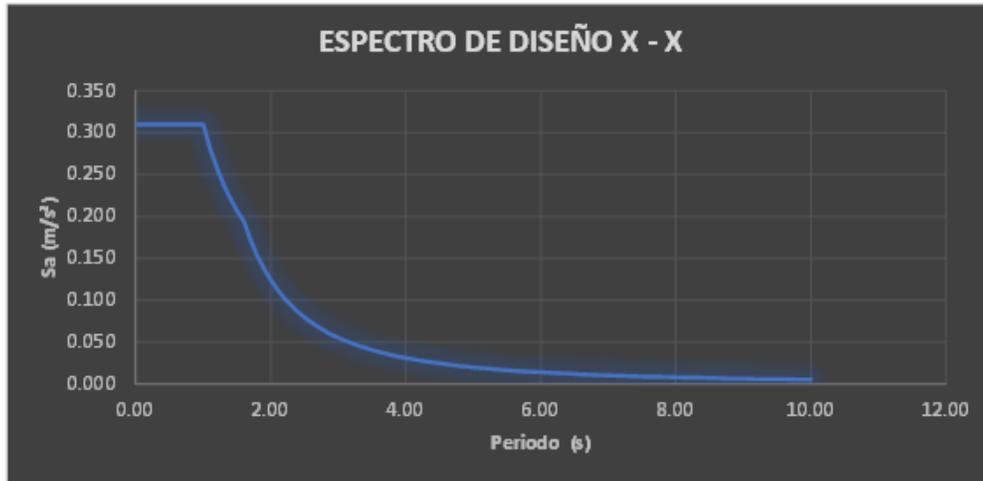
T	Sa	C
0.01	0.309	2.50
0.02	0.309	2.50
0.03	0.309	2.50
0.04	0.309	2.50
0.05	0.309	2.50
0.06	0.309	2.50
0.07	0.309	2.50
0.08	0.309	2.50
0.09	0.309	2.50
0.10	0.309	2.50
0.11	0.309	2.50
0.12	0.309	2.50
0.13	0.309	2.50
0.14	0.309	2.50
0.15	0.309	2.50
0.16	0.309	2.50
0.17	0.309	2.50
0.18	0.309	2.50
0.19	0.309	2.50
0.20	0.309	2.50

T	Sa	C
0.30	0.309	2.50
0.40	0.309	2.50
0.50	0.309	2.50
0.60	0.309	2.50
0.70	0.309	2.50
0.80	0.309	2.50
0.90	0.309	2.50
1.00	0.309	2.50
1.10	0.281	2.27
1.20	0.258	2.08
1.30	0.238	1.92
1.40	0.221	1.79
1.50	0.206	1.67
1.60	0.193	1.56
1.70	0.171	1.38
1.80	0.153	1.23
1.90	0.137	1.11
2.00	0.124	1.00
2.10	0.112	0.91
2.20	0.102	0.83

T	Sa	C
2.30	0.094	0.76
2.40	0.086	0.69
2.50	0.079	0.64
2.60	0.073	0.59
2.70	0.068	0.55
2.80	0.063	0.51
2.90	0.059	0.46
3.00	0.055	0.44
3.10	0.052	0.42
3.20	0.048	0.39
3.30	0.045	0.37
3.40	0.043	0.35
3.50	0.040	0.33
3.60	0.038	0.31
3.70	0.036	0.29
3.80	0.034	0.26
3.90	0.033	0.26
4.00	0.031	0.25
4.10	0.029	0.24
4.20	0.028	0.23

T	Sa	C
4.30	0.027	0.22
4.40	0.026	0.21
4.50	0.024	0.20
4.60	0.023	0.19
4.70	0.022	0.18
4.80	0.021	0.17
4.90	0.021	0.17
5.00	0.020	0.16
5.20	0.018	0.15
5.40	0.017	0.14
5.60	0.016	0.13
5.80	0.015	0.12
6.00	0.014	0.11
6.20	0.013	0.10
6.40	0.012	0.10
6.60	0.011	0.09
6.80	0.011	0.09
7.00	0.010	0.08
7.20	0.010	0.08
7.40	0.009	0.07

T	Sa	C
7.60	0.009	0.07
7.80	0.008	0.07
8.00	0.008	0.06
8.20	0.007	0.06
8.40	0.007	0.06
8.60	0.007	0.05
8.80	0.006	0.05
9.00	0.006	0.05
9.20	0.006	0.05
9.40	0.006	0.05
9.60	0.005	0.04
9.80	0.005	0.04
10.00	0.005	0.04



EN LA DIRECCIÓN Y-Y
PARAMETROS SISMICOS

1. Factor de zona :	Z=	0.45	Chiclayo - Zona 4
2. Factor de uso :	U=	1.50	Institución educativa - Categoría A
3. Factor de suelo :	S=	1.10	S ₃
4. Periodo que define la plataforma del factor C :	T_p=	1.00	
5. Periodo que define el inicio de la zona del factor C :	T_L=	1.60	
6. Coeficiente básico de reducción :	R₀=	3.00	Sist. Estructural de albañilería
7. Factor de irregularidad en planta :	I_p=	1.00	estructura es regular en planta
8. Factor de irregularidad en altura :	I_a=	1.00	estructura es regular en altura
9. Coeficiente de reducción sísmica :	R=	3.00	
10. Periodo fundamental de la estructura :	T_y=	0.292	
11. Factor de amplificación sísmica :	C=	2.50	

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

ESPECTRO INELÁSTICO DE PSEUDO ACELERACIONES

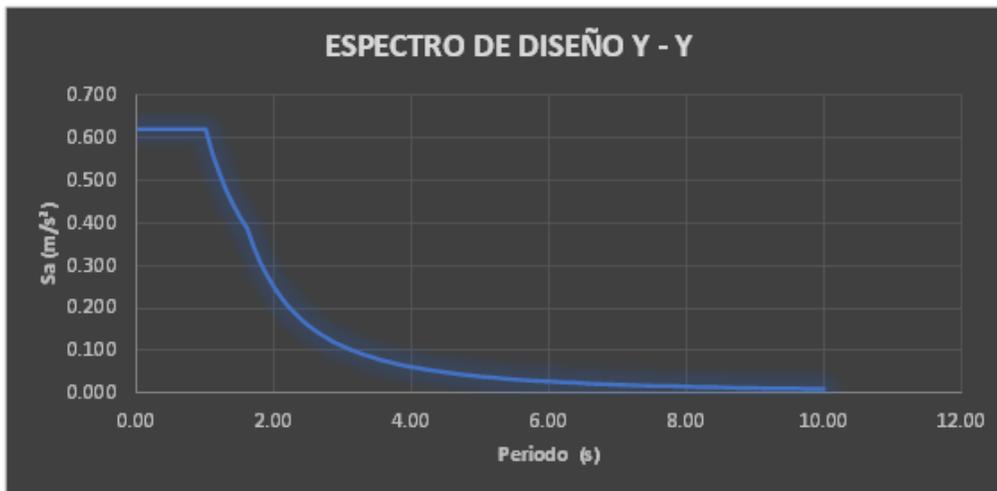
T	Sa	C
0.01	0.619	2.50
0.02	0.619	2.50
0.03	0.619	2.50
0.04	0.619	2.50
0.05	0.619	2.50
0.06	0.619	2.50
0.07	0.619	2.50
0.08	0.619	2.50
0.09	0.619	2.50
0.10	0.619	2.50
0.11	0.619	2.50
0.12	0.619	2.50
0.13	0.619	2.50
0.14	0.619	2.50
0.15	0.619	2.50
0.16	0.619	2.50
0.17	0.619	2.50
0.18	0.619	2.50
0.19	0.619	2.50
0.20	0.619	2.50

T	Sa	C
0.30	0.619	2.50
0.40	0.619	2.50
0.50	0.619	2.50
0.60	0.619	2.50
0.70	0.619	2.50
0.80	0.619	2.50
0.90	0.619	2.50
1.00	0.619	2.50
1.10	0.563	2.27
1.20	0.516	2.08
1.30	0.476	1.92
1.40	0.442	1.79
1.50	0.413	1.67
1.60	0.387	1.56
1.70	0.363	1.46
1.80	0.343	1.38
1.90	0.326	1.31
2.00	0.311	1.25
2.10	0.298	1.20
2.20	0.286	1.16

T	Sa	C
2.30	0.187	0.76
2.40	0.172	0.69
2.50	0.158	0.64
2.60	0.146	0.59
2.70	0.136	0.55
2.80	0.126	0.51
2.90	0.118	0.48
3.00	0.110	0.44
3.10	0.103	0.42
3.20	0.097	0.39
3.30	0.091	0.37
3.40	0.086	0.35
3.50	0.081	0.33
3.60	0.076	0.31
3.70	0.072	0.29
3.80	0.069	0.28
3.90	0.065	0.26
4.00	0.062	0.25
4.10	0.059	0.24
4.20	0.056	0.23

T	Sa	C
4.30	0.054	0.22
4.40	0.051	0.21
4.50	0.049	0.20
4.60	0.047	0.19
4.70	0.045	0.18
4.80	0.043	0.17
4.90	0.041	0.17
5.00	0.040	0.16
5.20	0.037	0.15
5.40	0.034	0.14
5.60	0.032	0.13
5.80	0.029	0.12
6.00	0.028	0.11
6.20	0.026	0.10
6.40	0.024	0.10
6.60	0.023	0.09
6.80	0.021	0.09
7.00	0.020	0.08
7.20	0.019	0.08
7.40	0.018	0.07

T	Sa	C
7.60	0.017	0.07
7.80	0.016	0.07
8.00	0.015	0.06
8.20	0.015	0.06
8.40	0.014	0.06
8.60	0.013	0.05
8.80	0.013	0.05
9.00	0.012	0.05
9.20	0.012	0.05
9.40	0.011	0.05
9.60	0.011	0.04
9.80	0.010	0.04
10.00	0.010	0.04



Analizar con la metodología *Pushover* - Análisis Estático No lineal, el Bloque N° 02 de Aulas del Colegio militar Elías Aguirre - Chiclayo.

Con la información recopilada en campo y los planos tanto estructurales como arquitectónicos se modela la geometría, distribución y cantidad de acero de todas las secciones, siendo necesario introducir en el programa todas las características mecánicas de los elementos a partir de sus propiedades estructurales, tales como resistencia del concreto ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y fluencia del acero ($f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$)

Para realizar un Análisis Estático No Lineal es necesario recabar información específica sobre la estructura:

- Características de los materiales.
- Geometría de las secciones de los elementos estructurales y la disposición del acero de refuerzo, tanto longitudinal como transversal y el detallado de cada uno de ellos.
- Las acciones gravitacionales (cargas muertas y vivas) que actúan sobre ella.
- La resistencia de las vigas y las columnas.
- Identificar posible ubicación donde podrían formarse las rótulas plásticas en los miembros estructurales.
- Las propiedades de esfuerzo-deformación de las rótulas plásticas en función de su cantidad de acero de refuerzo longitudinal y transversal, así como su detallado y las sollicitaciones que actúan.
- Cargas laterales aplicadas en el centro de masa de la estructura. El valor de estas cargas por pisos debe tener la misma forma de cargas proveniente de la aplicación del primer modo de vibración. Es decir, de forma triangular invertida, de mayor valor en el piso superior y menor en el nivel inferior.

1. VISTA GENERAL DEL ANÁLISIS PUSHOVER

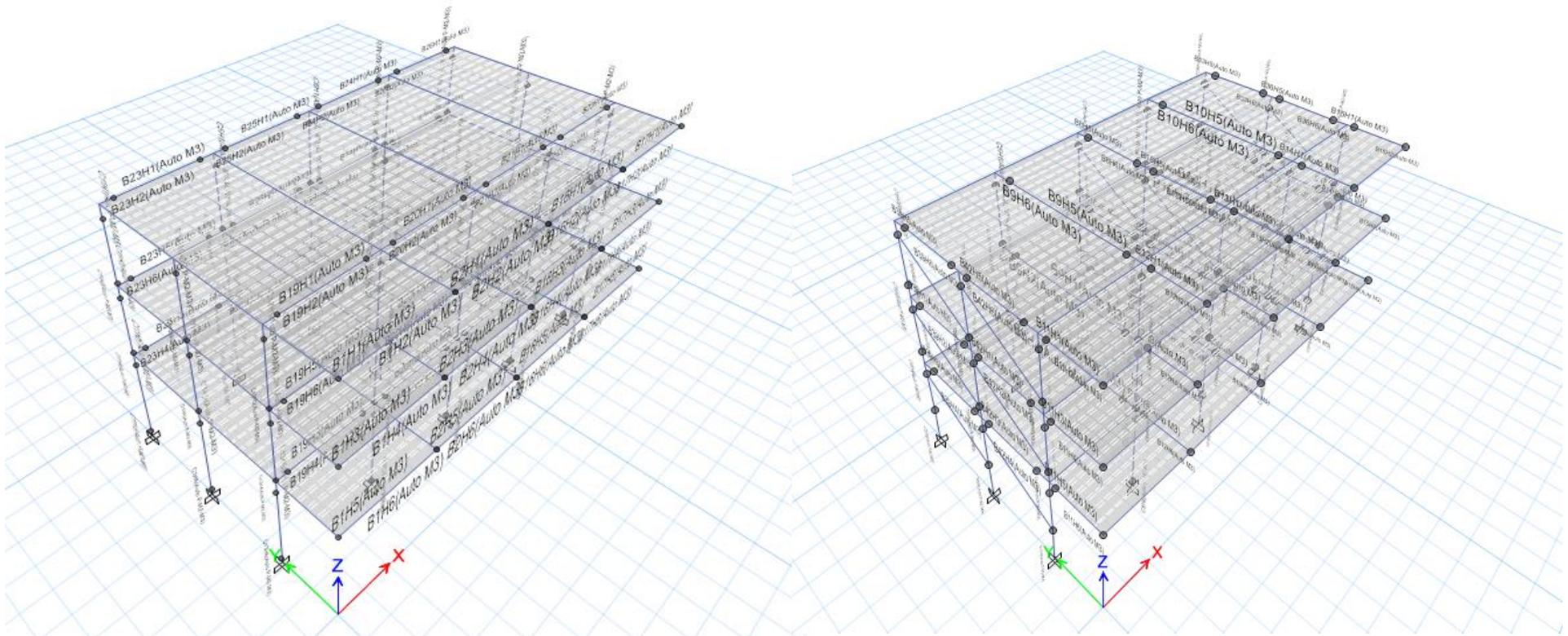


Figura 11. Vista 3D del Análisis Pushover en la dirección x-x y la dirección y-y

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

2. IDENTIFICACIÓN DE LAS RÓTULAS PLÁSTICAS

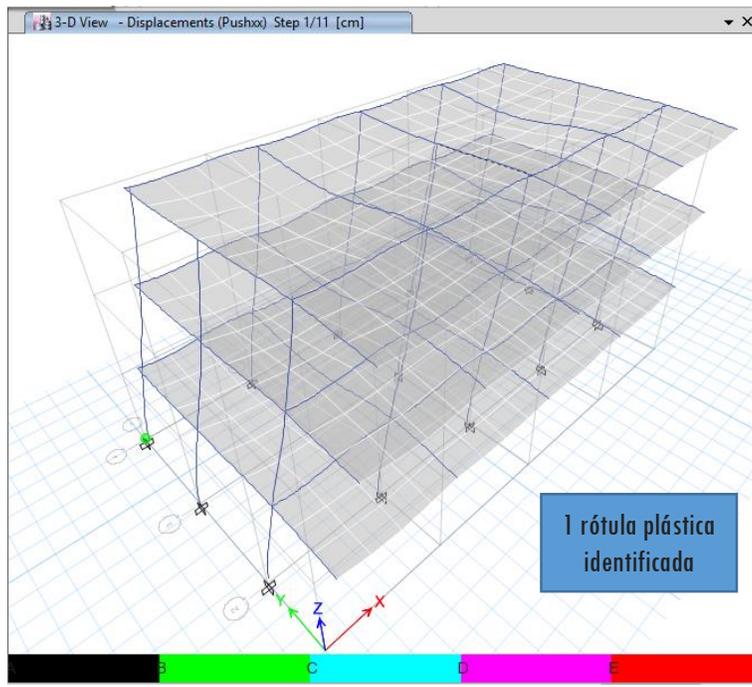


Figura 12. Desplazamiento en la dirección x-x, 1° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

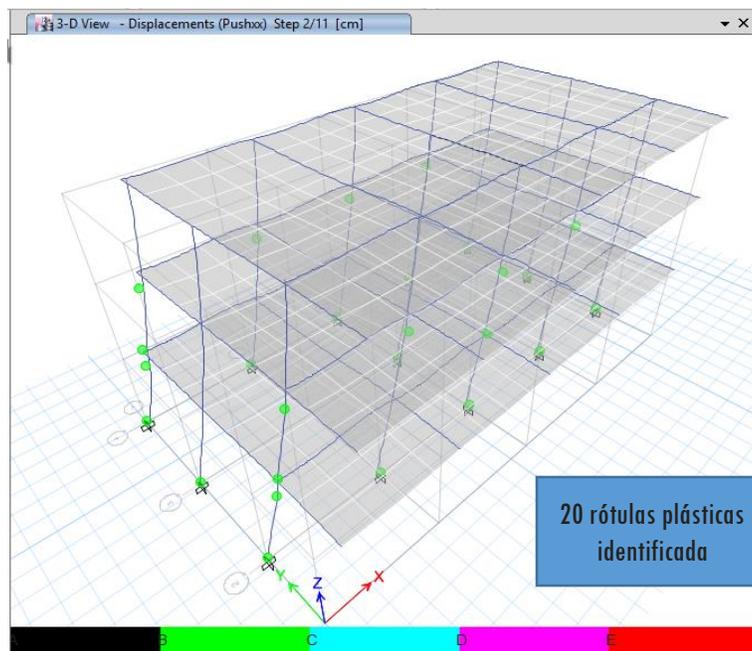


Figura 13. Desplazamiento en la dirección x-x, 2° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

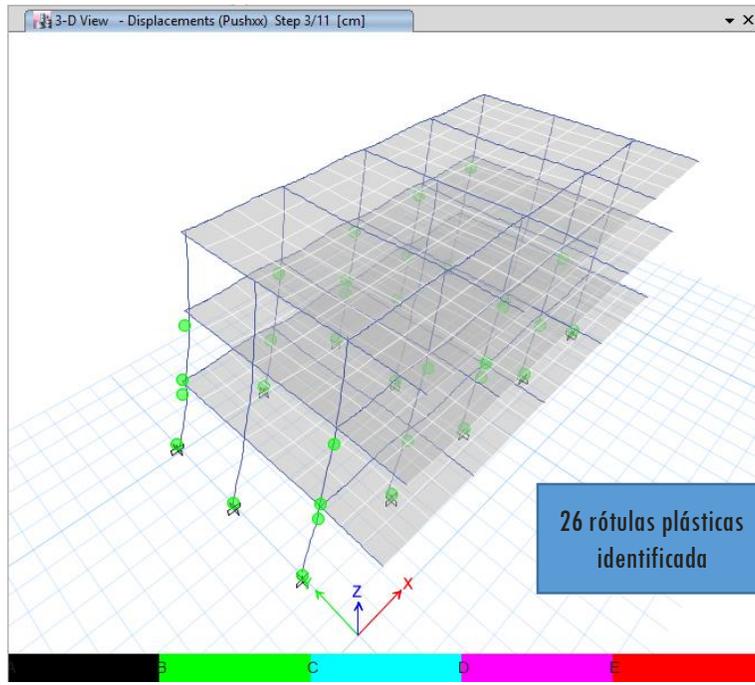


Figura 14. Desplazamiento en la dirección x-x, 3° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

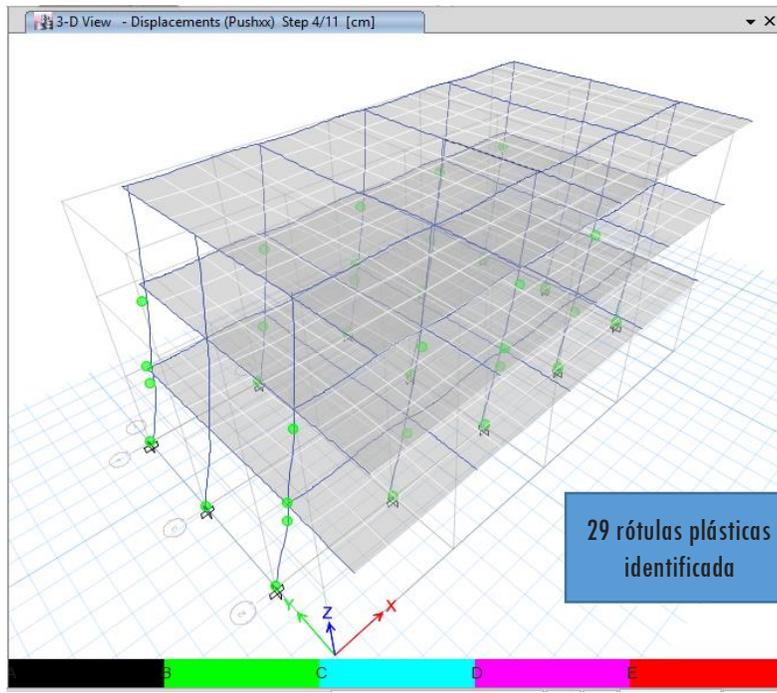


Figura 15. Desplazamiento en la dirección x-x, 4° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

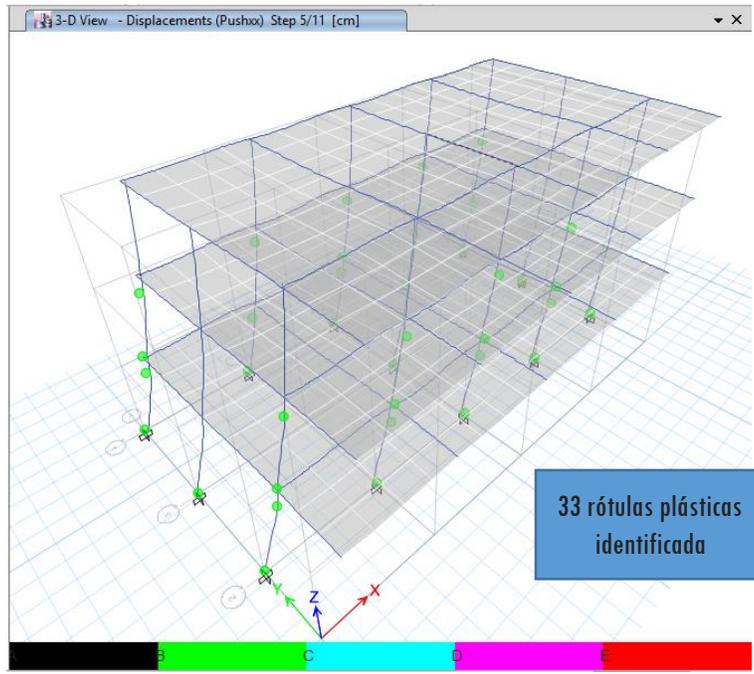


Figura 16. Desplazamiento en la dirección x-x, 5° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

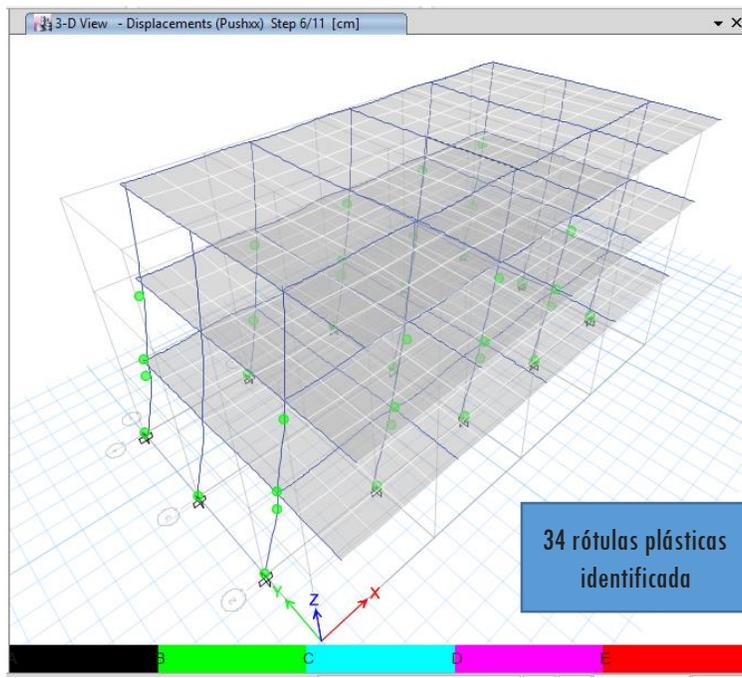


Figura 17. Desplazamiento en la dirección x-x, 6° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

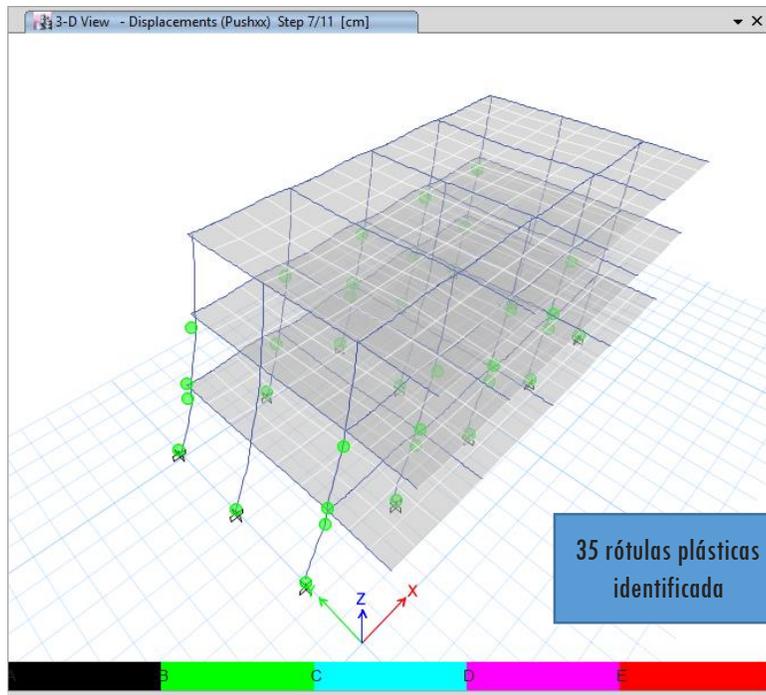


Figura 18. Desplazamiento en la dirección x-x, 7° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

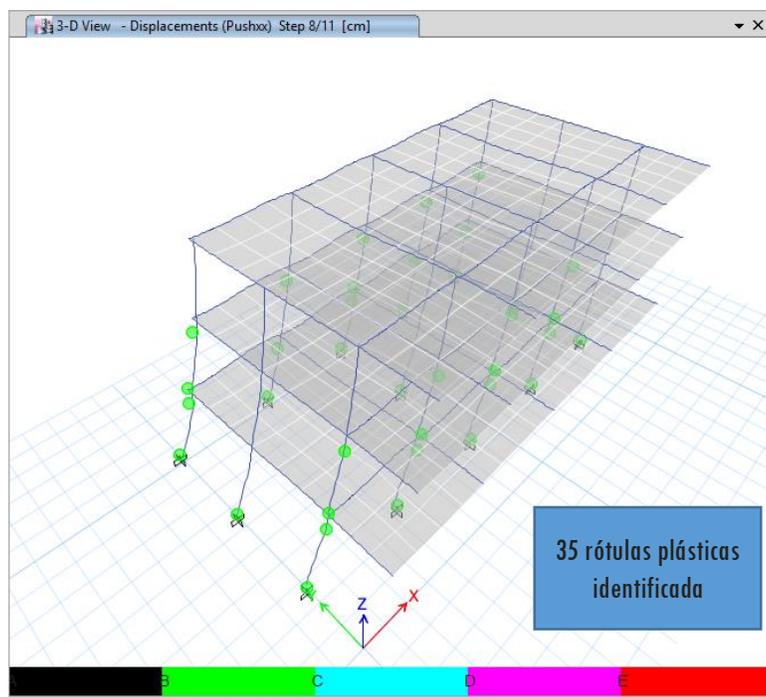


Figura 19. Desplazamiento en la dirección x-x, 8° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

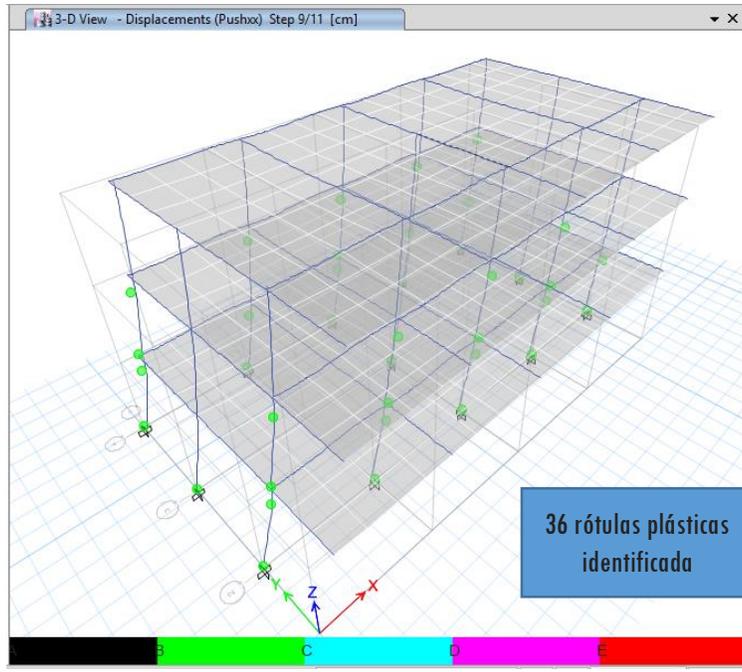


Figura 20. Desplazamiento en la dirección x-x, 9° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

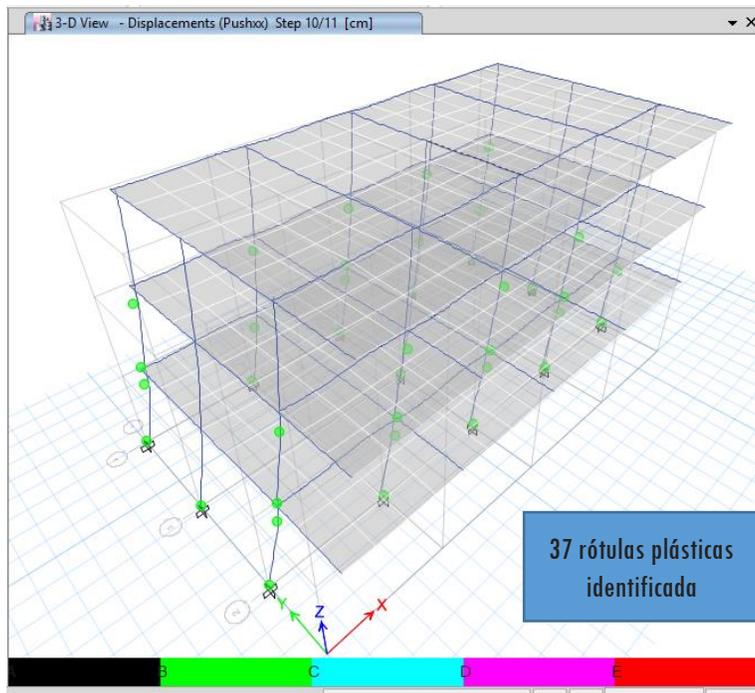


Figura 21. Desplazamiento en la dirección x-x, 10° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

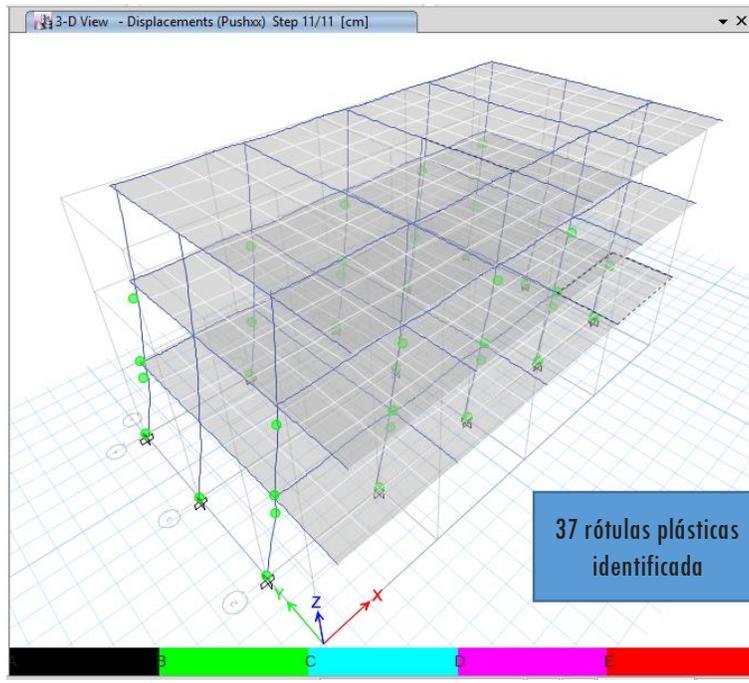


Figura 22. Desplazamiento en la dirección x-x, 11° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

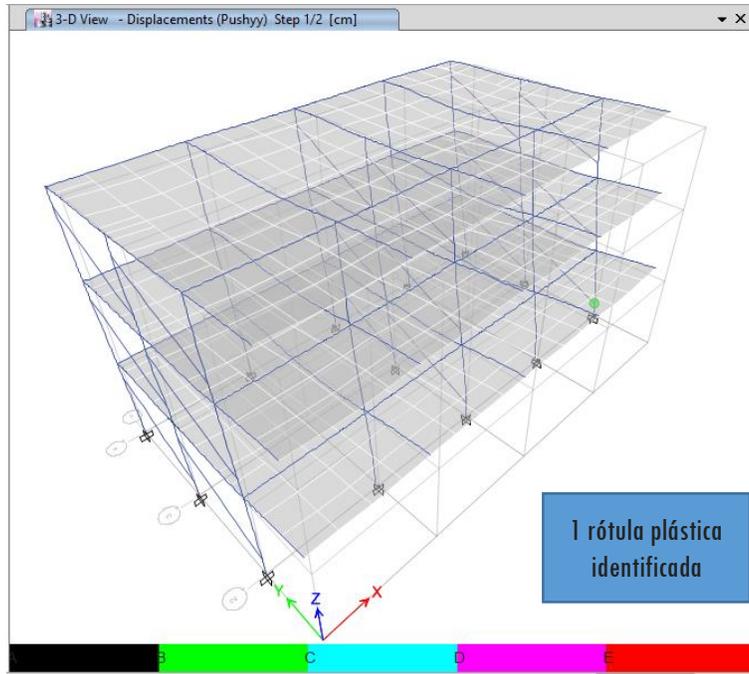


Figura 23. Desplazamiento en la dirección y-y, 1° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

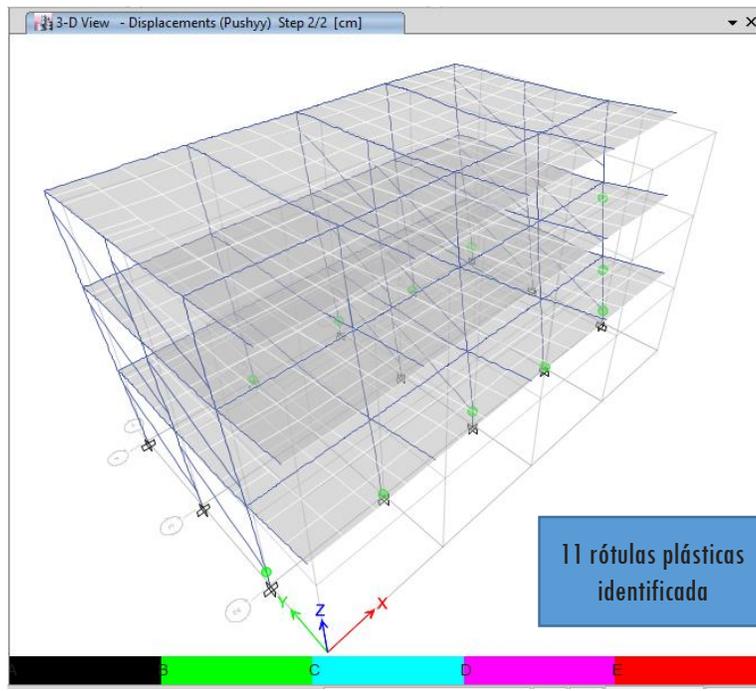


Figura 24. Desplazamiento en la dirección y-y, 2° paso

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

3. CARGAS ASIGNADAS
 a. DIRECCIONX-X

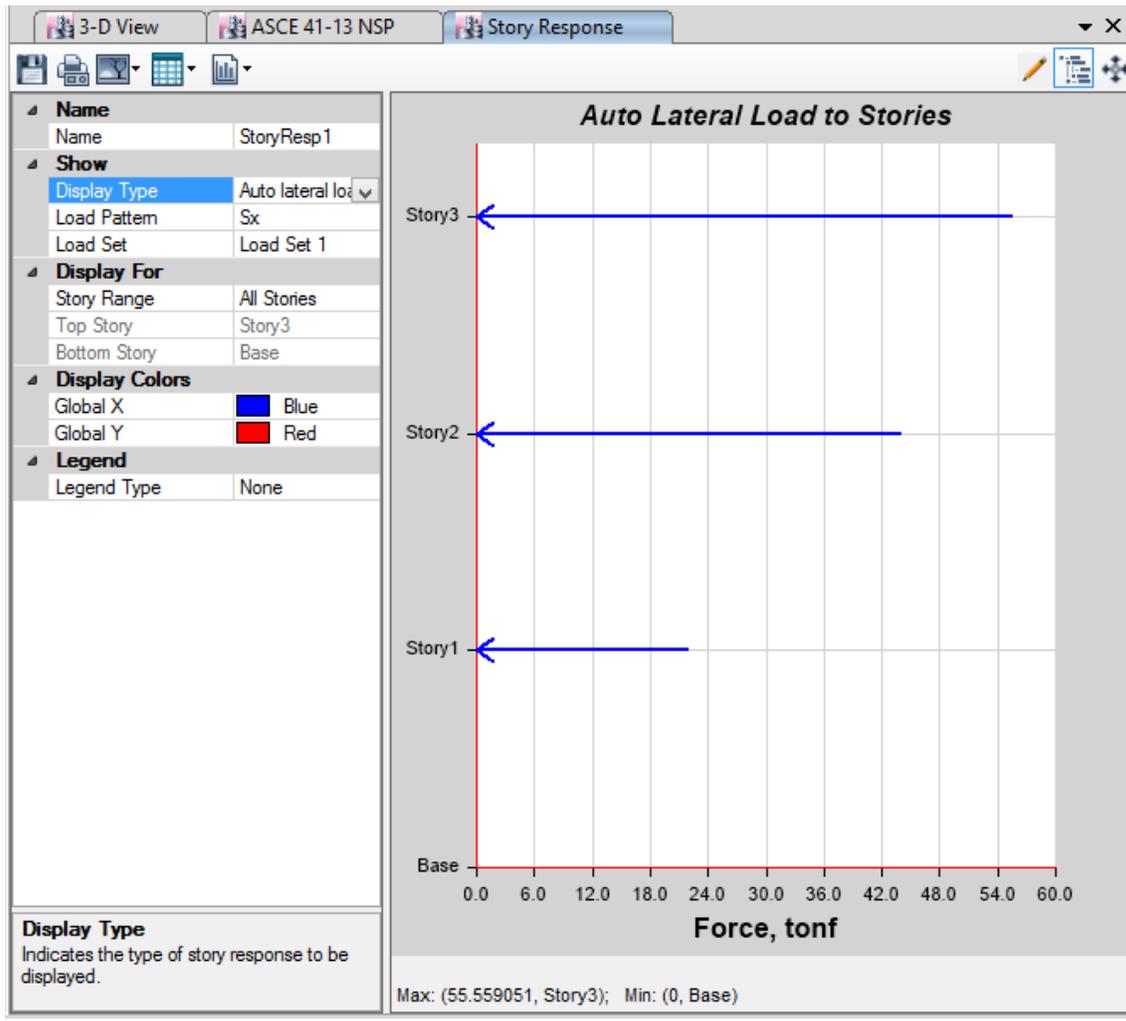


Figura 25. Cargas asignadas en la dirección x-x

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

Tabla 08. Cargas asignadas a la estructura en la dirección x-x

Cargas asignadas		
N° Pisos	Elevación	Dirección x-x
	cm	ton
3	1130	55.5591
2	790	44.159
1	450	22.0795

Fuente: Elaboración propia

b. DIRECCIÓN-Y

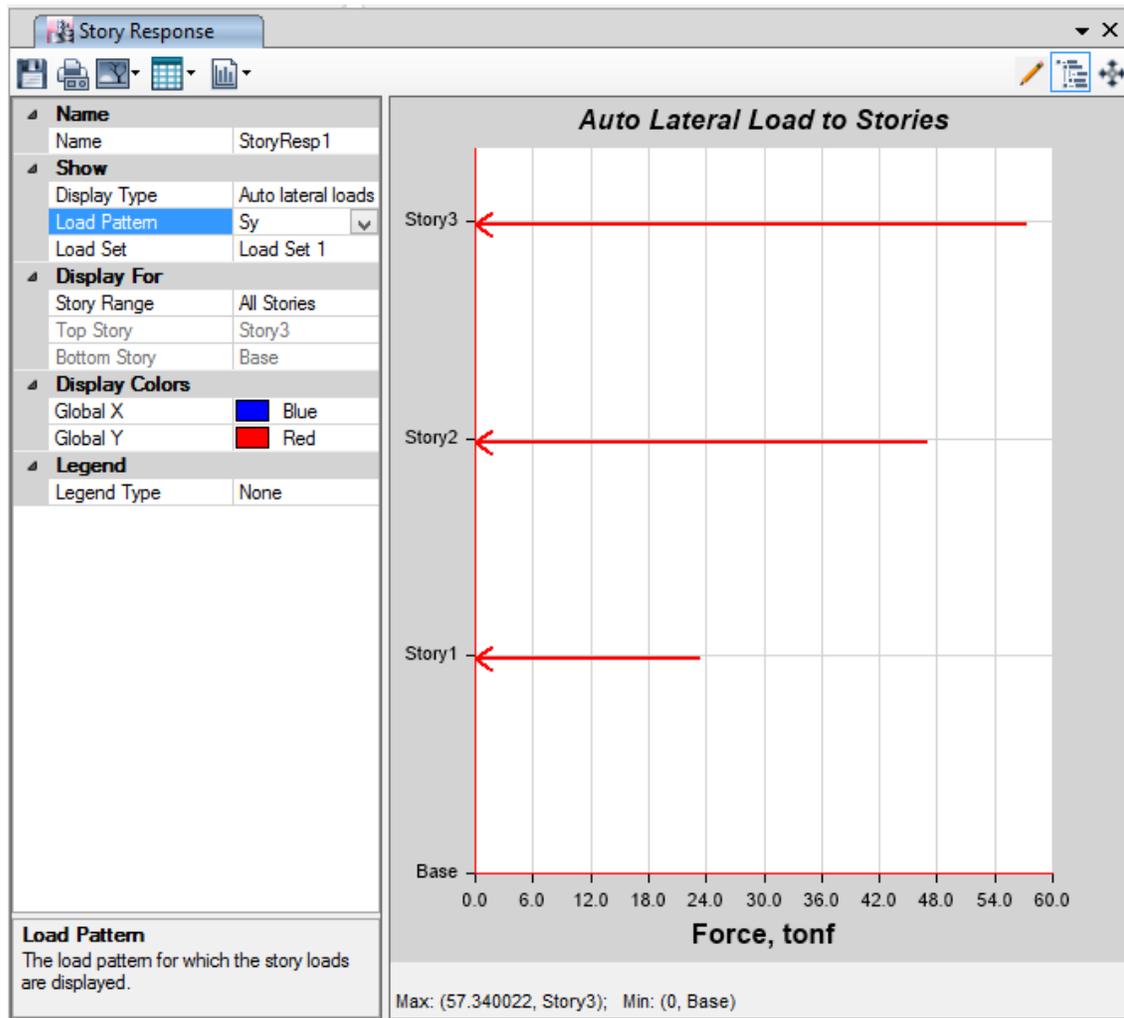


Figura 26. Cargas asignadas en la dirección y-y

Fuente: Programa Etabs v16 v.a.

Tabla 09. Cargas asignadas a la estructura en la dirección y-y

Cargas asignadas		
N° Pisos	Elevación	Dirección y-y
	cm	ton
3	1130	127.4349
2	790	104.4702
1	450	52.2351

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO ESTRUCTURAL
MÓDULO : DE AULAS

DISEÑO DE COLUMNAS

TIPO COLUMNA	A:		
"TEE"	B:	1.20	m
	e ala:	0.72	m
	e alma:	0.27	m
	e alma:	0.27	m

A).- **DATOS DE LA COLUMNA:**
Se analiza la columna más desfavorable.

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_t = 4455.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 \times A_t$$

$$A_{s\text{mín}} = 44.55 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0.04 \times A_t$$

$$A_{s\text{máx}} = 178.20 \text{ cm}^2$$

Ø	Diám. (cm)	Área (cm ²)	#Var. (cm ²)
3/8"	0.95	0.71	
1/2"	1.27	1.29	
5/8"	1.59	1.98	12
3/4"	1.91	2.85	12
1"	2.54	5.1	

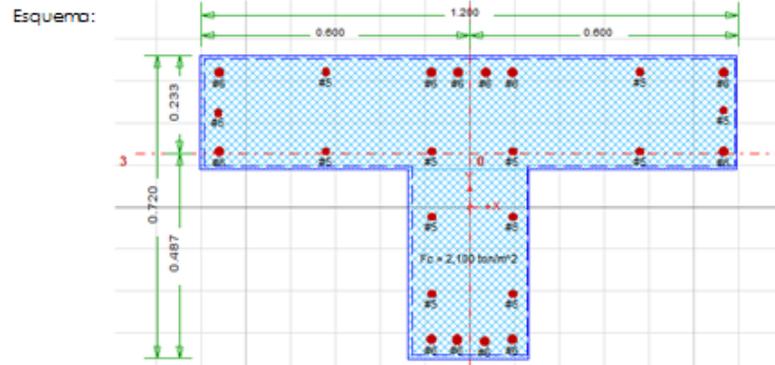
Asumimos **As mín t = 57.96 cm²** Area de acero mínimo en columna

B).- **CARGAS APLICADAS:**

Cargas últimas y Momentos últimos generadas en ETABS v16

CT	Pu (tn)	Mux Bottom (tn - m)	Muy Bottom (tn - m)	Mux Top (tn - m)	Muy Top (tn - m)
120x72x27					
caso 1	127.82	13.60	-74.56	-2.72	10.82
caso 2	74.85	16.51	71.74	-10.14	-10.00
caso 3	206.87	-20.00	-74.21	10.00	11.19
caso 4	206.87	21.37	71.34	-3.89	-10.21

C).- **DIAGRAMA DE ITERACION**



Usando el programa CSICOL V9 para el cálculo de columnas, en el cual se verifica que determinada sección de columna resista las cargas que se le aplicaran.

Se ha obtenido:

Nota:

- La intersección de La carga y el momento debe de estar dentro de La curva de iteración.
- En programa se verificara que la sección con el acero indicado, soporte las cargas aplicadas.

Analisis

Usando:

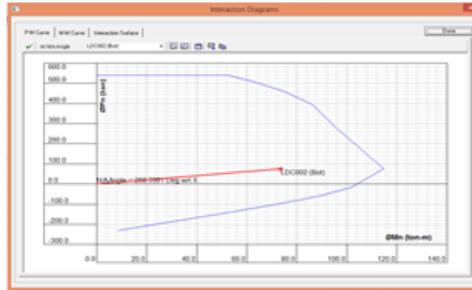
12 Ø 3/4"

+

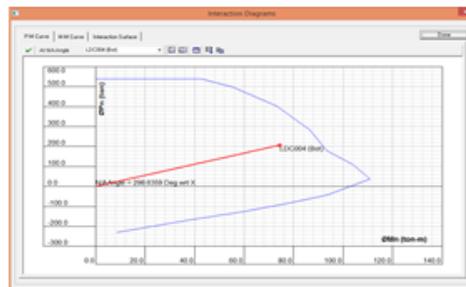
12 Ø 5/8"

DISEÑO ESTRUCTURAL
MÓDULO : DE AULAS

DISEÑO DE COLUMNAS

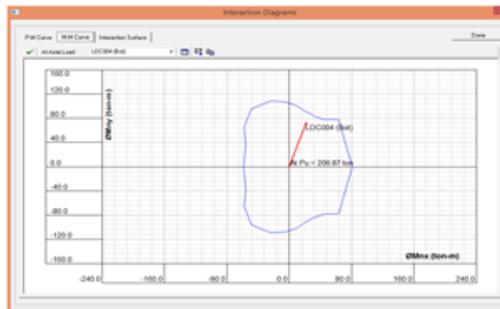


Condición más desfavorable.
caso 2 OK



Condición más desfavorable.
caso 4

D).- DIAGRAMA DE ITERACION DE FLEXOCOMPRESION BIAIXIAL



OK

E).- RADIO DE CAPACIDAD

Nudos superiores

Sr. No	Load Comb	Load/Pu (kN)	Mux (kNm)	Muy (kNm)	Muz (kNm)	Mx/My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (m)	Capacity Method	Remarks
1	caso 1	127.82	-2.72	10.82	11.16	104.1	N/A	N/A	0.24	235.2	0.33	4	OK
2	caso 2	74.85	-10.14	-10.00	14.24	224.6	N/A	N/A	0.18	144.8	0.29	4	OK
3	caso 3	206.87	10.00	11.19	15.01	49.2	N/A	N/A	0.39	345.9	0.31	4	OK
4	caso 4	206.87	-3.89	-10.21	10.93	249.1	N/A	N/A	0.38	129.9	0.36	4	OK

Todos los valores estan por debajo del 1.0

Nudos inferiores

Sr. No	Load Comb	Load/Pu (kN)	Mux (kNm)	Muy (kNm)	Muz (kNm)	Mx/My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (m)	Capacity Method	Remarks
1	caso 1	127.82	13.60	-74.56	75.79	280.3	N/A	N/A	0.72	91.4	0.47	4	OK
2	caso 2	74.85	16.51	71.74	73.62	77.0	N/A	N/A	0.87	268.5	0.41	4	OK
3	caso 3	206.87	-20.00	-74.21	76.86	254.9	N/A	N/A	0.71	123.8	0.40	4	OK
4	caso 4	206.87	21.37	71.34	74.47	73.3	N/A	N/A	0.96	298.6	0.66	4	OK

Todos los valores estan por debajo del 1.0

E).- DISEÑO DE ACERO LONGITUDINAL FINAL

La seccion de columna y acero estimado es el correcto.
Usar.

- Acero longitudinal 12 Ø 3/4" + 12 Ø 5/8"

DISÑO ESTRUCTURAL
MÓDULO : DE AULAS

DISÑO DE COLUMNAS

TIPO COLUMNA	A:	0.75	m
"ELE"	B:	0.60	m
	c:	0.27	m

- A).- **DATOS DE LA COLUMNA:**
Se analiza la columna más desfavorable.

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_t = 2916.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}} = 0.01 \times A_t$$

$$\boxed{A_{s\text{mín}} = 29.16 \text{ cm}^2}$$

$$A_{s\text{max}} = 0.04 \times A_t$$

$$\boxed{A_{s\text{max}} = 116.64 \text{ cm}^2}$$

Ø	Diám. (cm)	área (cm ²)	#Var. (cm ²)
3/8"	0.95	0.71	
1/2"	1.27	1.29	
5/8"	1.59	1.98	7
3/4"	1.91	2.85	14
1"	2.54	5.1	

Asumimos $A_{s\text{mín}} = 53.76 \text{ cm}^2$ | Área de acero mínimo en columna

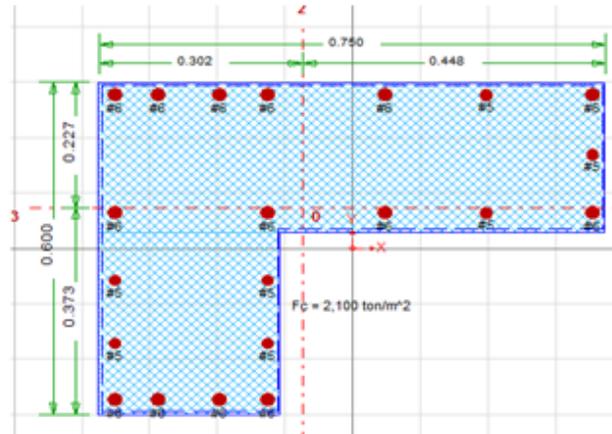
- B).- **CARGAS APLICADAS:**

Cargas últimas y Momentos últimos generados en ETABS v16

C L	Pu (tn)	Mux Bottom (tn - m)	Muy Bottom (tn - m)	Mux Top (tn - m)	Muy Top (tn - m)
45x45x25					
caso 1	169.21	17.27	23.69	-6.83	-1.14
caso 2	136.84	15.63	26.27	-2.81	-6.14

- C).- **DIAGRAMA DE ITERACION**

Esquema:



Usando el programa CSICOL V9 para el cálculo de columnas, en el cual se verifica que determinada sección de columna resista las cargas que se le aplicaron.

Se ha obtenido:

Nota:

- La intersección de la carga y el momento debe de estar dentro de la curva de iteración.
- En programa se verificara que la sección con el acero indicado, soporte las cargas aplicadas.

Analysis

Usando:

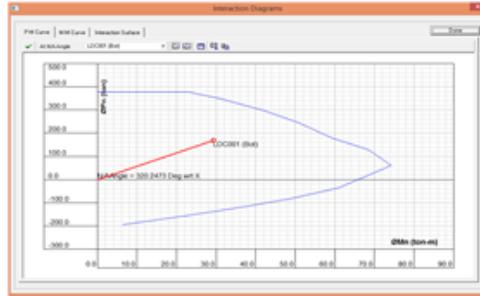
7 Ø 5/8"

+

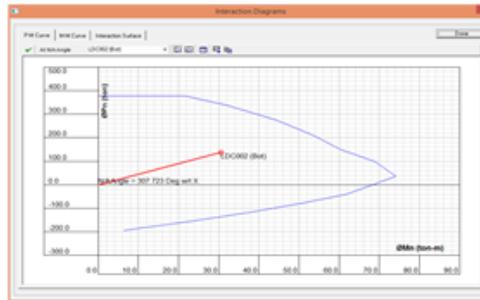
14 Ø 3/4"

**DISEÑO ESTRUCTURAL
MÓDULO : DE AULAS**

DISEÑO DE COLUMNAS

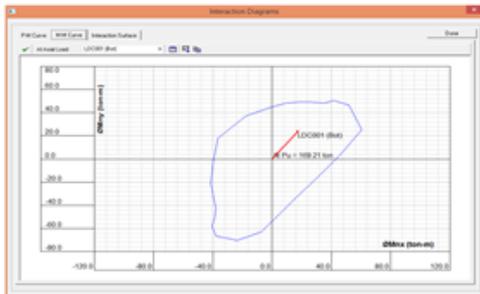


Condición más desfavorable.
caso 1 OK



Condición más desfavorable.
caso 2 OK

D).- DIAGRAMA DE ITERACION DE FLEXOCOMPRESION BIAIXIAL



OK

E).-

Nudos superiores

Sr. No	Load Comb	Load Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muz (ton-m)	MeMy Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (in)	Capacity Method	Remarks
1	caso 1	169.21	-6.83	-1.14	6.32	189.5	N/A	N/A	0.45	192.4	0.39	4	OK
2	caso 2	136.84	-2.81	-6.14	6.75	245.4	N/A	N/A	0.36	99.1	0.23	4	OK

Todos los valores estan por debajo del 1.0

Nudos inferiores

Sr. No	Load Comb	Load Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muz (ton-m)	MeMy Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (in)	Capacity Method	Remarks
1	caso 1	169.21	17.27	23.69	29.32	53.9	N/A	N/A	0.63	320.2	0.48	4	OK
2	caso 2	136.84	15.63	26.27	30.57	59.2	N/A	N/A	0.61	307.7	0.48	4	OK

Todos los valores estan por debajo del 1.0

F).- DISEÑO DE ACERO LONGITUDINAL FINAL

La sección de columna y acero estimado es el correcto.
Usar:

- Acero longitudinal $7 \varnothing 5/8'' + 14 \varnothing 3/4''$

PLANOS

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mg. Ing. Julio Benites Chero, docente de la Facultad de Ingenierías y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chiclayo, Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada: "**ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL APLICADO AL DISEÑO SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE N° 02 DE AULAS DEL COLEGIO MILITAR ELÍAS AGUIRRE – CHICLAYO**" del estudiante **CORREA CERVANTES, MARÍA DE LOS ANGELES**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 09 de octubre del 2019



FIRMA
Mg. Ing. Julio Benites Chero
DNI: 16735658

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Correa Cervantes María de los Angeles, identificado con DNI N° 77128933, egresado de la Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL APLICADO AL DISEÑO SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE N° 02 DE AULAS DEL COLEGIO MILITAR ELÍAS AGUIRRE - CHICLAYO"** en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 77128933

FECHA: 17 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERIA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CORREA CERVANTES MARÍA DE LOS ANGELES

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL APLICADO AL DISEÑO SISMORRESISTENTE DEL BLOQUE N° 02 DE
AULAS DEL COLEGIO MILITAR ELÍAS AGUIRRE – CHICLAYO

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 16/05/2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR UNANIMIDAD


FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN