



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del Desempeño Sísmico con el Método Estático No
Lineal Pushover de un edificio de 3 niveles en la ciudad de
Cajamarca.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Linares Zelada, Juan Francisco (orcid.org/0000-0002-7050-7566)

ASESOR:

Mg. Arevalo Vidal, Samir Augusto (orcid.org/0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi Madre, Esther Zelada por su apoyo incondicional durante todo momento a mi esposa Liliana Merino por su apoyo y a mis hijos Brandon, Juan Diego Cynthia y Erick Linares Merino, motivos de superación.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de convertirme en un profesional y cumplir mi meta. Agradezco al Ing. Samir Arévalo profesor del taller de tesis por guiarme y corregirme oportunamente durante el desarrollo de la misma. Y a la Universidad Nacional de Cajamarca por facilitarme la información para la realización de la presente tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento.....	II
Índice de contenidos.....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de figuras.....	VI
Resumen.....	VII
Abstract.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	23
3.2. Variables y operacionalización.	23
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	25
3.5. Procedimientos.	26
3.6. Método de análisis de datos.	27
3.7. Aspectos éticos.	83
IV. RESULTADOS.....	83
V. DISCUSIÓN.....	85
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIAS.....	89
ANEXOS.....	89

Índice de tablas

Tabla 1 Desempeño sísmico según (FEMA 356).....	15
Tabla 2 Sistemas Estructurales.....	30
Tabla 3:Cargas Vivas según NTP E020.....	31
Tabla 4: Cargas Muertas según NTP E020.....	31
Tabla 5 Calculo del centro de masa y centro de rigidez con el Etabs V20.1.....	36
Tabla 6: Dimensiones de la edificación en dirección X e Y.....	37
Tabla 7: Cálculo de la ubicación del centro de masa y centro de rigidez.....	37
Tabla 8: tabla de diferencias de Centro de masa y centro de rigidez.....	37
Tabla 9 cálculo de la masa participativa.....	38
Tabla 10 Masa participativa análisis sísmico estático y dinámico.....	39
Tabla 11- Modos de vibración de la estructura.....	39
Tabla 12: peso de la edificación por niveles.....	40
Tabla 13. resistencia de compresión para el concreto 210 kg/cm ²	41
Tabla 14 Periodos de vibración del bloque A.....	42
Tabla 15: periodos	43
Tabla 16: valores del factor se Zona "Z".....	44
Tabla 17: Factor de Uso (U) según la NTP 030.....	45
Tabla 18: categoría de las edificaciones y factor U.....	46
Tabla 19: Factor del suelo S	47
Tabla 20: coeficiente básico de reducción Ro.....	47
Tabla 21: fuerza cortante basal.....	49
Tabla 22 Cargas Muertas según la NTP E020.....	50
Tabla 23. Cargas Vivas según la NTP E020.....	50
Tabla 24Cálculo de las distorsiones estáticas en X.....	55
Tabla 25:Cálculo de las distorsiones estáticas en Y.....	55
Tabla 26 Distorsión o deriva estática en Y.....	55
Tabla 27: distorsiones a lo largo del eje Y.....	55
Tabla 28: distorsiones estáticas a lo largo del eje X.....	56
Tabla 29: Distorsiones en el eje x.....	56

Tabla 30 : Límites para la distorsión del entrepiso.....	57
Tabla 31. Espectro de Pseudo - Aceleración Vertical X, Y	58
Tabla 32: determinación de la cortante dinámica	64
Tabla 33. determinación de la cortante dinámica en "Y"	64
Tabla 34: corrección de la cortante dinámica en "Y"	64
Tabla 35: cálculo de las derivas de la Distorsión Dinámica en X.....	65
Tabla 36: determinación de distorsión en "X"	65
Tabla 37: desplazamientos en "X"	66
Tabla 38 Distorsión en "Y".....	66
Tabla 39: tabla de desplazamientos en "Y"	67
Tabla 40. Distorsiones en la dirección XX.....	68
Tabla 41: Distorsiones en la dirección YY	68
Tabla 42: límites de deformación para el concreto no confinado	70
Tabla 43 Límite de deformación del acero	71

Índice de figuras

Figura 1 Pórtico de una estructura idealizada	10
Figura 2 Sistema de muros estructurales.	10
Figura 3 Pórtico especial resistente, combinando con muros estructurales.....	11
Figura 4 Disipador sísmico SLB.	12
Figura 5 Respuesta al Análisis Modal - tiempo de vibración.....	13
Figura 6 Método Pushover	16
Figura 7. Método grafico de Pushover	17
Figura 8. Curva de capacidad	18
Figura 9. Efecto del SA (g) y SD (cm) o espectro de demanda	19
Figura 10. Interacción de Aceleración espectral.....	19
Figura 11. Curva de análisis para el espectro de diseño	21
Figura 12 Diseño de edificación en ETABS V20.1	28
Figura 13 espectro Aceleración en X	30
Figura 14: estructuración de la edificación de la EAP- INGENIERIA CIVIL BLOQUE A- UNC.....	31
Figura 15 Curva de capacidad y desempeño sísmico	32
Figura 16 Determinación de la regularidad o irregularidad de la edificación....	36
Figura 17 mapa de ubicacion de zonas.....	45
Figura 18: determinación del patrón de cargas en ETABS V.20.1 – Nivel 1	52
Figura 19 Determinación del patrón de cargas en ETABS V.20.1 - Nivel 2	52
Figura 20 Determinación del patrón de cargas en ETABS V.20.1 - Nivel 1	53
Figura 21: losas aligeradas	53
Figura 22: ubicación del centro de masa.....	54
Figura 23: estructura rigidizada en ETABS V20.1	54
Figura 24 Espectros Inelásticos del Bloque A , dirección Vertical Y	62
Figura 25 Distorsión en "X"	66
Figura 26 Distorsión en "Y"	67
Figura 27 Análisis no lineal del material(concreto)	70
Figura 28: esfuerzo de deformación del concreto sin confinar (histéresis)	71
Figura 29 Límites de deformación en ETABS del acero	72
Figura 30: Esfuerzos de deformación del acero	72
Figura 31: definición de combinaciones de cargas vivas y cargas muertas.....	75

RESUMEN

La presente tesis de investigación denominada: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO CON EL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER DE UN EDIFICIO DE 3 NIVELES EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA. Estableció como objetivo general: Objetivo General. Evaluar el desempeño sísmico de la edificación haciendo usos del análisis no lineal estático (PUSHOVER). Como método se aplicó el tipo descriptivo, así mismo tendrá un enfoque cuantitativo usando un análisis no lineal (PUSHOVER). Por lo tanto, el método es no experimental, debido a que el estudio se realizara durante un determinado periodo de tiempo. También se hará un análisis sísmico estático y dinámico aplicado a la estructura, para el análisis del desempeño sísmico de la estructura hasta su momento de colapso.

El método aplicado fue de acuerdo a su comportamiento estructural, esperando obtener resultados de desplazamientos y fuerzas en los elementos que serán interpretados según las normas E030 y el ATC-40.

La investigación establece como conclusión que han sido desarrolladas en función a los objetivos (específicos y general) donde el los modos de masa participative son en dirección X con 65%, en dirección Y, con 86% X, en Z con 60%, es decir no llegan al 90%, por lo tanto, no cumplen con la masa participativa. El desplazamiento lateral de la edificación esencial en todos los niveles la dirección "X". Están por debajo del 0.007 pero en la dirección "Y". Son mayores a 0.007 por lo tanto se recomienda agregar muros paralelos a y en el cálculo de las distorsiones dinámicas en Y las derivas en el Nivel 1: es de 0.03798, lo que ocasiona que sea mayor a 0.007 y con un desplazamiento de 189.9 mm, así mismo para el Nivel 2, es de 0.03986 que también es mayor a 0.007, ocasiona un desplazamiento de 118.8 mm y finalmente el en Nivel 3 la deriva es de 0.025127, que ocasiona un desplazamiento de 75.4 mm que hacen un total aculado de desplazamiento de 384.039 mm por lo que se recomienda mejor la estructura.

Por lo tanto, para el análisis del desempeño sísmico estático y dinámico deben cumplir para realizar el proceso de Análisis no lineal (Pushover). En los resultados obtenidos no se está cumpliendo con el análisis estático y dinámico

según la norma E030. Por lo que se recomienda el reforzamiento y cambio de secciones por parte del proyectista en el expediente técnico. Debido a que su análisis para un sismo raro el diseño la estructura se encontraría al límite de “cercano o próximo al colapso” lo cual conllevaría que para un sismo muy raro la estructura presentaría un colapso inminente, esto en referencia a la dirección de análisis “Y”, mientras que para el análisis de la dirección global “y” la estructura se encontraría en protección de vida para un sismo raro y para un sismo muy raro el pabellón de 3 pisos se encontraría frente a un colapso inminente.

Palabras claves: pushover, desempeño sísmico, análisis no lineal estático, sismo raro, sismo muy raro.

ABSTRACT

This research thesis called: EVALUATION OF THE SEISMIC PERFORMANCE WITH THE STATIC NON-LINEAR PUSHOVER METHOD OF A 3-LEVEL BUILDING IN THE CITY OF CAJAMARCA. It established as a general objective: General Objective. Evaluate the seismic performance of the building using nonlinear static analysis (PUSHOVER). As a method, the descriptive type was applied, likewise it will have a quantitative approach using a non-linear analysis (PUSHOVER). Therefore, the method is non-experimental, because the study will be carried out during a certain period of time. A static and dynamic seismic analysis applied to the structure will also be carried out, for the analysis of the seismic performance of the structure until its moment of collapse.

The applied method was according to its structural behavior, hoping to obtain results of displacements and forces in the elements that will be interpreted according to the E030 and ATC-40 standards.

The research establishes as a conclusion that they have been developed according to the objectives (specific and general) where the participatory mass modes are in the X direction with 65%, in the Y direction, with 86% X, in Z with 60%, it is say they do not reach 90%, therefore, they do not comply with the participatory mass. The lateral displacement of the essential building at all levels in the "X" direction. They are below 0.007 but in the "Y" direction. They are greater than 0.007, therefore it is recommended to add walls parallel to and in the calculation of the dynamic distortions in Y the drifts in Level 1: it is 0.03798, which is sometimes greater than 0.007 and with a displacement of 189.9 mm, thus same for Level 2, it is 0.03986 which is also greater than 0.007, occasionally a displacement of 118.8 mm and finally in Level 3 the drift is 0.025127, which causes a displacement of 75.4 mm that makes a total displacement of 384.039. mm so the structure is better eaten.

Therefore, for the analysis of static and dynamic seismic performance, they must comply with the process of Nonlinear Analysis (Pushover). In the results obtained, the static and dynamic analysis according to the E030 standard is not being complied with. Therefore, it is recommended the reinforcement and change of

sections by the designer in the technical file. Because its analysis for a rare earthquake, the design of the structure would be at the limit of "near or close to collapse", which would mean that for a very rare earthquake the structure would present an imminent collapse, this in reference to the analysis direction "Y", while for the analysis of the global direction "y" the structure would be in life protection for a rare earthquake and for a very rare earthquake the pavilion 3-story building would be facing imminent collapse.

Keywords: pushover, seismic performance, static nonlinear analysis, rare earthquake, very rare earthquake.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática, La Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuenta con laboratorios y aulas propias, de las cuales en su mayoría se encuentran en mal estado y una debe ser reparada urgentemente, lo cual es un obstáculo, para mejorar la infraestructura. Si bien es cierto que los ambientes deben ser de calidad, también es prioritario centrarse en analizar la evaluación de los edificios y espacios como parte aportadora en la formación acorde a las exigencias de la población estudiantil, así como ambientes para el personal administrativos que influye negativamente en la prestación de los servicios académicos en la escuela debido a que la infraestructura es muy antigua. Por las razones expuestas anteriormente, la UNC a través de la Unidad Técnica de formulación de proyectos, desarrollo a través de un proyecto de inversión pública para mejorar y ampliar el servicio en infraestructura. En tal sentido el proyecto de investigación estará orientado para evaluar el desempeño sísmico en la edificación de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, que en gran parte los métodos de diseño sísmico, donde necesariamente se incluye a la norma peruana E 030, en la cual solo determina un nivel de amenaza sísmica donde las edificaciones no deberían colapsar frente a un sismo de mayor intensidad, Así mismo este trabajo se orienta para la determinación del desempeño sísmico usando el método (PUSHOVER), que utiliza el programa ETABS, en el edificio para uso esencial, actualmente en construcción ubicado en la ciudad de Cajamarca, debido a que los resultados de la evaluación signifiquen mínimas diferencias, representa un avance en el conocimiento , permitiendo así diseñar y construir edificaciones más resistentes a eventos sísmicos los cuales son más frecuentes últimamente en nuestro país. **A nivel mundial.** Es conocido en el país sureño de Chile está considerado que es sísmicamente más activos en todo el mundo. Tal como sucedió el terremoto en febrero del 2010, siendo uno de los eventos sísmicos más fuertes en la historia donde les permitió evaluar todos sus sistemas estructurales y su normatividad al respecto. (Medina,2016). **A nivel nacional** para la evaluación del desempeño sísmico en una

edificación ubicada en zona urbana el autor uso el método estático no lineal "Pushover". Para comprobar el diseño y desempeño de la edificación frente a un sismo moderado y severo, obteniendo como resultado cumple conforme a lo establecido en la E-030 para el análisis sismorresistente, en función a los objetivos establecidos respecto al daño no estructural y su resistencia al colapso, así mismo comparo los resultados obtenidos con respecto a los puntos de desempeño analizados en el Espectro de Capacidad, en relación con el Espectro de Demanda definido en la E-030, concluyendo que están en el margen de desempeño, según el código FEMA. (Agencia Federal para el Manejo de Emergencias. (Paredes , 2016).

Muchas viviendas al no contar con un diseño estructural, evaden las responsabilidades municipales de inspección técnica de su edificación, generando así dudas frente a la mala construcción de su vivienda, este mal diseño de elementos estructurales genera incertidumbre frente a si es posible que acurran alguna falla o sufra algún daño en la estructura al manifestarse un movimiento telúrico de magnitud regular. (Amoros, 2015) De acuerdo al Análisis No Lineal Estático Pushover que presenta el ATC-40 y FEMA-356, es utilizado para un requerimiento sísmico dada por la Norma Peruana de Diseño Sísmico E-030, 2018, para evaluar el nivel de daño producido a los componentes estructurales en sus deformaciones (giros o desplazamientos), para luego comparar los límites de aceptación dados por FEMA 356 y ATC-40. El objetivo fundamental de este estudio se basa en realizar el Análisis No Lineal Estático Pushover y determinar las áreas más susceptibles de un elemento estructural y tomar las decisiones al respecto (reforzamiento estructural) (Delgadillo ,2005).

En este trabajo se incluye la evaluación sísmica de un edificio de 13 pisos ubicado en la Universidad de los Andes en Cusco. El proceso de evaluación se desarrolla con base a un diseño y medición, dado que los componentes estructurales, columnas, vigas y muros rígidos, permitió evaluar su desempeño sísmico en diferentes niveles de amenaza. El modelo planteado está basado en los diseños actuales para hormigón armado y portantes según las normas (NTP E. 020, E. 030 y E. 060) así mismo se realizó el análisis estructural de cargas gravitatorias y sísmicas

mediante el uso de ETABS V.16, también se verificó el modelo mediante cálculos manuales analizando el efecto ocasionado en las rótulas plásticas a través del análisis estático lineal. Después de este proceso, se realizó un análisis no lineal (Pushover) de acuerdo con las recomendaciones ASCE/SEI 41-13. Concluyendo que la capacidad de carga del sistema estructural ensayado conjuntamente con el mecanismo de formación de rótula plástica, muestra al mecanismo de falla de la estructura al aumentar la fuerza de corte. Este resultado permitió estimar el límite elástico a partir del desplazamiento y cortante de la base a través de curva de capacidad. (Mendoza y Rivera,2020).

En Perú, solo se reforzaron los edificios dañados después del terremoto. De esta manera, el Estado se ve obligado a invertir en el fortalecimiento y renovación de cada edificio que está interviniendo. Si las estructuras sensibles pueden reforzarse temprano, los costos de reparación pueden eliminarse o reducirse significativamente. Por lo tanto, es urgente desarrollar planes de prevención de terremotos para los hogares en áreas propensas a terremotos severos. (Aguilar, 2006). Según Genner Villareal: Desde el punto de vista de un terremoto, el sistema no funciona de manera óptima durante terremotos prolongados. Si recordamos, el terremoto de Perú de 1970 para Chimbote duró unos 80 segundos, casi todos los terremotos antiguos duraron 80,90 segundos, sin embargo, los terremotos recientes en Perú son muy diferentes al tiempo flexible del propio terremoto. El sismo de Pisco de 2007 duró más de 3 minutos por lo que el material ya no era flexible sino elástico, por lo que el monitoreo no es solo un aspecto cualitativo. (Vizconde, 2015). A nivel local, el estudio se basa en evaluar las edificaciones de la región Cajamarca, que sirven de infraestructura para docentes, para garantizar su seguridad y protección en caso de un sismo. Este estudio se realizó en la institución educativa IEE N° 82015, ubicada en Cajamarca, según norma NTE E030, 2009. Los objetivos de este estudio fue verificar que la edificación ha sido construida con estándares mínimos de resistencia sísmica. El método se aplicó usando modelos matemáticos para un análisis sismo estático y dinámico, teniendo en cuenta los criterios las normas E-020" (carga), E-030 (diseño

sísmico), E-070 (mampostería), E-060 (hormigón armado) y E.50 (piso y cimentación). (Marca, 2017).

En Cajamarca, en la sede del SENATI - Cajamarca se analizó uno de los edificios de cuatro pisos destinados en la formación técnica para talleres y aulas pedagógicas tuvo como objetivo analizar las grietas que afectan la apariencia de la edificación presumiendo que se trataría de fallas en su estructura. Al realizar los análisis respectivos con respecto al diseño referido según la norma E030, se concluyó que las grietas eran causadas por el uso inadecuado del adhesivo epóxico, siendo la principal patología encontrada en la edificación evaluada, afirmando que se trataría de unas fisuras o grietas no estructurales. Chávez (2014) (pág. 5 y 211).

En el estudio realizado en la ciudad de Cajamarca para la evaluación de la capacidad estructural en una edificación a través del análisis estático no lineal (PUSHOVER),obteniendo como resultado que la capacidad estructural de la edificación muestra una elevada resistencia y ductilidad en esfuerzo de cargas laterales y en direcciones transversales con la cortante basal máxima obtuvo un valor de 831.12 Tn, y una ductilidad de 8,58, y con respecto a su resistencia obtuvo un valor de 1.81; así mismo indica que la dirección longitudinal de la edificación constituido por placas obtuvo una cortante basal máxima de 1175.279 Tn. una ductilidad 5,76 y con una resistencia de 1,66. (Chunque, 2013).

Desempeño sísmico realizado para la edificación 4J en la ciudad universitaria en Cajamarca. En los análisis obtenidos la edificación, posee un desempeño óptimo para sismos en la dirección X, su resistencia aplicada es ligeramente superior al límite sugerido por la norma E-030, concluyendo que no afecta el comportamiento de la edificación. (Merino, 2014).

Problema General. El análisis sísmico mencionados en la E.030, respecto un análisis estático y dinámico lineal, permiten verificar la esencia de un modelo donde se establece. Así mismo permite saber cómo se comportaría los edificios ante sismos de menor magnitud, debido a la

acción reiterada de estos eventos sísmicos a la larga pueden ocasionar daños a la parte estructural de las edificaciones.

Es por ello que los estudios para un Diseño Estructural son aproximados y no perciben el efecto de cargas externas a los que están usualmente sometidos las edificaciones a través del tiempo y peor aun cuando se evalúa sobre el rango elásticos, tomo mando como ejemplo cuando es usados un valor único tanto para secciones y materiales. Es por ello que se analizara mediante un método no lineal, para evaluar cada uno de los elementos, una aplicación en base a su comportamiento sobre el rango elástico estaría en función a una magnitud de los esfuerzos por lo tanto no se usaria datos constantes sino un que este a través del tiempo. así mismo se debe tener conocimiento del desempeño de cada material cuando es sometido a tipos de cargas como sucede un sismo se tendría en cuenta las limitaciones que presentaría un diseño estructural a partir de metodologías tradicionales, por lo que es necesario el estudio en conjunto del desempeño sísmico y poder identificar y corregir las deficiencias que podría tener en un diseño preliminar. Finalmente, desde la década del 60, las edificaciones en nuestro país han sido construidas con criterios sismorresistentes. Pero si revisamos información referida a eventos sísmicos severos las actuales edificaciones y aquellas construidas en los últimos cien años no han experimentado un sismo de gran intensidad y las estructuras de concreto armado no han sido probadas en estas condiciones.

Así mismo el **Problema específico**. Se planteo para la investigación de la siguiente manera: cual sería el punto de desempeño sísmico que se tendría desde el análisis (Pushover) en el edificio. y Al analizar la deriva elástica sometida a acciones sísmicas (análisis lineal), cumplen con el desempeño sísmico de acuerdo a la E030,2018.

Justificación Practica. El Análisis práctico de esta investigación está basada en la evaluación del desempeño sísmico de acuerdo a la normatividad vigente E030, 2018, al edificio de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil descrito en el expediente técnico y conocer las fallas que pudiera detectarse y diseñar los refuerzos requeridos, para

un buen desempeño sísmico, a través de su análisis no lineal (PUSHOVER).

Justificación económica: La investigación tendrá como ejercicio minimizar los costos que genera construir una edificación informal, lo que se desea hallar es una mejoría en la edificación para evitar fallas, riesgo frente a algún evento inesperado.

Justificación social: La presente investigación será de interés para el personal docente, administrativo comunidad estudiantil; de acuerdo con los resultados obtenidos, en verificar su cumplimiento con lo exigido en seguridad de acuerdo con la norma E-030. 2018. Proponiendo si corresponde realizar un reforzamiento a la estructura según el análisis usando el método no lineal (PUSHOVER).

Objetivo General. Evaluar el desempeño sísmico de la edificación haciendo usos del análisis no lineal estático (PUSHOVER).

Objetivos específicos. Evaluar y analizar el desempeño sísmico estructural según la norma E030-2018, del edificio de 3 niveles, de la de la E.A.P de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca.

Evaluar mediante el análisis estático no lineal Pushover, para determinar el desempeño sísmico de los sistemas estructurales. Analizar la estructura a partir de los movimientos horizontales y la aplicación de cargas verticales, permanentes y sobrecargas, Determinar qué elementos se dan las primeras rotulas plásticas. Y finalmente determinar la curva de capacidad y los puntos de desempeño sísmico.

Hipótesis General. EL análisis sísmico estático y dinámico, aplicando la norma E.030 2018 y el análisis no lineal PUSHOVER mostrarían un buen desempeño estructural en el edificio.

Hipótesis específica. El punto de desempeño sísmico que se obtendrá como resultado en el análisis estático no lineal (Pushover) de acuerdo con las normas Norma ATC-40: ACI 318-11, ASCE 41-13 y FEMA 440. se encontrará en el margen de seguridad de vida para el edificio.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación. A nivel internacional, (Duarte , Martinez, & Santamaria, 2017), en su investigación sobre el análisis no lineal (Pushover) con el objetivo de verificar posibles factores trabajando la información desde cero. La problemática en la construcción de los nuevos edificios muestra estos mecanismos mediante bisagras de plástico en la parte superior de elementos como columnas y vigas. Debido al incremento de cargas laterales de la estructura durante eventos sísmicos. [...] Los resultados obtenidos muestran que la amplitud de deformación de la estructura ensayada antes de alcanzar los valores al límite permisible de seguridad humana, estando dentro de los rangos de seguridad de la vida, la fuerza cortante es 2523,41 tn y su desplazamiento es de 15,89 cm, significando el grado de deformación antes de llegar al límite de control de daño estructural cuyo valor es de 20,59 cm, siendo el límite seguro actual es de 32,75 cm.

Piedrahita,(2018) La evaluación que realiza sobre las características sísmicas principalmente de las edificaciones con muros de concreto reforzado. En México. [...] Se presentaron dos métodos para el análisis, siendo el primero con respecto al diseño correcto de NTCC y el otro del diseño incorrecto del acero que delimita los elementos de la pared debiéndose a un análisis incorrecto de la interpretación de la normatividad. [...] Concluyendo que ambos modelos se analizaron con el análisis no lineal Pushover.

Alcántara y Nalvarte, (2016). Realizaron la investigación evaluando la situación actual del estado estructural del pabellón de uso esencial del Instituto Nacional del Niño (INN) usando el método ATC-criterio 40. Durante este trabajo se identificaron sus defectos estructurales permitiendo hacer recomendaciones para la mejora de su desempeño sísmico estructural. Concluyendo que es necesario la implementación de un disipador sísmico tipo viscoso para el primer nivel.

A Nivel nacional Fustamante, (2018) Propuso con este estudio evaluar y determinar la resistencia sísmica de un edificio de 11 pisos ubicado en la ciudad de Chota según el ATC-40; en muros y pórticos donde los muros estructurales estando en relación directa a más del 70% de cortante. [...]

Su rendimiento está determinado por la clase ATC. Su análisis y diseño para este edificio es usando el Etabs V.18. Se desarrollo un análisis de empuje estático no lineal para determinar las fuerzas de corte y los desplazamientos asociados, obteniendo también las curvas de capacidad de carga de la estructura para determinar los desplazamientos de deslizamiento y colapso.[...] Los resultados de la evaluación muestran que en la dirección X, en el caso de sismos activos, la estructura se encuentra en un nivel seguro para la vida, pero en el caso de sismos de diseño y sismos máximos, no se puede lograr el objetivo y la estructura colapsaría. En la dirección Y, la estructura cumple con los objetivos sísmicos de servicio y de diseño, pero no cumple con los objetivos sísmicos máximos en el momento del colapso de la estructura.

Barriga, (2019) Análisis para mejorar el desempeño sísmico del edificio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, concluyendo. [...] El análisis no lineal (Pushover), su composición muestra al eje de intensidad XX (armazón de hormigón armado) es insuficiente para un terremoto, así mismo está dentro de los estándares de diseño sísmico según la E030, debido a que la composición está en el sector anti-colapso; con respecto al eje YY constituido por muros de mampostería resulta suficiente. [...] Los resultados obtenidos muestran que el diseño original necesariamente debe ser reforzado en la dirección X-X. Las Barras de refuerzo propuestas a lo largo del eje longitudinal X-X tendrían la posibilidad de incrementar el efecto de la carga horizontal en toda la composición. Además, logro demostrando que la capacidad de deformación lateral se incrementó significativamente de 15 cm a 30 cm, duplicando este parámetro del valor original. (Paredes , 2016) Investigo y evaluó las propiedades estructurales de una edificación de 6 pisos diseñado con un sistema constructivo de doble piso y marco. Se realizo un análisis sismo estáticos no lineales (Pushover) utilizando SAP2000 y FEMA-356. [...] Para determinar el punto de operación, utilizando el estándar FEMA-440, los resultados obtenidos mostraron cuatro espectros de demanda que corresponde a sismos frecuentes, poco frecuentes, raro y muy raros, que tuvo como referencia el espectro de desempeño y comparaciones según el comité VISION

2000. Pudiendo determinar el desempeño de estructuras hasta estas 4 clases sísmicas.

Vergara y Zevallos, (2014) El análisis sísmico y su comportamiento estático no lineal (Pushover) en una edificación de 6 pisos en Trujillo, tuvo como objetivo el análisis de Desempeño y el análisis sísmico no lineal estático de edificaciones, utilizando los métodos analíticos FEMA 356 y ATC 40. [...] los resultados fueron comprender el comportamiento de una estructura frente al movimiento sísmico, mostró cómo se ven una serie de bisagras plásticas que eventualmente conducen al colapso de un edificio, comparando con la NTP E-030 para obtener el nivel de daños. (Alcantara y Nalvarte, 2016) su trabajo de investigación sobre el uso de la norma ATC 40 para mejorar parámetros constructivos en la estructura del Instituto Salud del Niño en el distrito de Breña en la ciudad de Lima, su objetivo principal es la contribución de la norma ATC 40 en el aumento de la eficiencia de las estructuras para realizar un refuerzo adecuado. [...] Obteniendo como resultado en determinar el nivel esperado de desempeño del edificio y este podría ser mejorado y obtener diferentes niveles de resistencia sísmica con el método propuesto. (Julca, 2020) Los propósitos principales de este trabajo de investigación fueron la confirmación de parámetros sísmicos para la institución educativa N°101136, ubicada en la provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca, a través del análisis estático, complementándose con un análisis de empuje de carga incremental. Basado en la Norma Sismológica Peruana E-030 de 2018. Se uso el software SAP Education Edition 2000. Teniendo como resultado la curva y la puntuación de rendimiento, permitiendo así determinar que mecanismos de falla gobiernan la ductilidad.

Bolaños,(2015). El objetivo de este estudio consistió en determinar el comportamiento sísmico del edificio "F" de la Universidad Nacional de Cajamarca utilizando el análisis estático no lineal (PUSHOVER) y el programa ATC-40 (Comité de Ingeniería Aplicada) B, programa definido por el Estándar VISION 2000, SEAOC. Su propósito es determinar el comportamiento sísmico de un edificio en estudio realizando primero pruebas de rigidez y validación de diseño, para luego modelar en SAP 2000 para analizar el desempeño de la edificación que puede chocar con

el sismo en cuestión. [...] El nivel de desempeño sísmico de la edificación se obtiene superponiendo el espectro de demanda y su potencia (representando curvas de eficiencia en coordenadas de aceleración y desplazamiento). [...] Sin embargo, en caso de terremotos ocasionales, no cumple con estos requisitos ya que se esperan daños estructurales severos.

SENCICO,(2018).Teorías relacionadas con el tema el Sistema estructural, el artículo 16 de la E030-2018, las estructuras de hormigón armado son elementos que constituyen un sistema constructivo sismorresistente, de acuerdo con lo dispuesto en la E.060. (E030, 2018). por su parte SENCICO, define como pórtico donde un 80 % de la fuerza cortante inferior se aplica a las columnas en los pórticos. Cuando existen muros estructurales, están diseñados para resistir una fracción del impacto sísmico total en función de su rigidez.



Figura 1 Pórtico de una estructura idealizada

E 030,(2018). La misma norma refiere como muros estructurales se define como un análisis de resistencia sísmica, basada en la fuerza cortante en la base.

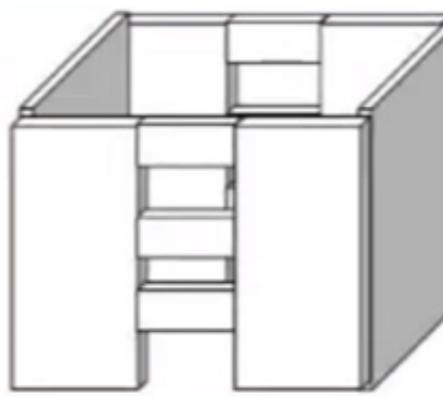


Figura 2 Sistema de muros estructurales.

E030, (2018). Para el caso Dual los efectos sísmicos son resistidas en combinación entre pórticos y muros estructurales. Donde la fuerza cortante que asumen los muros supera al 20% pero es menor al 70% de la cortante en la base de una edificación.

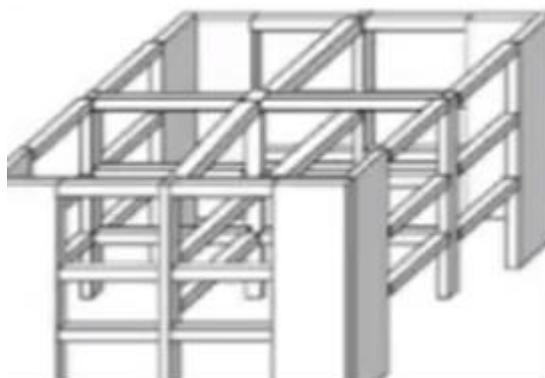


Figura 3 Pórtico especial resistente, combinando con muros estructurales

NTP, E 030,(2018).En edificios con muros de ductilidad limitada (EMDL). Poseen un sistema estructural en el que su resistencia a la sismicidad y cargas de gravedad que se dan en muros de hormigón armado de espesor reducido, donde los extremos se reducen y posicionan el refuerzo longitudinal sobre un piso. Este sistema puede construir hasta ocho plantas.

Bozzo,(2018). Los disipadores sísmicos, son dispositivos para protección sísmica los cuales son fabricados en metal y diseñados para disipar energía de forma estable, principalmente por cortante. [...] Su capacidad de deformación es variable según los requisitos del proyecto y normativas locales. Actualmente, se dispone de más de 100 tipos distintos de dispositivos que pueden combinarse entre sí dando un rango de fuerzas de inicio de plastificación muy amplio, pero disipando energía desde valores de desplazamiento tan bajos como decimas de milímetro.

[...] Los dispositivos SLB, rigidizan significativamente la estructura en las zonas o niveles donde se requiera y reducen significativamente las fuerzas inducidas por sismos severos en base a su alta disipación de energía y muy alta rigidez inicial. Los disipadores SLB se instalan

fácilmente en la estructura mediante nuestra conexión patentada Almenada, que evita la transferencia de fuerza axial, permiten disponer de estos elementos de forma libre en planta y en altura.

[...] Nuestro proceso de fabricación único permite ajustar sus propiedades según ensayos específicos de la platina base con la que se fabricará el dispositivo y mediante su análisis plástico. [...] Su aplicación da soluciones económicas y versátiles a arquitecturas complejas, irregulares o con limitaciones geométricas fuertes. [...] También permite construir en zonas sísmicas severas, sistemas prefabricados con poca ductilidad y solucionando la problemática de estructuras existentes con escasa ductilidad o excesiva flexibilidad, construidas antes que se conozcan los actuales conceptos del diseño sismorresistente.

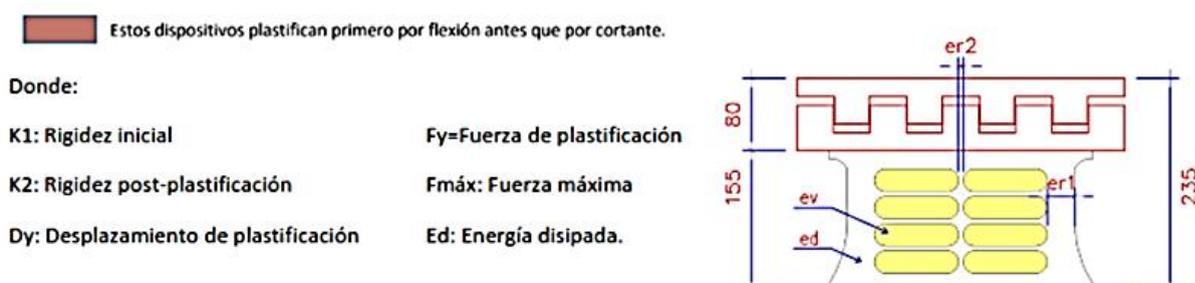


Figura 4 Disipador sísmico SLB.

Tito, (2018), el riesgo sísmico en Perú se asocia a los riesgos ante un movimiento sísmico en nuestro territorio puede exceder a un valor específico a ciertos momentos o periodos de tiempo de retornos. Dado la posibilidad de excedencias y esta relacionado de acuerdo a la zona sísmica. Es por ellos los lugares ubicados en fallas de las placas tectónicas sudamericana y nazca Según E030, 2016, por lo que se espera que en la zona costera de Perú, se acelere aproximadamente 0,45 g, con una probabilidad de excedencias entre un 10% a 50% (E 030, 2016, página 4). [...] También se especifica que a demanda sísmica conforme a la norma E030, referente al tipo de suelo tiene una acción directamente en los efectos sísmicos, que dependen de la velocidad de aceleración, la amplificación está basada por el factor suelo "S", mientras que el proceso, la vibración en el suelo dependen de los parámetros TL y el espectro característico según normas E 030.

Ponce, (2018) estableció que un análisis modal, usado para la definición para el análisis de los modos de vibración en una estructura, determina que estos modos son de utilidad para comprender el desempeño del edificio. [...] También especifica que se puede usar en dos casos es decir para una superposición modal y obtener respuesta al espectro y para un análisis modal en el tiempo.

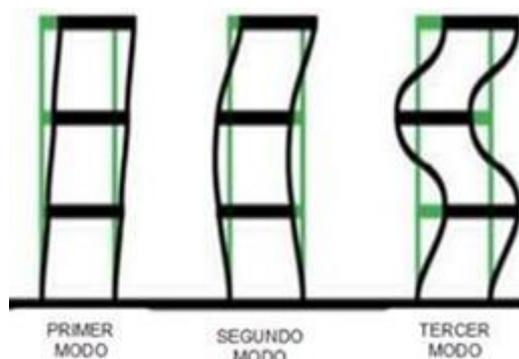


Figura 5 Respuesta al Análisis Modal - tiempo de vibración

Ponce y Quinchuqui, (2019) el comportamiento sísmico comentan que los últimos años se han registrado víctimas humanas, así como también daños estructurales y a las vez económicas, debiéndose principalmente debido al desempeño sísmico inadecuado, sumado a los desplazamientos horizontales los que presentan fallas en la corteza terrestre ocasionando un daño mayor durante un evento sismo, es por ello los edificios deben ser diseñados para tolerar la cortante en la base denominándose “aceleración máxima horizontal”. [...] Concluyendo que, a mayor altura, mayor oscilación.

Fernandez,(2012) La ductilidad se refiere al material que algunos materiales tienen que deformar antes de poder terminarlos, por lo que en ingeniería la ductilidad es muy importante porque indica dónde se puede deformar el material sin agrietarse. [...] Es importante definir la ductilidad de acuerdo con la calidad del material deformado. Ruptura cuando este material presenta deformaciones inelásticas importantes, como por ejemplo el acero. De hecho, cuando se deforma, no vuelve a su posición original.

En el caso de desempeño sísmico, las condiciones de daño físico que ocasionaría a una estructura, amenazan la vida y seguridad durante un evento sísmico y después del sismo, y de qué manera el modelo ha jugado su papel.

Salinas, (2016). Se cuantifica en términos de la extensión del daño al que está sujeta una estructura durante y después un sismo y el efecto en los elementos estructurales y no estructurales. [...] Para recopilar mayor información en el desempeño sísmico, tomando en cuenta la reciente actualización de la E.030,2018, donde no se ha tenido en cuenta el análisis por desempeño, permitiendo realizar una evaluación en un margen inelástico y anticiparse en establecer el grado de rendimiento ante un evento sísmico. [...] Actualmente existen varios códigos pudiendo aplicar metodologías y por ende análisis de desempeños sísmico siendo los más importantes el código FEMA y el ATC-40, entre otros.

Según (Sanchez y Teran, 2019), ambos demostraron con su investigación la evaluación del desempeño sísmico donde indican que la del espectro de diseño inelástico el cual tiene como base el amortiguamiento efectivo. [...] Es un método indirecto y ambiguo, por lo que presenta algunos inconvenientes para evaluar la capacidad sísmica en una estructura. Actualmente es una tendencia en los investigadores que han implementado un concepto con concepto al espectro de diseño de ductilidad constante. [...] Así mismo poder evaluar el espectro de demanda se han considerado debido a estimaciones más fiables con respecto a los espectros de demanda inelástica.

Hakim y Ashour, (2014) con respecto a los niveles de rendimiento estos fueron desarrollados por el Applied Technology Council - California (ATC-40), que decidió separar los niveles de rendimiento de los modelos de productos no estándar y no estándar y luego combinarlos para definir modelos. [...] Rendimiento. El ATC-40 se utiliza en servicio, diseño y aplicaciones sísmicas avanzadas. El código FEMA mide el desempeño de cada elemento con una o más representaciones objetivas que esencialmente operan en algún grado de sismicidad. Mostrando una relación con un nivel de riesgo del 50% durante 50 años para la etapa de recuperación de 72 años. Así mismo el modo, para el 20% de 50 años con

un período de recuperación de 225 años. 10% 50 años a cambio de 474 años. [...] Finalmente, en el momento de 2475, 50 años del 2%. Teniendo en cuenta que el período de retorno se incluye con 75, 225, 500 y 2500, respectivamente. Las siguientes matrices están representadas como un buen objetivo.

Tabla 1 Desempeño sísmico según (FEMA 356).

OBJETIVOS PRINCIPALES PARA NIVELES DE DESEMPEÑO EN EDIFICIOS	NIVELES DE PELIGRO SÍSMICO			
	50% / 50 años	20% / 50 años	10% / 50 años (BSE-1)	2% / 50 años (BSE-2)
Operacional (1-A)	a	b	c	d
Ocupacional inmediata (1-B)	e	f	g	h
Seguridad de vida (3-C)	i	j	k	l
Prevencción del colapso (5-E)	m	n	o	p

Fuente. Código (FEMA 356).

En un análisis Pushover (estático no lineal), es someter a cargas laterales secuencialmente o mediante un indicador de carga monoatómico, teniendo en cuenta la fuerza gravitatoria que actúa sobre la estructura.

Duarte et al., (2017), realizan el análisis (Pushover) basado en los datos analizados en trabajos de investigación que consiste en aplicar un miembro estructural una carga lateral y determinar rótulas plásticas donde los elementos estructurales son sometidos en secuencia con el tiempo, este método se aplica a edificaciones que necesitan refuerzo porque son fácilmente afectadas por eventos sísmicos.

Torres,(2017) Indica que al hacer usos del método (Pushover) se determinaron patrones de cargas sometidas a la edificación, así mismo se determinó los modos de falla, que dieron origen a la capacidad de la edificación.

Valle,(2019) en la revisión de (Barrera, 2017, pág. 26) al realizar un análisis mediante el método (Pushover), [...] determinaron los modelos de carga que se usan en la estructura, así mismo se aplicaron los modos de falla, dando lugar la gráfica de la curva de capacidad.

Valle, (2019) en la revisión de (Barrera, 2017, p. 26) afirma que: es un instrumento que se basa en distribuir pesos laterales en toda la edificación

y en una misma dirección en forma incremental, ya sea constante o también por desplazamiento, hasta que la edificación alcance su punto crítico y el colapso respectivo.

Valle,(2019) la (AENL) en su trabajo de investigación permitió establecer la capacidad resistente del edificio actualmente construido y realizara una comparativo con la demanda previa al sismo. [...] El objetivo está relacionado con la amenaza sísmica y en función del área que cubre la edificación. Es necesario precisar que la resistencia de los elementos estructurales depende de la resistencia, deformación y rigidez.

Martínez y Santamaria, (2017). En su investigación para determinar a través del método Pushover se debe tener en cuenta la siguiente información, las propiedades de los materiales, dimensiones de la sección transversal de los elementos estructurales, cantidad de acero longitudinales y transversales para la cuantía de cada elemento, la definición de cargas sobre la estructura que esta especificado en la E-030, la distribución de las de rótulas plásticas, las características (tensión-deformación) de acuerdo a la cuantía de acero longitudinal y transversal, y finalmente conocer las cargas laterales que ejercen en su centro de gravedad de la estructura. Presentado a continuación.

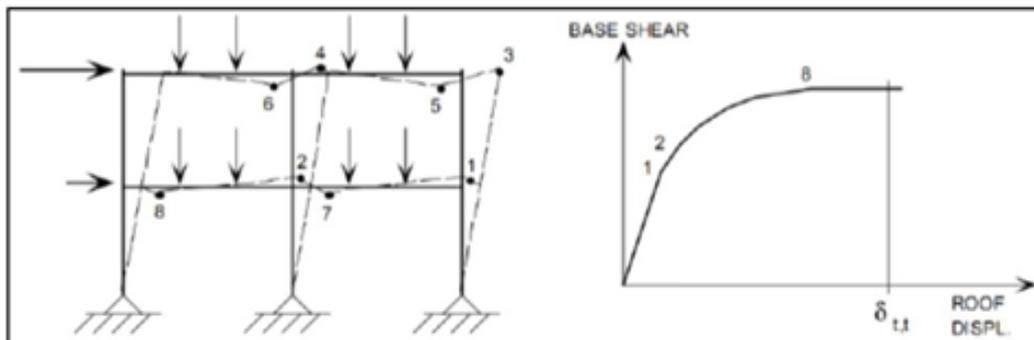


Figura 6 Método Pushover

Se determinó que "El análisis de trabajo (pushover) consiste es usar un índice de carga lateral incremental, y cargas gravitatorias, hasta que la edificación falle o colapse para poder conocer la resistencia de sus componentes y la deformación producida y correlacionados.

Paredes (2016) seguidamente, se presenta la determinación de las cargas laterales incrementales y gravitatorias.

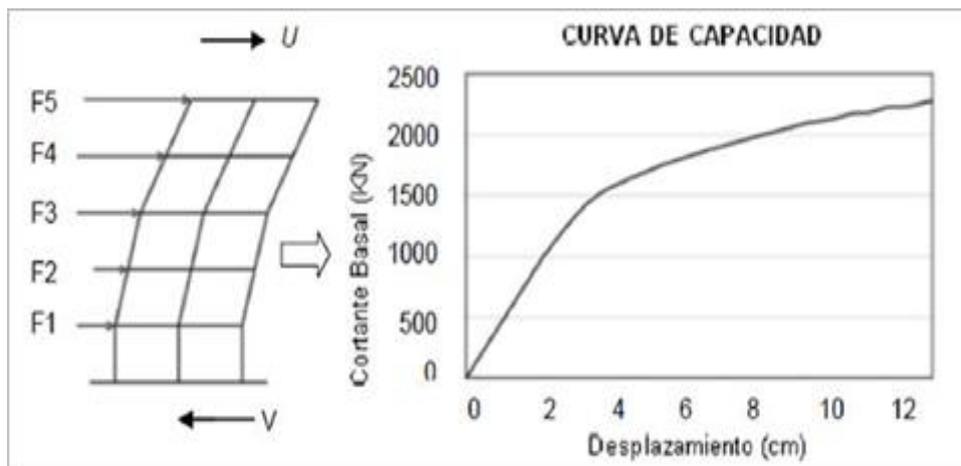


Figura 7. Método gráfico de Pushover

Amorós, (2015) en su trabajo de investigación determino que, al hacer un el análisis estático no lineal, define dos formas para la determinación de la curva de capacidad de resistencia de las edificaciones ante sismos. La primera es donde la carga actúa en una dirección para ocasionar el colapso, este método es conocido como (Pushover). Para el segundo caso se aplica un programa de aceleración, que consiste en aumentar gradualmente hasta ocasionar el colapso. [...] El resultado final sería para determinar el análisis de rendimiento.

Paredes,(2016) en su trabajo de investigación tiene en cuenta y especifica que una edificación depende de su resistencia y a la vez determinar la capacidad de adaptación de la estructura individualmente, y del material utilizado, así como del hierro, y se tiene en cuenta la agregación del hierro. en concreto. [...] La finalidad de la obtención de una licencia es obtener la máxima autorización y duplicación de dicho pedido.

[...] La siguiente figura muestra un sistema de potencia que combina la resistencia de carga en el costado de la estructura y su desplazamiento lateral en el último nivel de la estructura.



Figura 8. Curva de capacidad

Jiménez, (2016) determinó mediante un análisis de espectroscopia donde describe a los espectros de capacidad, se calcula el período de tiempo desde el comienzo del período de vibración no sistémica hasta la relación de ductilidad de desplazamiento máximo, μ . Del mismo modo, el tamaño disminuye. [...] La magnitud se calcula en base a la compresión máxima en un sistema no conforme y la ductilidad máxima. Estos conceptos se traducen en equilibrio de tiempo, T_{eq} y equilibrio (conocido como amortiguamiento viscoso efectivo, β_{eq} y ATC-40) proporcionados por los parámetros requeridos por Freeman et al. 1975, p. 65. Jiménez, (2016) también describe el desempeño sísmico en estructuras típicas de Mampostería No Reforzada en Barcelona España. Para lo cual hizo un modelo y reviso la Aplicación del Método del Espectro de Capacitancia. Referido al procedimiento de cuantificación (FEMA 356).

Amoros,(2015), por su parte determinó el desplazamiento, siendo un método estático no lineal simplificado con lo cual se determinaría el coeficiente de desplazamiento el cual generalmente se describe en FEMA 356. Según este este trabajo, [...] el propósito, el desplazamiento, corresponde a un desplazamiento. desde el ultimo nivel para cual se usa la siguiente ecuación:

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g$$

El espectro de demanda se muestra simultáneamente en un gráfico, que es mostrado a continuación según lo especificado por Amoros (2015, p. 46).

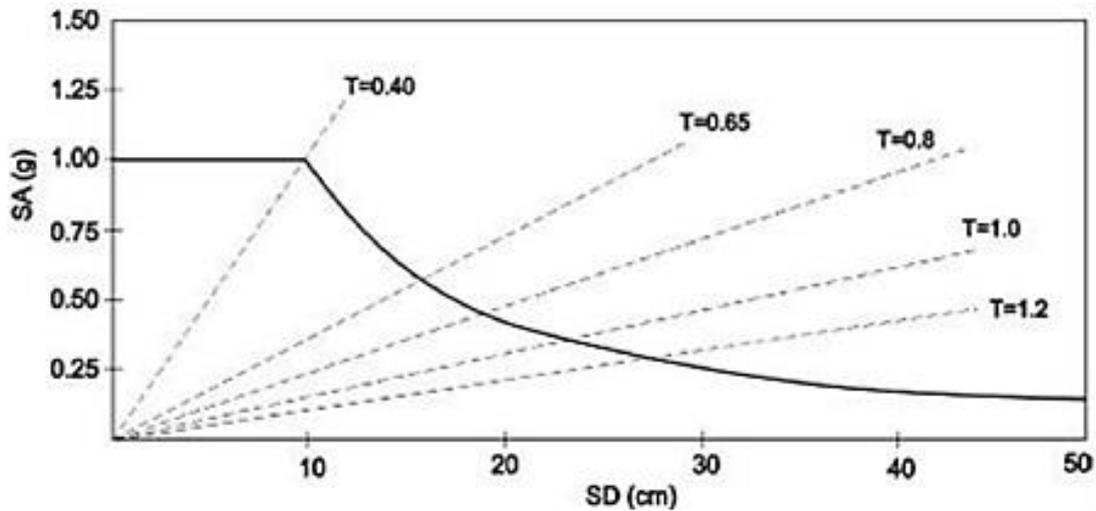


Figura 9. Efecto del SA (g) y SD (cm) o espectro de demanda

Taipe,(2003) Argumenta en su análisis de desempeño estructural, puede ser comparado con la capacidad de membrana de la edificación y con el espectro de demanda individual del diseño sísmico. La alternancia entre espectros de demanda y curva de capacidad se denomina “punto de rendimiento sísmico”. Mostrado a continuación.

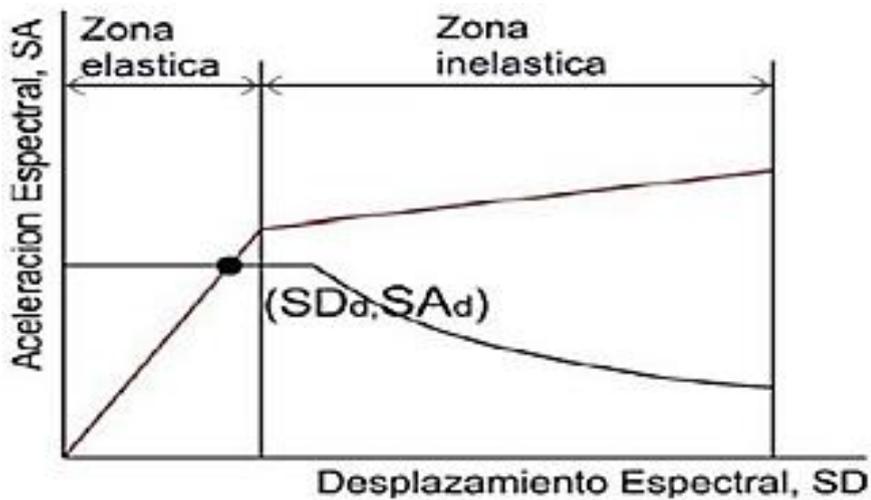


Figura 10. Interacción de Aceleración espectral

En el presente trabajo de investigación se adoptarán términos y conceptos, que hacen referencia al Nivel de Prestaciones lo cual implica determinar el límite del daño a nivel físico que puede presentar una edificación hasta un nivel de amenaza a la seguridad de las personas que hacen uso de la estructura. [...] Para lo cual se tendrá en cuenta el

desempeño de la edificación que es una combinación de los niveles de desempeño estructural y no estructural. (ATC40).

Hakim y Ashour,(2014). En su investigación con respecto al análisis dinámico no lineal especifican que se trata desde un enfoque teóricamente correcto. [...] Lo que resulta ser muy complejo y poco práctico para cada proyecto. En tal sentido consideran que existiría la necesidad de analizar en función a un tiempo histórico temporal de los datos con respecto al movimiento del suelo y su comportamiento en los elementos estructurales, que es impredecible. [...] Por tanto, este método resulta ser apropiado para la investigación y determinar el diseño de la estructura debido a su importancia. Hoy, la especialidad de ingeniería estructural usa un análisis Pushover, como una nueva técnica y resolver la problemática indicada anteriormente. El análisis Pushover es un método de análisis muy potente que determina realmente el desempeño sísmico de una edificación con una alta estimación de análisis, relacionado a la curva de capacidad. Según (Delgado y Bascón,(2018) en su modelo estructural simplificado se refiere al dibujo de una estructura como un modelo, definiéndose como un análisis de comportamiento. [...] Los cálculos que se realicen dependerán en medida del grado de sencillez, y los resultados obtenidos conllevaría a realizar un cálculo aproximado.

Delgado y Bascon,(2018) demuestran que el modelo de una edificación completa se puede analizar usando dos métodos con diferentes medidas de complejidad, el modelo plano está no se relaciona con la estructura real y el modelo completo es un modelo tridimensional, que resulta más difícil de representar y calcular, pero más preciso a la estructura real.

Lopez y otros, (2015): para el diseño de sismicidad se origina a partir de las cargas que afecta a la estructura. Básicamente se definen ante la probabilidad de un evento sísmico de mayor intensidad y por otra parte en un lugar donde las intensidades serían muy pequeñas hasta pudiendo ser muy altas, también en su análisis de diseño, define a partir de análisis de probabilidad, debido a que no se cuenta con información o registros sísmicos, definiendo la actividad sísmica que ocurriría en un lugar específico, así como también las condiciones obtenidas en el suelo y del periodo de vibración.

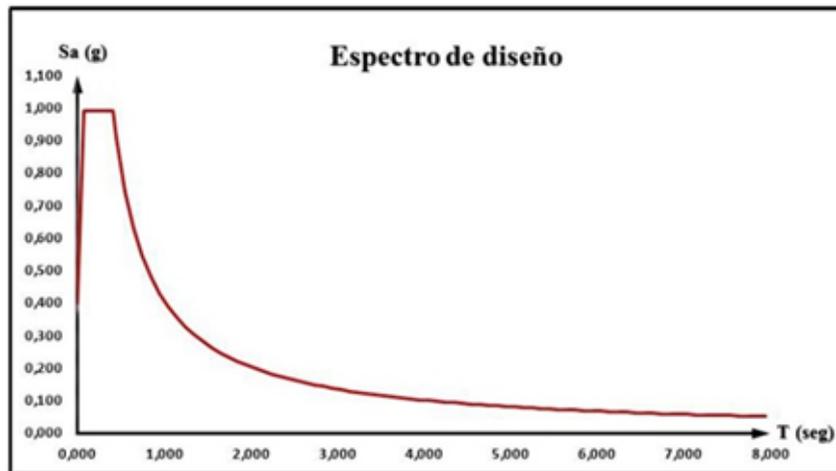


Figura 11. Curva de análisis para el espectro de diseño

Pérez y castro, (2018, pág. 69): en sus estudios con respecto a la estabilidad física determinan al equilibrio inestable resultando una incógnita a nivel teórico y experimental fundamental porque se trata de fenómenos de colapso por inestabilidad estructural. [...] El momento flector máximo soportado por la viga de apoyo se encuentra en el centro de su luz, en el punto más alejado del apoyo, donde se produce el mayor esfuerzo de flexión y falla la estructura. [...] Deformación en el plano: el desplazamiento entre planos se denomina coeficiente de plasticidad entre planos, por lo que el mayor desplazamiento se daría entre las zonas antes de colapsar lo cual depende del desplazamiento plástico en algunas secciones en la RNE del 2016 donde se estableció que el análisis de la edificación permite evaluar su vulnerabilidad a la falla funcional. Esto indica que el comportamiento de la estructura es marcar las fallas de los elementos estructurales de la edificación.

Mercado y Sabogal,(2016) [...] establecieron que un comportamiento estructural es un indicador de desviación, la dimensión de estas variables es distribuir el momento de la transición, la desviación y la fuerza de corte de distribución "(p.45) [...] Las deflexiones permiten valorar los niveles de réplica de una losa ante la aplicación de cargas lo que permite valorar si las losas soportarían las cargas de servicio, así mismo sirve para el análisis de distribución de momento flector y fuerza cortante.

Castillo,(2018),en su investigación. [...] Llega a la siguiente conclusión: La evaluación sísmica nos da una idea de las condiciones en las que se encuentra una estructura en niveles operativos que determinan el estado de falla en el que se encuentra, es decir, se construyó al borde del colapso. Así mismo indican que un 85% de un elemento estructural (columnas) del primer nivel están con sobrecarga. [...] Por lo tanto, el desplazamiento máximo calculado por el punto de desempeño tiene un valor de 0.034 m y una fuerza cortante de 454.2586 tnf, concluyendo que la estructura provoca mayor desplazamiento.

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación tendrá un tipo descriptivo. Debido a que busca aplicar el método Pushover para establecer el desempeño sísmico del edificio de la EAP. Ingeniería Civil, Es un conocimiento relativamente nuevo que está directamente relacionado con el comportamiento estructural de la edificación y no está disponible en la Norma E.030.

Enfoque de la investigación

Tendrá un enfoque cuantitativo usando un análisis no lineal (PUSHOVER). Por lo tanto, el método es no experimental, debido a que el estudio se realizara durante un determinado periodo de tiempo. También se hará un análisis sísmico estático y dinámico aplicado a la estructura, para el análisis del desempeño sísmico de la estructura hasta su momento de colapso.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación, observacional, retrospectivo y longitudinal no experimental porque no cambiará ni experimentará con variables, es decir, solo observará y analizará los resultados dados.

Nivel de investigación

El nivel del trabajo de investigación será descriptivo

3.2. Variables y operacionalización.

Las variables definidas en investigación serán las que se presentan a continuación y son mostradas en el anexo 02.

Variable Independiente.

Realizará un análisis sísmico estático y dinámico según la norma E.030 2018 tomando como objeto de estudio el edificio de 3 niveles de la E.A.P de Ingeniería Civil en el campus de la Universidad Nacional de Cajamarca, edificación que ha sido diseñada de acuerdo con la E.030 del 2016. Para el análisis Pushover tendrá como referencia el método ATC-40, para el análisis del comportamiento sísmico de la estructura.

Variable Dependiente.

Se hará de acuerdo a su comportamiento estructural, esperando obtener resultados de desplazamientos y fuerzas en los elementos que serán interpretados según las normas E030 y el ATC-40.

Operacionalización de Variables

El cuadro de operacionalización de las variables independientes y dependiente con los indicadores, nivel de medición, índice e instrumentos, (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1)

3.3.Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

Para la investigación, la población estará definida por los edificios construidos en la ciudad Universitaria (UNC) de Cajamarca

Muestra:

Para la investigación se ha considerados al edificio de 3 pisos ubicado en la ciudad de Cajamarca Bloque "A"

La investigación identificará el comportamiento y desempeño para la construcción del edificio, aplicando el método no lineal, de acuerdo a la norma ATC-40 (consultoría de tecnología de aplicaciones) y su comparación para el diseño sismo resistente según la norma E030-2018 para ello se hará uso del software ETAB v19. Es necesario indicar que este edificio de tres niveles forma parte de un conjunto de edificios en proceso de construcción como parte de mejora de infraestructura en la universidad nacional de Cajamarca.

Muestreo.

Para el estudio se ha considerado al edificio en construcción de la E.A.P Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis para el trabajo de investigación es el edificio de la escuela académica profesional de ingeniería civil de la universidad nacional de Cajamarca bloque A.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1 Técnicas

Las técnicas para la presente investigación usaran la observación y análisis de desempeño estructural a través de revisión documental para realizar la recopilación de datos y su análisis y procesamiento de información.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar son el documento técnico de acuerdo a la normatividad vigente (E030, 2018) y para el análisis documental se revisará el expediente técnico del edificio. Se utilizarán hojas de cálculo, que serán usadas para la verificación y el procesamiento de información, El software AutoCAD: Se utilizará para revisar los planos, conocer el proyecto y tomar los datos necesarios para elaborar el modelo tridimensional en ETABS. A través del ingreso de datos con respecto a propiedades de los materiales, cargas, coeficientes y definir los tipos de análisis que serán desarrollados para cada uno de ellos. Así mismo serán presentados los resultados usando tablas, gráficos y el modelo tridimensional de la estructura.

Sera usada la norma actual E.030 2018 para el análisis lineal estático y dinámico, y para el análisis no lineal (Pushover) serán presentados de acuerdo con lo especificados según la norma ATC-40 y analizar los resultados comparativos.

Validez

La validez de la investigación se pondrá a un criterio de análisis por expertos con el propósito de garantizar los resultados obtenidos.

Confiabilidad de los instrumentos

Para la confiabilidad de los resultados, se tendrá en cuenta la toma de datos a partir del documento técnico (expediente técnico) para el análisis respectivo. Se hace mención debido a que la estructura fue diseñada teniendo en cuenta la E030,2016. En el trabajo de investigación se hará referencia el comparativos con la norma E30- 2018 y su análisis no lineal PUSHOVER con el software ETABS V20.1 a partir de la norma ATC-40.

3.5. Procedimientos.

El análisis estático no lineal, denominado también Pushover, en el edificio de tres niveles, de la EAP. Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, diseñado de acuerdo a la NTP E.030,2016, E.070, y Visión 2000, se establece su análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma E030, 2018, en la cual se establece que el edificio estará sometido a cargas laterales, las cuales aumentarán para cada posición considerada (X e Y), exponiendo el proceso de deformación de los elementos estructurales con el programa. ETABS V20.1 Una vez modelada la edificación y obtenido los resultados, se procederá a procesar los valores en una hoja de cálculo (Excel), para poder analizar los datos y así poder realizar la curva de capacidad y el desempeño sísmico, esta curva se convertirá en el espectro de demanda sísmica junto con el espectro de capacidad, se encontrará el punto de desempeño en la intersección de las mismas, cabe indicar que con ello podremos determinar el nivel de desempeño en función a los niveles de sismos planteados por norma ATC-40 y el comité Visión 2000.

3.5.1 Descripción de la zona de estudio

3.5.1.1 Ubicación

El objeto de investigación está ubicado en la Avenida Atahualpa N° 1050 carretera Baños del Inca, distrito de Cajamarca, provincia y departamento de Cajamarca una altitud de 2680 msnm y se encuentra entre las coordenadas siguientes: Norte 9206859.26 Este: 776503.059.

3.5.1.2 Características de Zona de Estudio

La zona de estudio se caracteriza por tener un terreno plano con pendientes mínimas, que van de 1 a 3 % los suelos son del tipo S3 (suelos flexibles), el edificio de estudio se ha diseñado con un sistema de pórticos de concreto armado la edificación cubre un área de 1028.97 m², en la actualidad está en proceso de construcción destinado para un uso esencial para el funcionamiento de la E.A.P de ingeniería Civil , en la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis se realizó respetando el orden de los objetivos. se desarrollarán métodos de análisis de datos de acuerdo a lo establecido en la norma E030, 2018 respecto a los análisis estático y dinámico en la cual se han especificado durante el diseño, los elementos básicos para utilizar las herramientas proporcionadas. Para los análisis de los datos se emplearán gráficos, tablas, fichas técnicas, especificaciones técnicas, etc.

Para la presente investigación los datos han sido procesados en hojas de cálculo (Microsoft Excel 2019), y en ETABS V20.1.

3.6.1 Análisis estático y dinámico según la norma E030, 2018.

3.6.1.1 Identificación de actividades realizadas

- Planos (estructurales y arquitectónicos)
- Metrado de cargas.
- Cálculo de los parámetros sísmicos
- Modelado en Software de ingeniería. (ETABS V20.1)

3.6.1.2 Caracterización de materiales de la edificación

A continuación, se detallan las cargas consideradas en el modelo estructural del Bloque “A” de 3 niveles de la infraestructura educativa “EAP. Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca”:

Table 1 Cargas Muertas según NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
Losa aligerada (30 cm)	272	Kgf/m ²
Tabiquería	150	Kgf/m ²
Peso volumétrico del Concreto	2400	Kgf/m ²
Acabados	100	Kgf/m ²
S/C Parapetos	24.85	Kgf/m

Fuente: elaboración propia

Table 2 Cargas vivas según NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
S/C Azotea	100	Kgf/m ²
S/C Aulas	250	Kgf/m ²
S/C Circulación	400	Kgf/m ²

Fuente: elaboración propia

3.6.1.3 Pesos para el análisis sísmico

Table 3: peso sísmico por piso de la edificación

Nivel	Peso sísmico(Tn)
Nivel 03	940.02
Nivel 02	1998.8
Nivel 01	3142.11
Peso total (tn)	6080.93

Fuente: elaboración propia

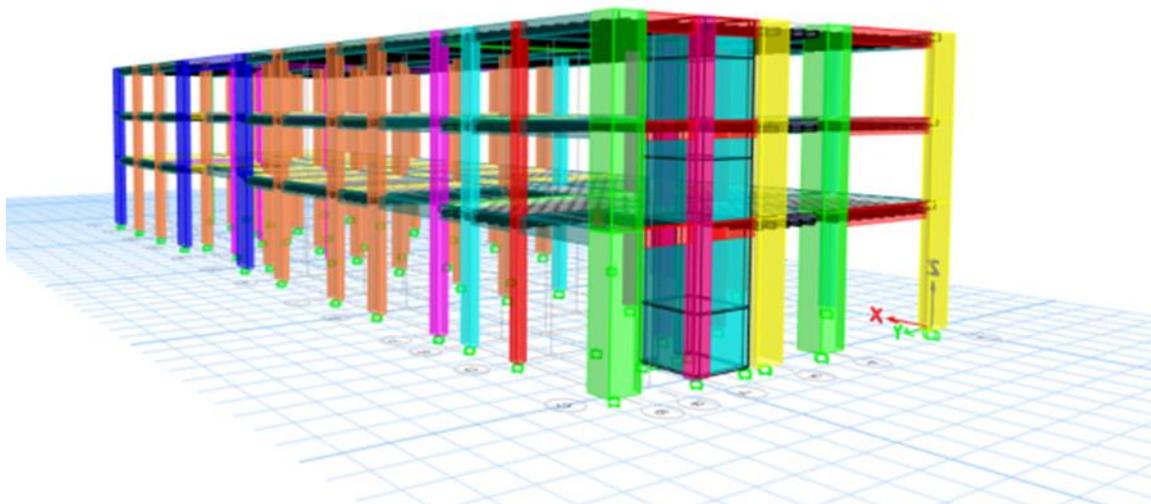


Figura 12 Diseño de edificación en ETABS V20.1

3.6.2 Etapa I

Se realizó la recopilación de la información relevante para la investigación, para determinar los parámetros sísmicos.

Determinación del análisis sísmico: Se ha determinado el análisis sísmico estático y el análisis sísmico dinámico según lo establecido por la NPT E030 referido al análisis del diseño de concreto y acero específicamente.

3.6.2.1 Análisis sísmico estático (diseño del concreto)

Para el análisis sísmico estático se debe convertir a carga lateral en carga vertical teniendo como resultado la fuerza estática.

Para el análisis estático está basado en la aplicación de cargas horizontales distribuidas a lo alto del edificio simulando el sismo. Estas cargas provienen del cortante basal que a su vez es el producto de varios parámetros incluyendo una fracción de carga viva más el total del peso propio o carga muerta del edificio lo cual se determinó mediante los siguientes procedimientos.

$$Z=0.35$$

$$U=1.5$$

$$C=2.50$$

$$S=1.20$$

$$R=8.00$$

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

3.6.2.2 Análisis sísmico dinámico (diseño del acero)

Definir la función espectral, Este tipo de análisis tiene como base la evaluación de los desplazamientos relativos de la estructura a través de las aceleraciones del espectro de diseño. (Fustamante, 2018)



Figura 13 espectro Aceleración en X

Fuente: elaboración propia

3.6.3 Etapa II

3.6.3.1 Se procedido a estructurar la edificación de acuerdo a los planos de diseños para verificar si satisfacen la relación demanda sísmica – capacidad estructural según la NTP E 0.30. NTP E020. Ver planos de estructuras y elementos estructurales, especificaciones técnicas y arquitectura. **en el anexo**

Tabla 2 Sistemas Estructurales

TABLA N°7 SISTEMAS ESTRUCTURALE S	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_o (*)
ACERO	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados /EBF)	8
CONCRETO ARMADO	
Pórticos	8
Dual	7
De Muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 (***)

Fuente: E030,2018

3.6.3.2 Definición del patrón de cargas

Tabla 3: Cargas Vivas según NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
Techos de concreto	100	Kgf/m ²
Salas de computo / Aulas	250	Kgf/m ²
Techos de cobertura liviana	300	Kgf/m ²
Corredores y escaleras	400	Kgf/m ²
Laboratorios	300	Kgf/m ²
Sala de lectura	300	Kgf/m ²
Almacenes	400	Kgf/m ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Cargas Muertas según NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
Losa aligerada (30 cm)	272	Kgf/m ²
Tabiquería	150	Kgf/m ²
Peso volumétrico del Concreto	2400	Kgf/m ²
Acabados	100	Kgf/m ²
S/C Parapetos	24.85	Kgf/m

Fuente: Elaboración Propia

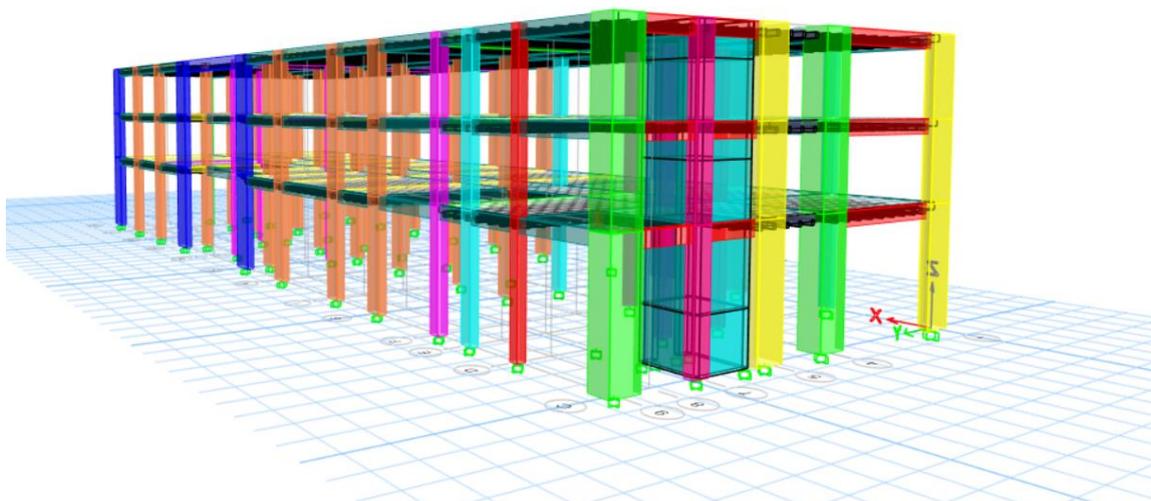


Figura 14: estructuración de la edificación de la EAP- INGENIERIA CIVIL BLOQUE A- UNC

3.6.4 Etapa III

3.6.4.1 Determinación del desempeño sísmico.

Se ha desarrollado los conceptos asociados al desempeño sísmico de las edificaciones según el ATC-40 (1996). Siendo el principal objetivo el análisis estático y dinámico usando como referencia la norma E030 del 2018 tomando las bases y los criterios de calificación de la respuesta sísmica de la edificación esencial de la EAP. Ingeniería Civil de la UNC. Con lo cual permitirá la toma de decisiones respecto de su comportamiento esperado durante un sismo.

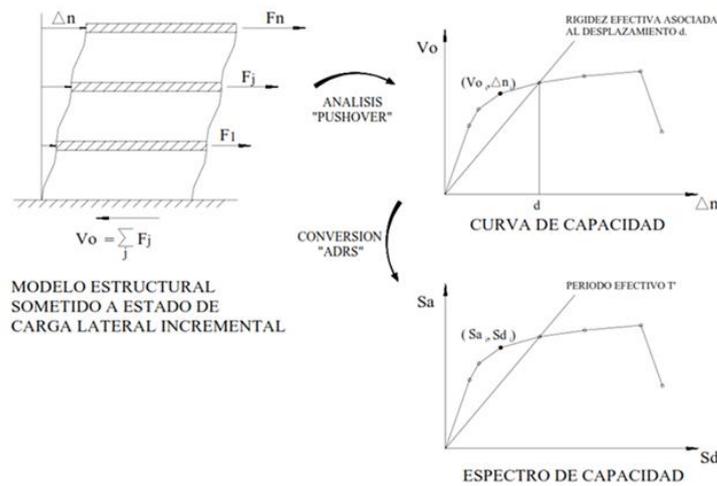


Figura 15 Curva de capacidad y desempeño sísmico

Fuente: (Bonett Diaz, 2003)

Nonlinear Material Data

Material Name and Type

Material Name:

Material Type:

Miscellaneous Parameters

Hysteresis Type:

Drucker-Prager Parameters

Friction Angle: deg

Dilatational Angle: deg

Acceptance Criteria Strains

	Tension	Compression	
IO	0.01	-0.003	m/m
LS	0.02	-0.006	m/m
CP	0.05	-0.015	m/m

Ignore Tension Acceptance Criteria

Stress Strain Curve Definition Options

Parametric

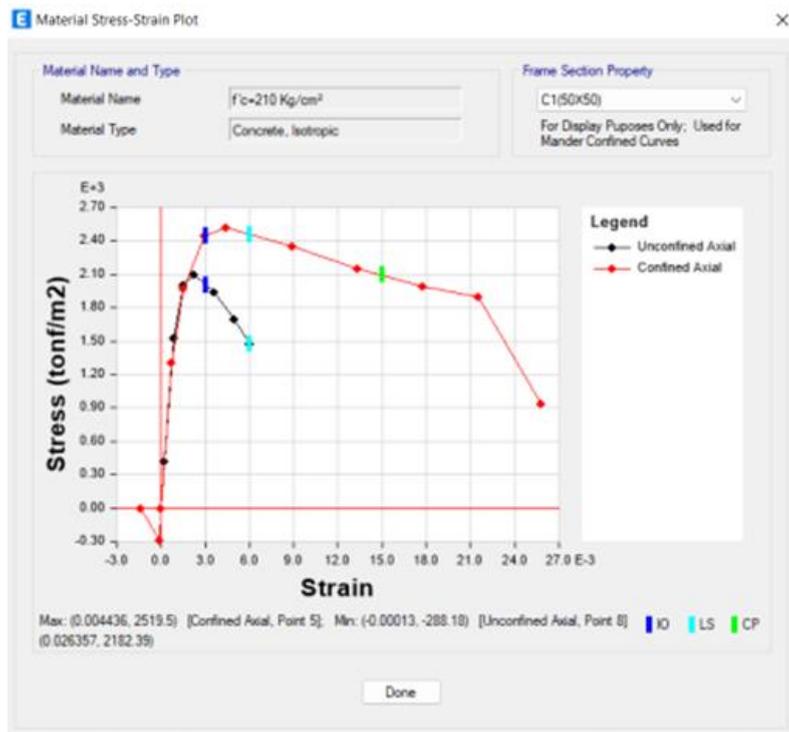
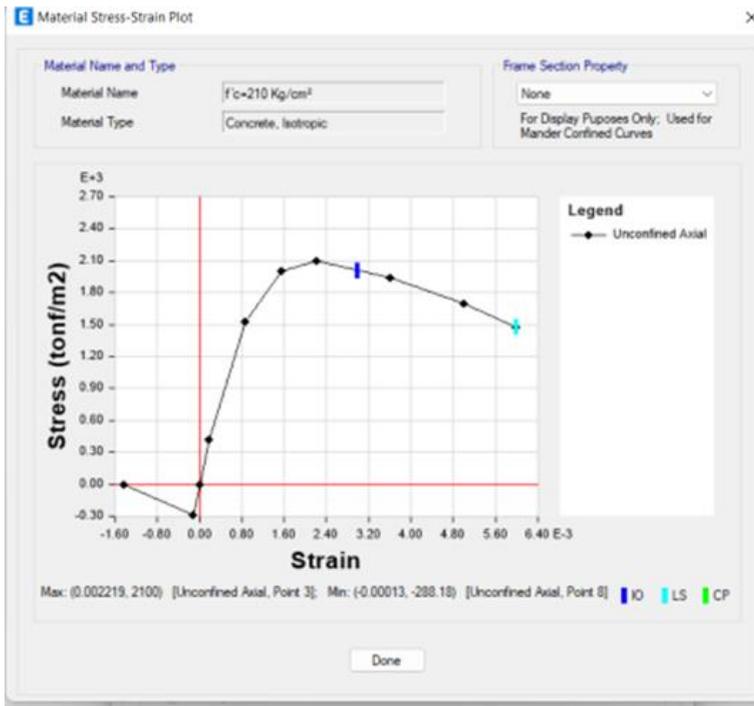
User Defined

Parametric Strain Data

Strain at Unconfined Compressive Strength, f_c :

Ultimate Unconfined Strain Capacity:

Final Compression Slope (Multiplier on E):



Nonlinear Material Data

Material Name and Type
 Material Name:
 Material Type:

Miscellaneous Parameters
 Hysteresis Type:

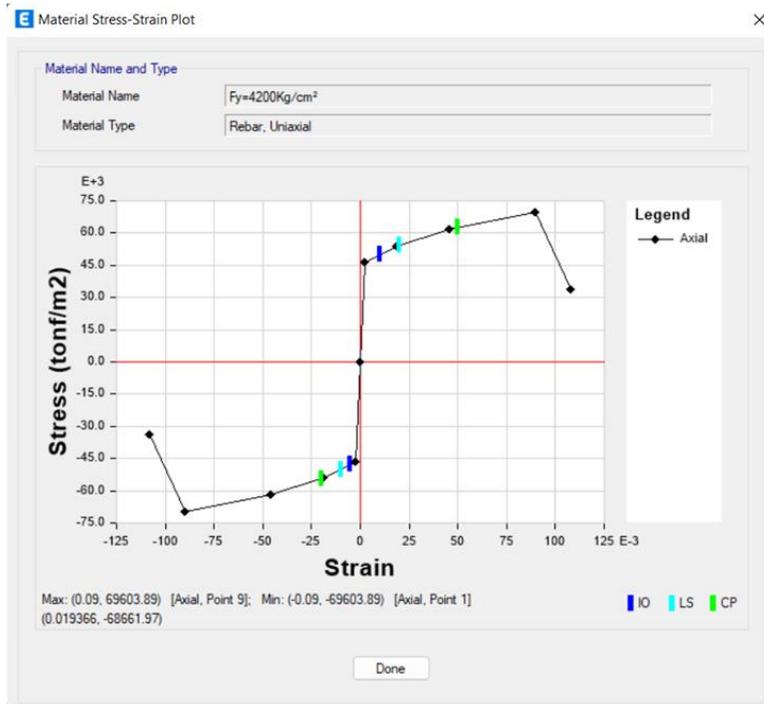
Acceptance Criteria Strains

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

Stress Strain Curve Definition Options
 Parametric

 User Defined

Parametric Strain Data
 Strain at Onset of Strain Hardening:
 Ultimate Strain Capacity:
 Final Slope (Multiplier on E):



3.6.5 Etapa IV

3.6.5.1 Análisis estático (E030,2018)

La determinación del centro de masa versus la rigidez se ha demostrado que una estructura continua que da una forma regular y simétricas tienen un desempeño importante, frente a aquellas estructuras irregulares o discontinuas.

Debido ante un evento sísmico severo se acepta la deformación de las estructuras más allá del rango elástico, por lo tanto, debe ser analizado el desempeño de la estructura mediante métodos de análisis no lineal para asegurar el límite de seguridad de vida, para su comparación de los daños sean dúctiles y estables y que la estructura contemple una adecuada capacidad de disipar esta energía. Por lo tanto para asegurar la ductilidad de los elementos y su capacidad resistente se debe tener en cuenta para cada uno de ellos las especificaciones técnicas de cada material y la aplicación con la normas de diseño estructural.

Para este análisis se ha tenido en cuenta estos parámetros para el análisis sismorresistente con respecto a los desplazamientos laterales de la edificación y su comportamiento ante un evento sísmico severo en tal sentido el propósito es también verificar a los elementos no estructurales y se debe limitar a la deformación lateral de las estructuras.

a) Centro de masa y centro de rigidez

Con respecto a su centro de masa y rigidez como se indica a continuación.

Haciendo uso del software ETABS 20.1 y como herramienta de cálculo el centro de masa y su centro de rigidez.

Así mismo se especifica que estos valores no deben superar el 5% en ambas direcciones con respecto a su centro de masa y rigidez, en relación a sus dimensiones, para determinar si se trataría de una edificación regular o irregular.

Como la edificación se ubica en la zona 3, y por sus dimensiones en dirección X, con (55.95 m) dirección Y (18.8 m.) se tuvo en

cuenta que se trataría de una edificación regular se hará un análisis estático y dinámico de acuerdo a la norma E030, 2018, tendrá en cuenta lo siguiente:

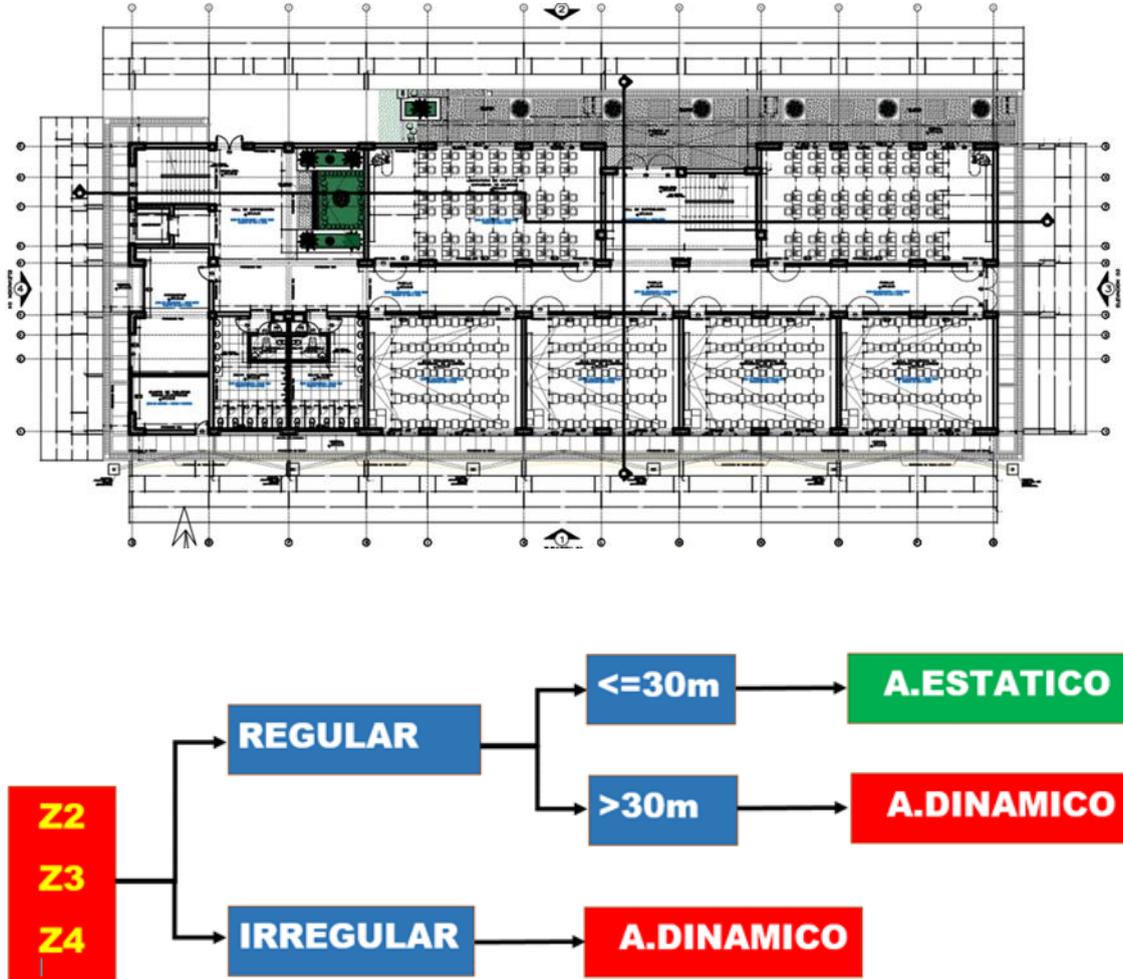


Figura 16 Determinación de la regularidad o irregularidad de la edificación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Calculo del centro de masa y centro de rigidez con el Etabs V20.1

m	Mass X kg	Mass Y kg	XCM m	YCM m	Cum Mass X kg	Cum Mass Y kg	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
	783473.92	783473.92	27.5568	9.0431	783473.92	783473.92	27.5568	9.0431	8.2912	10.6253
	980609.14	980609.14	27.9433	8.8826	1764083.07	1764083.07	27.7716	8.9539	6.4995	10.8451
	1010286.85	1010286.85	27.7984	8.9263	2774369.91	2774369.91	27.7814	8.9438	5.0179	11.0118

Tabla 6: Dimensiones de la edificación en dirección X e Y

	<i>distancia</i>	5%
<i>en x</i>	55.95	2.80 mts

	<i>distancia</i>	5%
<i>en y</i>	18.8	0.94 mts

Fuente: elaboración propia

Tabla 7: Cálculo de la ubicación del centro de masa y centro de rigidez

PISOS	XCCM	YCCM	XCR	YCR
	m	m	m	m
<i>NIVEL 03</i>	27.5568	9.0431	8.2912	10.6253
<i>NIVEL-02</i>	27.7716	8.9539	6.4995	10.8451
<i>NIVEL-01</i>	27.7814	8.9438	5.0179	11.0118

Fuente: elaboración propia

Tabla 8: tabla de diferencias de Centro de masa y centro de rigidez

DIFERENCIAS	
en X	en Y
m	m
19.27 NESECITA MUROS A LA DERECHA (//Y)	-1.58 NESECITA MUROS ABAJO(//X)
21.27 NESECITA MUROS A LA DERECHA (//Y)	-1.89 NESECITA MUROS ABAJO(//X)
22.76 NESECITA MUROS A LA DERECHA (//Y)	-2.07 NESECITA MUROS ABAJO(//X)

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla 6, tomando en cuenta que la diferencia debería ser a 2.8 m. en dirección X y 0.94 m en dirección Y, como se puede apreciar en la tabla 5 se demuestra que la ubicación de XCCM (centro de masa en X) y YCCM (centro de masa de Y), distan mas de 24.75 m y 8.103 m. lo cual es un indicador de preocupación. Y en la tabla 8 se recomienda el reforzamiento con elementos en la dirección X e Y.

b) El cálculo de la masa participativa

Las características de rigidez y la distribución de las masas. 29.1.2
En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración

cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por los menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (Fuente: NTP 030 ,2018).

Tabla 9 cálculo de la masa participativa

CASO	MODO	PERIODO (Seg)	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.873	0.0021	0.6535	0	0.2717
Modal	2	0.376	0.8602	0.0057	0	0.003
Modal	3	0.281	0.008	0.229	0	0.6094

Fuente: elaboración propia

De la tabla 9, el Modo, tiene un valor de 65%, en dirección Y, el modo 2 tiene un 86% en dirección X, modo 3 tiene un valor de 60% en dirección Z, es decir no llegan al 90%, por lo tanto, no cumplen con la masa participativa de acuerdo con el requerimiento de la NTP E030-2018.

c) Cálculo del periodo de vibración de la estructura T

De acuerdo con la NTP E030,2018 el $C_T= 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: Pórticos de concreto armado sin muros de corte y pórticos dúctiles de acero con unión resistentes a momentos, sin arrostramiento. Cuando $C_T=45$, para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras, pórticos de acero arriostrados y finalmente cuando $C_T= 60$ para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto de armado , duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada. (Fuente, NTP 030,2018).

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Donde:

T: Periodo de vibración de la estructura

Hn: altura de la edificación (12.49 m.)

Ct: Coeficiente estructural (45)

$$T=0.278 \text{ seg}$$

Pero tentativamente se tomará en cuenta lo siguiente:

$$T = N \times 0.1$$

Donde

N= número de pisos del edificio

$$T = 3 \times 0.1 = 0.3 \text{ seg.}$$

Pero el periodo máximo tentativamente sería igual a 0.3 seg. Que resulta de multiplicar 0.1 por el número de pisos que es igual a 3 por lo tanto el $T = 0.3 \text{seg}$, viendo los resultados obtenidos en el ETABS V20.1 para el primer periodo se tiene un valor de 0.87093 seg. Existiendo errores donde No se cumple con los desplazamientos y Existe una participación de las masas al 100% tanto para el análisis sísmico estático como dinámico. Como se indica en la tabla 10.

Tabla 10 Masa participativa análisis sísmico estático y dinámico

Caso	Tipo	Ítem	Estático	Dinámico
			%	%
Modal	Aceleración	UX	100	100
Modal	Aceleración	UY	100	100
Modal	Aceleración	UZ	0	0

Fuente: elaboración propia

d) Determinación del Periodo fundamental

En la tabla 11 se muestran los valores analizados en el Etabs V210.1 para cada uno de los casos.

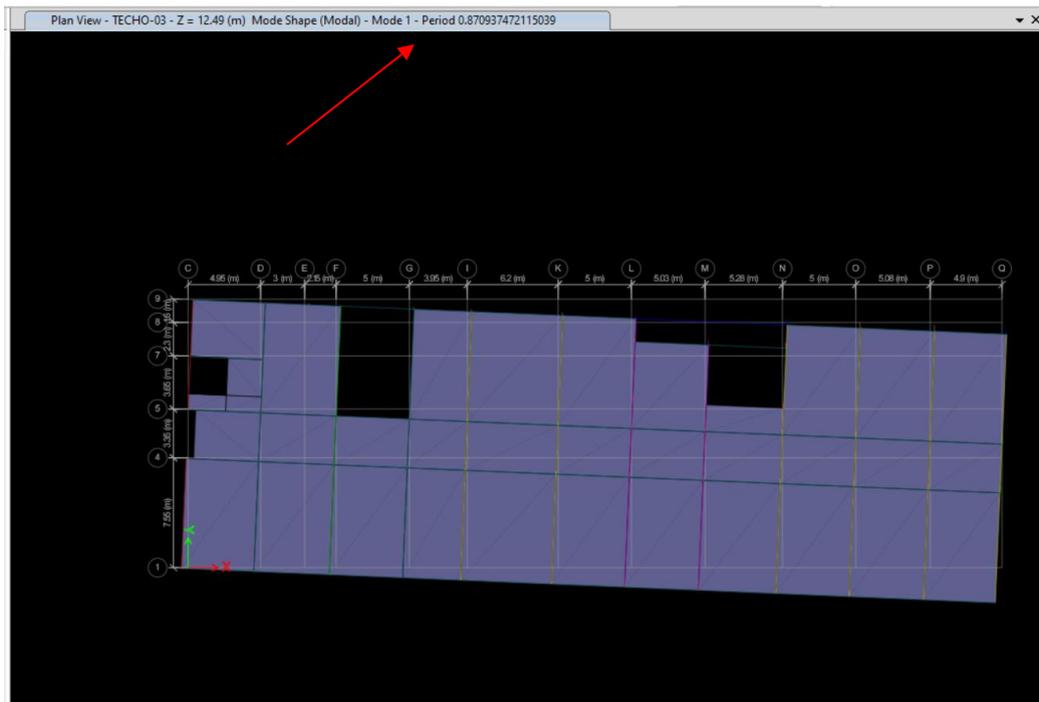
Tabla 11- Modos de vibración de la estructura

Caso	Modo	Periodo
		sec
Modal	1	0.873
Modal	2	0.376
Modal	3	0.281

Fuente: Elaboración propia

Las ratios aproximadas del primer periodo son de 0.1 segundos por piso, es decir si el edificio es de 3 pisos entonces la ratio aproximada del periodo será de $0.1 \times 3 = 0.3$ segundos, entonces el primer modo referencial es igual a 0.873 segundos.

Este valor lo ubicamos aproximadamente en el espectro de la norma. No se estableciendo que el primer periodo debe ser menor a 0.3 seg



Según los datos anteriores le corresponde un factor de amplificación sísmica $C = 2.50$

Categoría de la edificación y factor de uso Según se categoría “edificaciones esenciales, le corresponde un factor de uso de 1.50. con lo cual se calculo el peso sísmico de la edificación indicado en la tabla 12.

Tabla 12: peso de la edificación por niveles

Nivel	Peso sísmico(Tn)
Nivel 03	940.02
Nivel 02	1998.8
Nivel 01	3142.11
Peso total (tn)	6080.93

Fuente: elaboración propia.

e) Modelo elástico y análisis de frecuencias.

En este proceso se ha usados el programa ETABS 20.1 para realizar el modelo elástico del bloque A, primeramente se determinó el tipo de material para los elementos estructurales (vigas y columnas) que son mostrados en la Tabla 13, con una resistencia en compresión para el concreto de $f'_c=210 \text{ kgf/cm}^2$. Y un peso volumétrico de 2320 kg/m^3 . datos que se usaron para el cálculo del módulo de elasticidad mediante la siguiente expresión.

$$E_c = 0,043 \gamma_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$$

donde:

γ_c = densidad del hormigón (kg/m^3)

f'_c = resistencia especificada del hormigón (MPa)

Tabla 13. resistencia de compresión para el concreto 210 kg/cm²

Material	Concreto (210 Kgf/cm ²)
E(kg/cm ²)	222356.43
G(Ton/m ²)	92648.51

Fuente Elaboración propia.

Según la disposición estructurales del modelo, se encuentra definido como un sistema estructural aporticado X-X, eje YY. Para una losa de 30 cm se considera un peso muerto de 300 kgf/m² según NTP E0.20, cuando modelamos en programa ETABS v20.1 actúa como un diafragma rígido la losa entre los demás elementos estructurales. Para el modelamiento se asigna a los elementos estructurales con las cargas mencionadas en las Tablas 3 y 4 de acuerdo a las especificaciones técnicas y plano de edificación.

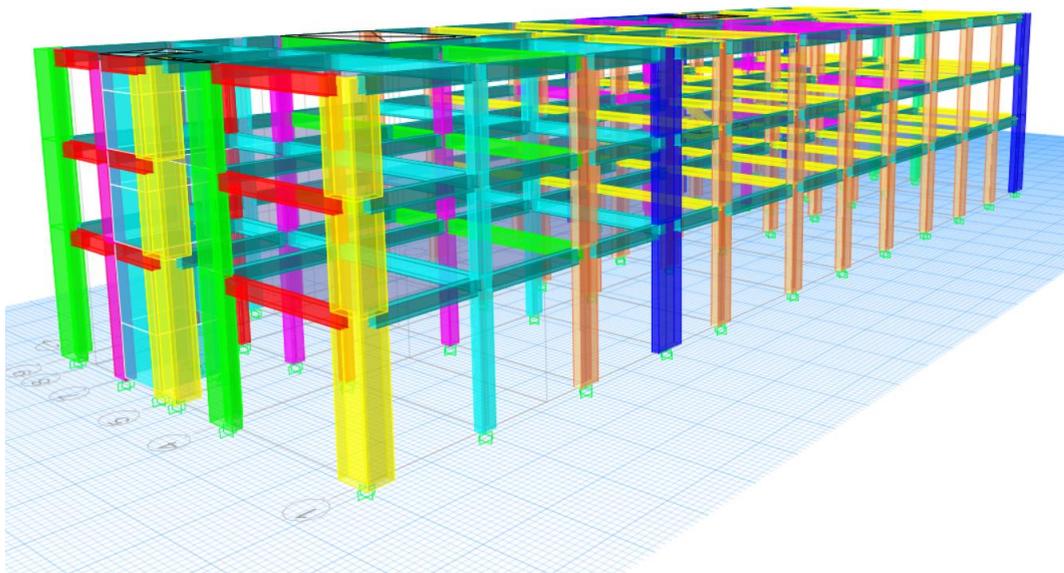


Figura 7 Modelo Estructural Bloque “A” EAP. Ingeniería Civil

Fuente: Elaboración Propia

f) Análisis de frecuencias.

De acuerdo al análisis dinámico lineal aplicado al bloque A se obtuvo una masa participante acumulada de 86.02 % en la dirección de análisis “x”, en el modo 2 con un periodo de 0.376 seg, y en el caso de la dirección “y” el porcentaje de masa participante fue de 65.35 % en modo 1.

Tabla 14 Periodos de vibración del bloque A

Modo	Periodo	Frecuencia (Cyc/Seg)	Distorsión dinámica en x	Distorsión dinámica en y	porcentaje de masa efectiva		Rz
					Dirección X	Dirección Y	
1	0.873	1.145	0.0021	0.6535	0.21	65.35	0.271
2	0.376	2.659	0.8602	0.0057	86.02	0.57	0.003
3	0.281	0.238	0.008	0.229	0.80	22.9	0.6094

Fuente: Elaboración propia.

g) Cálculo del periodo de vibración del suelo Tp

Capacidad portante del suelo donde $q_a=1.00 \text{ Kg/cm}^2$ tomado de la siguiente tabla.

Suelo	Qa(Kg/cm ²)
Roca dura S ₀	>6
Rigido S ₁	<3 y 6]
Intermedio S ₂	[1.2 y 3]
Flexible S ₃	<1.2

Para el caso del estudio se ha tomada como un suelo flexible S₃ donde el $q_a < 1.2$ y de acuerdo a la tabla N°4 de la norma E030, 2018 los Periodos de "T_p" y "T_L" s

Tabla 15: periodos

Tabla N°4 Periodos "T _p " y "T _L "				
	Perfil del suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: NTP E030,2018

De acuerdo a la tabla 8 se considerará lo siguiente:

- T_p=1.00 seg.
- T_L=1.60 seg.

h) Cálculo del coeficiente de amplificación sísmica C

Para nuestro caso

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

- T=0.278 seg

- $T_p=1.00$ seg
- $T_L=1.60$ seg
- $T \leq T_p$, Por lo tanto :
- $0.28 \leq 1$
- $C=2.5$

i) Coeficiente de amplificación sísmica

Donde para T menor o igual a 0.5 segundos: $k=1.0$, y para T mayor que 0.5 segundos: $K= (0.75 + 0.5 T) \leq 2.0$

Por lo tanto:

$$T < 0.5 \text{ seg.} \rightarrow K=1$$

j) Determinación del factor de zona Z

De la siguiente tabla se determina que la ubicación de la edificación de la EAP de ingeniería Civil se encuentra en la Zona 3 por consiguiente el valor de $Z = 0.35$

Tabla 16: valores del factor de Zona "Z"

ZONA		Factores de Zona "Z"	
		Zona	Z
	4	4	0.45
	3	3	0.35
	2	2	0.25
	1	1	0.10

Fuente: E030,2018.



Figura 17 mapa de ubicación de zonas

Fuente: E030-2018

k) Determinación del factor de uso U

De acuerdo a la NTP E030,2018, la siguiente tabla se determina que el factor de usos para la edificación de tres niveles de la E.A.P de Ingeniería Civil es de un tipo A (categoría esencial) por lo tanto se le asigna un factor de 1.5

Tabla 17: Factor de Uso (U) según la NTP 030

Categoría	Tipo	Factor
Esencial	A	1.5
importante	B	1.3
Común	C	1

Fuente: E030, 2018

Para el caso de la edificación en estudio se definió como una edificación Esencial Tipo A, el factor U con un valor de 1.5. expresado en la tabla 17.

Tabla 18: categoría de las edificaciones y factor U

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> • Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. • Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. • Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. • Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. • Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. • Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. • Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado 	1,5

Fuente: E030,2018

I) Cálculo del factor de suelo S

Para el cálculo del factor de suelo se hace referencia a la siguiente tabla donde corresponda a la edificación en estudio la zona Z3 por consiguiente le corresponde el factor de suelos (S) a 1.2

Tabla 19: Factor del suelo S

FACTOR DEL SUELO "S"				
	So	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

FUENTE: E030,2018.

m) Determinación del coeficiente básico de reducción R_0

Para estructura del edificio de la EAP de ingeniería Civil se ha verificado en el sentido X e Y por lo cual se ha definido un sistema estructural de concreto armado con pórticos por lo tanto el coeficiente básico de reducción R_0 es de 8.

Tabla 20: coeficiente básico de reducción R_0

Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 (**)

Fuente: RNE , Norma E030,2018.

- Determinación de la irregularidad en planta I_p
Con respecto a irregularidades estructurales en planta le corresponda un $L_p = 1.00$
- Determinación de la irregularidad en altura
Con respecto a la regularidad en altura del edificio le corresponda un $L_a = 1.00$
- Determinación del Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas R
Con respecto a su cálculo del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se establece mediante la siguiente expresión:

$$R = R_o(I_p)(I_a)$$

Dónde:

R_o = es el coeficiente básico de reducción

Para el estudio el $R_o = 8$

L_p = irregularidad en planta que es igual a 1.00

L_a = es la irregularidad en altura que es igual a 1.0

$$R = 8(1)(1)$$

- Por lo tanto, el valor de $R = 8$.

n) Cálculo del coeficiente sísmico

Por lo tanto, reemplazando todos los valores el cálculo del coeficiente sísmico en la expresión:

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

Se tiene que:

$Z = 0.35$

$U = 1.5$

$C = 2.50$

$S = 1.20$

$R = 8.00$

Por lo tanto, el coeficiente sísmico será:

$$C_s = \frac{ZUCS}{R} = \frac{0.35 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.2}{8}$$

Donde se obtiene un valor de $C_s=0.19688$ valor que nos permitirá determinar las cargas de sismo estático en X, carga de sismo estático en Y es decir la cortante basal será 591.0 toneladas.

Tabla 21: fuerza cortante basal

NIVEL	NIVEL INFERIOR	C	K	PESO	Cortante basal
				Ton.	Ton.
Nivel 03	CIMENTACION	0.19688	1	3001.87775	591.0097

Fuente: elaboración propia

Pero según la norma E030 en su artículo 31 con respecto a la determinación de desplazamientos laterales estables en el ítem 31.1 que, para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elásticos con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Por lo tanto, se calcularían el desplazamiento o distorsión en X y el desplazamiento o distorsión en Y cuyos resultados son los siguientes.

$$Distorsión = 75\%(8)=6$$

- Verificación de la relación C/R

$$comprobacion = \frac{c}{R} \geq 0.11$$

$$\frac{2.5}{8} = 0.3125$$

$$0.313 \geq 0.11 \dots \dots \dots \text{Ok}$$

- Caracterización de materiales de la edificación

A continuación, se detallan los materiales y cargas consideradas en el modelo estructural del bloque "A" de 3 niveles del edificio la la E.A.P. Ingeniería Civil- Universidad Nacional de Cajamarca El sistema estructural lo conforma un

sistema de pórticos de concreto armado según el requerimiento de la NTP E060 Concreto armado, la NTP E030 Sismorresistente, y el código americano AISC-LRFD-99. Así mismo las columnas y vigas del bloque A tendrán una resistencia de compresión de $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el acero de refuerzo una resistencia de fluencia de 4200 kg/cm^2 , la estructura del bloque está conformada con losas bidireccionales de un peralte de 30 cm de espesor las escaleras son de concreto armado con un peralte de la garganta de 0.15m y la cimentación esta conformada por zapatas corridas rigidizadas por vigas de cimentación de una resistencia a la compresión de concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$. Como se describen en las siguientes tablas:

- Especificación de la masa sísmica M

Para el estudio se ha considerado según lo especificado en la tabla 16 y tabla 17.

Tabla 22 Cargas Muertas según la NTP E020

Descripcion	Cargas	Unidad
Losa Aligerada (30 cm)	272	kgf/m ²
Tabiqueria	150	kgf/m ²
Peso volumetrico del concret	2400	kgf/m ²
Acabados	100	kgf/m ²
S/C parapetos	24.85	kgf/m ²

Fuente: E020, 2018

Tabla 23. Cargas Vivas según la NTP E020

Descripción	Cargas	Unidad
Techos de concreto	100	kgf/m ²
Salas de Computo / Aulas	250	kgf/m ²
Techos de cobertura liviana	300	kgf/m ²
Corredores y escaleras	400	kgf/m ²
laboratorios	300	kgf/m ²
Salas de lectura	300	kgf/m ²
Almacenes	400	kgf/m ²

Fuente: E020.

El peso de la edificación se determina en la tabla 6. Siendo un peso total de 6080.13 tn.

- **Determinación de Desplazamientos Laterales**

Según el artículo 31 de la norma E030, 2018, la determinación de desplazamientos laterales, para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R, los resultados obtenidos de los análisis líneas y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85 R, los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. (NTP, 030, 2018). Para el estudio se ha cálculo de la siguiente manera.

Para estructuras regulares 75% de R y para Estructuras Irregulares 85%de R, para nuestro caso tenemos estructura es Regular, por lo tanto tenemos que la distorsión se la amplifica.

$$\text{distorsión} = 75\%(8) = 6$$

donde la carga sísmica (P)=591.0Tn

fuerza para encontrar la distorsión en X= 3545.968092 tn.

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

o) Asignación de cargas en el ETABS V20.1

Para este análisis se tuvo en cuenta la realización de modelamiento en 03 partes el primer modelamiento en ETABS V20.1 se realizó teniendo en cuenta el análisis de la estructura, describiendo cada uno de sus elementos estructurales de vigas y columnas y losas según la norma NPT E020.

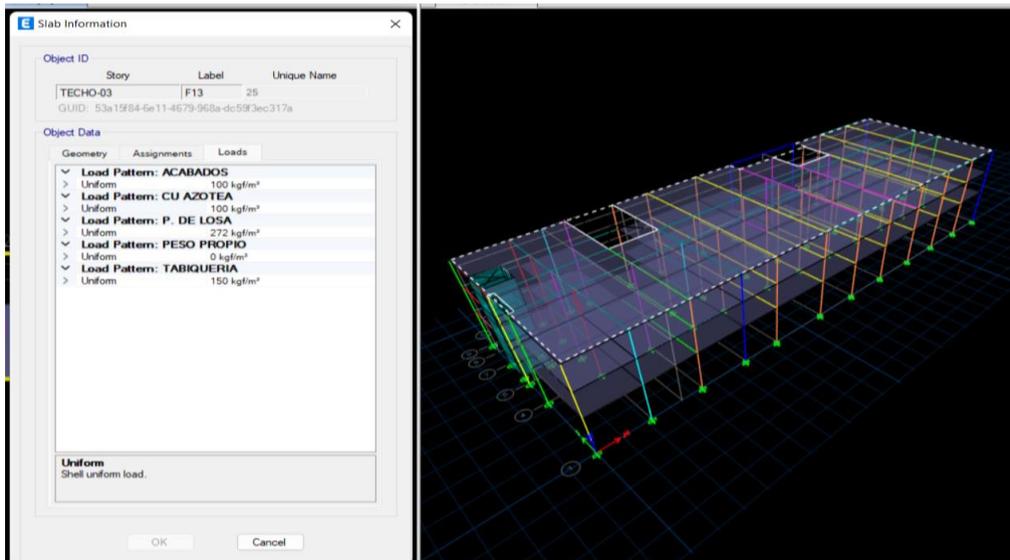


Figura 18: determinación del patrón de cargas en ETABS V.20.1 – Nivel 1

Fuente: Elaboración propia

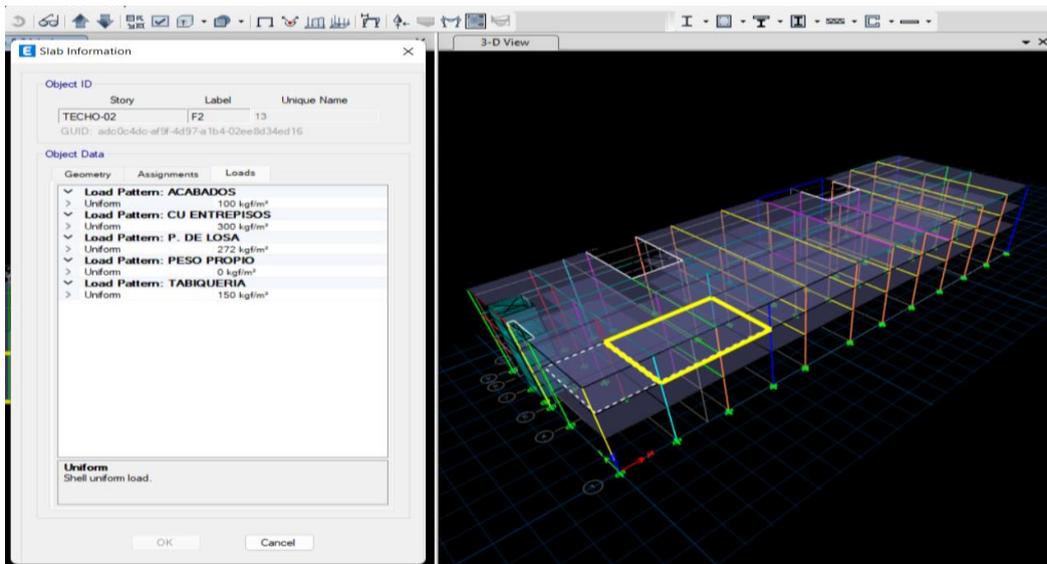


Figura 19 Determinación del patrón de cargas en ETABS V.20.1 - Nivel 2

Fuente: elaboración propia

- Piso 1

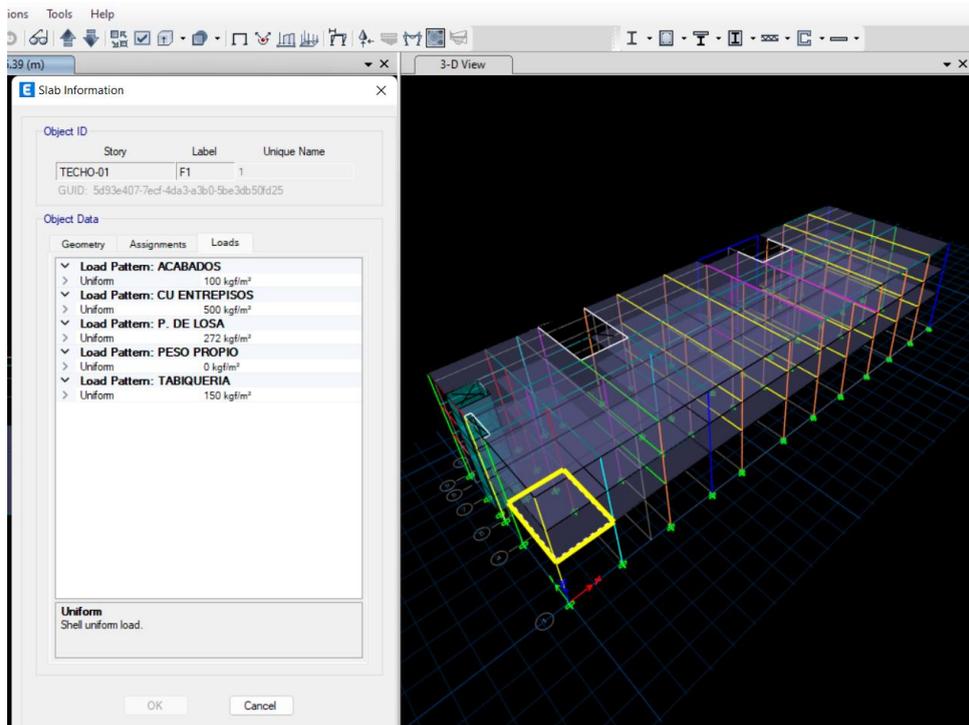


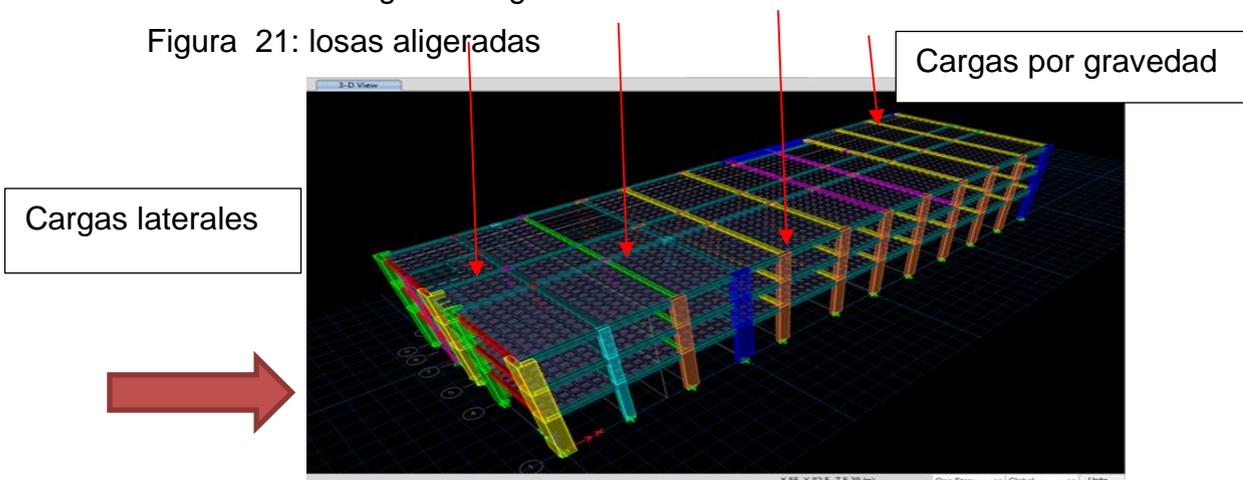
Figura 20 Determinación del patrón de cargas en ETABS V.20.1 - Nivel 1

Fuente: Elaboración propia.

p) Asignación de cargas s en losas

Las losas son consideradas como diafragma rígido. Las cargas de la losa trabajan en (gravedad) flexión, pero en caso de cargas laterales se necesita que la losa trabaje como un elemento rígido para que la carga no se absorba por la losa y sea transmitida a las vigas por lo tanto todas las losas aligeradas deben comportarse como diafragma rígido. Como de describe en la siguiente figura.

Figura 21: losas aligeradas



Fuente: elaboración propia.

Al asignar el diafragma nos muestra el centro de masa de la estructura y si se compara con el centro de rigidez, ambos resultados permitirán evaluar si se encuentran desfasadas máximo un 5%. En la figura se muestra que el centro de masa se encuentra más hacia la izquierda como se muestra la figura.



Figura 22: ubicación del centro de masa

Fuente: elaboración propia

q) Rigidizar la cimentación:

Se hace con la finalidad de asignar una restricción de movimiento es decir que no se tenga ningún grado de libertad como se muestra en la figura.23

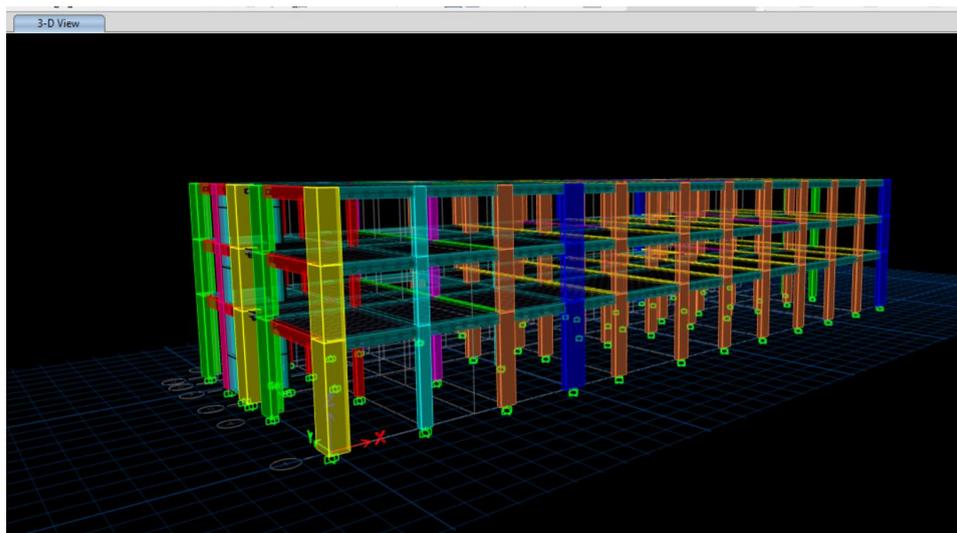


Figura 23: estructura rigidizada en ETABS V20.1

Fuente: elaboración propia

r) **Pesos para el análisis sísmico**

Resultado de las máximas distorsiones estáticas de cada entrepiso

Tabla 24 Cálculo de las distorsiones estáticas en X

<i>Distorsión o deriva estática en X</i>				
Piso	Load Case/Combo	Dirección	Derivas	Distorsiones
Nivel 3	DISTORSION EST XX	X	0.005164	0.0052<=0.007... Ok
Nivel 2	DISTORSION EST XX	X	0.005934	0.0059<=0.007... Ok
Nivel 1	DISTORSION EST XX	X	0.004323	0.0043<=0.007... Ok

Tabla 25: Cálculo de las distorsiones estáticas en Y

<i>Distorsión o deriva estática en Y</i>				
Piso	Load Case/Combo	Dirección	Derivas	Distorsiones
Nivel 3	DISTORSION EST YY	Y	0.027387	0.0274>=0.007.... AGREGAR MUROS //Y
Nivel 2	DISTORSION EST YY	Y	0.042985	0.043>=0.007.... AGREGAR MUROS //Y
Nivel 1	DISTORSION EST YY	Y	0.041069	0.0411>=0.007.... AGREGAR MUROS //Y

Tabla 26 Distorsión o deriva estática en Y

<i>Distorsión o deriva estática en Y</i>			
Niveles	Load Case/Combo	Dirección	Drift derivas
Nivel-03	DISTORSION EST YY	Y	0.027387
Nivel -02	DISTORSION EST YY	Y	0.042985
Nivel -01	DISTORSION EST YY	Y	0.041069

Fuente: elaboración propia

Tabla 27: distorsiones a lo largo del eje Y

Distorsiones
0.0274>=0.007.... Agregar muros //Y
0.043>=0.007.... Agregar muros //Y
0.0411>=0.007.... Agregar muros //Y

Fuente: elaboración propia

- s) Resultado de las máximas distorsiones estáticas de cada entrepiso

Tabla 28: distorsiones estáticas a lo largo del eje X

<i>Distorsión o deriva estática en X</i>			
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
<i>Nivel -03</i>	<i>DISTORSION EST XX</i>	<i>X</i>	<i>0.005164</i>
<i>Nivel-02</i>	<i>DISTORSION EST XX</i>	<i>X</i>	<i>0.005934</i>
<i>Nivel-01</i>	<i>DISTORSION EST XX</i>	<i>X</i>	<i>0.004323</i>

Fuente: elaboración Propia

Tabla 29: Distorsiones en el eje x

Distorsiones
<i>0.0052<=0.007... Ok</i>
<i>0.0059<=0.007... Ok</i>
<i>0.0043<=0.007... Ok</i>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la norma E030 en su capítulo V los requisitos de rigidez resistencia y ductilidad estable en su artículo 32 con respecto a los desplazamiento laterales relativos admisible especificados en la tabal 11 de la Norma E030, el máximo desplazamientos de entre piso , calculado según el artículo 31 no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla 28.

De acuerdo a los resultados encontrados en la dirección Y nos estaría cumpliendo con la norma E030. Debido a que son mayores los valores a 0.007 de acuerdo a la tabla 30. Por lo tanto se realiza el análisis dinámico. Significa que la edificación ante un sismo raro incursionaría rápidamente en el rango inelástico hasta el colapso de la misma.

Tabla 30 : Límites para la distorsión del entrepiso

Tabla N° 11	
LÍMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005
Nota: los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden e doble de los valores de esta tabla.	

Fuente: E030,2018

3.6.5.2 Análisis sísmico dinámico

- a) Definir la función espectral.

Este tipo de análisis tiene como base la evaluación de los desplazamientos relativos de la estructura a través de las aceleraciones del espectro de diseño. (Fustamante, 2018)

Que para nuestro caso se tomara aun valor de 1 es decir cuando $T < T_p$ entonces $C = 2.5$, para nuestro análisis se tomara el valor un número mayor a siendo un valor de 1.1 como se especifica en la tabla 37, por lo tanto

- $Z=0.35$,
- $U=1.5$,
- $S=1.20$,
- $I_p=1.00$,
- $I_a=1.00$,
- $R_o=8$,
- $R_x=8.00$,
- $R_y=8.00, 9.81\text{m/seg}^2$
- F.E x= **0.1790**,
- F.E y= **0.1790**

Los valores se determina en la siguiente tabla.

Tabla 31. Espectro de Pseudo - Aceleración Vertical X, Y

Flexible S3		TL=1.60 seg		Sax	$S_{ay} = \frac{ZUCS}{R_y}$	$S_{ay} = \frac{ZUCS}{R_y}$
Tp=1.00 seg	Condición	C	$S_{ax} = \frac{ZUCS}{R_x}$			Say
T(s)				Say		
0	0<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.1	0.1<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.2	0.2<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.3	0.3<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.4	0.4<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.5	0.5<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.6	0.6<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.7	0.7<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.8	0.8<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
0.9	0.9<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
1	1<=1	2.5000	0.35(1.5)(2.5)(1.2)/8=	0.1969	0.1969/9.81=0.0201	0.1969
1.1	1<=1.1<=1.6	2.2727	0.35(1.5)(2.273)(1.2)/8=	0.1790	0.179/9.81=0.0182	0.1790
1.2	1<=1.2<=1.6	2.0833	0.35(1.5)(2.083)(1.2)/8=	0.1641	0.1641/9.81=0.0167	0.1641
1.3	1<=1.3<=1.6	1.9231	0.35(1.5)(1.923)(1.2)/8=	0.1514	0.1514/9.81=0.0154	0.1514
1.4	1<=1.4<=1.6	1.7857	0.35(1.5)(1.786)(1.2)/8=	0.1406	0.1406/9.81=0.0143	0.1406
1.5	1<=1.5<=1.6	1.6667	0.35(1.5)(1.667)(1.2)/8=	0.1313	0.1313/9.81=0.0134	0.1313
1.6	1<=1.6<=1.6	1.5625	0.35(1.5)(1.563)(1.2)/8=	0.1230	0.123/9.81=0.0125	0.1230
1.7	1.7>1.6	1.3841	0.35(1.5)(1.384)(1.2)/8=	0.1090	0.109/9.81=0.0111	0.1090
1.8	1.8>1.6	1.2346	0.35(1.5)(1.235)(1.2)/8=	0.0972	0.0972/9.81=0.0099	0.0972
1.9	1.9>1.6	1.1080	0.35(1.5)(1.108)(1.2)/8=	0.0873	0.0873/9.81=0.0089	0.0873

2	2>1.6	1.0000	0.35(1.5)(1)(1.2)/8=	0.0788	0.0788/9.81=0.008	0.0788
2.1	2.1>1.6	0.9070	0.35(1.5)(0.907)(1.2)/8=	0.0714	0.0714/9.81=0.0073	0.0714
2.2	2.2>1.6	0.8264	0.35(1.5)(0.826)(1.2)/8=	0.0651	0.0651/9.81=0.0066	0.0651
2.3	2.3>1.6	0.7561	0.35(1.5)(0.756)(1.2)/8=	0.0595	0.0595/9.81=0.0061	0.0595
2.4	2.4>1.6	0.6944	0.35(1.5)(0.694)(1.2)/8=	0.0547	0.0547/9.81=0.0056	0.0547
2.5	2.5>1.6	0.6400	0.35(1.5)(0.64)(1.2)/8=	0.0504	0.0504/9.81=0.0051	0.0504
2.6	2.6>1.6	0.5917	0.35(1.5)(0.592)(1.2)/8=	0.0466	0.0466/9.81=0.0048	0.0466
2.7	2.7>1.6	0.5487	0.35(1.5)(0.549)(1.2)/8=	0.0432	0.0432/9.81=0.0044	0.0432
2.8	2.8>1.6	0.5102	0.35(1.5)(0.51)(1.2)/8=	0.0402	0.0402/9.81=0.0041	0.0402
2.9	2.9>1.6	0.4756	0.35(1.5)(0.476)(1.2)/8=	0.0375	0.0375/9.81=0.0038	0.0375
3	3>1.6	0.4444	0.35(1.5)(0.444)(1.2)/8=	0.0350	0.035/9.81=0.0036	0.0350
3.1	3.1>1.6	0.4162	0.35(1.5)(0.416)(1.2)/8=	0.0328	0.0328/9.81=0.0033	0.0328
3.2	3.2>1.6	0.3906	0.35(1.5)(0.391)(1.2)/8=	0.0308	0.0308/9.81=0.0031	0.0308
3.3	3.3>1.6	0.3673	0.35(1.5)(0.367)(1.2)/8=	0.0289	0.0289/9.81=0.0029	0.0289
3.4	3.4>1.6	0.3460	0.35(1.5)(0.346)(1.2)/8=	0.0272	0.0272/9.81=0.0028	0.0272
3.5	3.5>1.6	0.3265	0.35(1.5)(0.327)(1.2)/8=	0.0257	0.0257/9.81=0.0026	0.0257
3.6	3.6>1.6	0.3086	0.35(1.5)(0.309)(1.2)/8=	0.0243	0.0243/9.81=0.0025	0.0243
3.7	3.7>1.6	0.2922	0.35(1.5)(0.292)(1.2)/8=	0.0230	0.023/9.81=0.0023	0.0230
3.8	3.8>1.6	0.2770	0.35(1.5)(0.277)(1.2)/8=	0.0218	0.0218/9.81=0.0022	0.0218
3.9	3.9>1.6	0.2630	0.35(1.5)(0.263)(1.2)/8=	0.0207	0.0207/9.81=0.0021	0.0207
4	4>1.6	0.2500	0.35(1.5)(0.25)(1.2)/8=	0.0197	0.0197/9.81=0.002	0.0197
4.1	4.1>1.6	0.2380	0.35(1.5)(0.238)(1.2)/8=	0.0187	0.0187/9.81=0.0019	0.0187
4.2	4.2>1.6	0.2268	0.35(1.5)(0.227)(1.2)/8=	0.0179	0.0179/9.81=0.0018	0.0179
4.3	4.3>1.6	0.2163	0.35(1.5)(0.216)(1.2)/8=	0.0170	0.017/9.81=0.0017	0.0170
4.4	4.4>1.6	0.2066	0.35(1.5)(0.207)(1.2)/8=	0.0163	0.0163/9.81=0.0017	0.0163
4.5	4.5>1.6	0.1975	0.35(1.5)(0.198)(1.2)/8=	0.0156	0.0156/9.81=0.0016	0.0156

4.6	4.6>1.6	0.1890	0.35(1.5)(0.189)(1.2)/8=	0.0149	0.0149/9.81=0.0015	0.0149
4.7	4.7>1.6	0.1811	0.35(1.5)(0.181)(1.2)/8=	0.0143	0.0143/9.81=0.0015	0.0143
4.8	4.8>1.6	0.1736	0.35(1.5)(0.174)(1.2)/8=	0.0137	0.0137/9.81=0.0014	0.0137
4.9	4.9>1.6	0.1666	0.35(1.5)(0.167)(1.2)/8=	0.0131	0.0131/9.81=0.0013	0.0131
5	5>1.6	0.1600	0.35(1.5)(0.16)(1.2)/8=	0.0126	0.0126/9.81=0.0013	0.0126
5.1	5.1>1.6	0.1538	0.35(1.5)(0.154)(1.2)/8=	0.0121	0.0121/9.81=0.0012	0.0121
5.2	5.2>1.6	0.1479	0.35(1.5)(0.148)(1.2)/8=	0.0116	0.0116/9.81=0.0012	0.0116
5.3	5.3>1.6	0.1424	0.35(1.5)(0.142)(1.2)/8=	0.0112	0.0112/9.81=0.0011	0.0112
5.4	5.4>1.6	0.1372	0.35(1.5)(0.137)(1.2)/8=	0.0108	0.0108/9.81=0.0011	0.0108
5.5	5.5>1.6	0.1322	0.35(1.5)(0.132)(1.2)/8=	0.0104	0.0104/9.81=0.0011	0.0104
5.6	5.6>1.6	0.1276	0.35(1.5)(0.128)(1.2)/8=	0.0100	0.01/9.81=0.001	0.0100
5.7	5.7>1.6	0.1231	0.35(1.5)(0.123)(1.2)/8=	0.0097	0.0097/9.81=0.001	0.0097
5.8	5.8>1.6	0.1189	0.35(1.5)(0.119)(1.2)/8=	0.0094	0.0094/9.81=0.001	0.0094
5.9	5.9>1.6	0.1149	0.35(1.5)(0.115)(1.2)/8=	0.0090	0.009/9.81=0.0009	0.0090
6	6>1.6	0.1111	0.35(1.5)(0.111)(1.2)/8=	0.0088	0.0088/9.81=0.0009	0.0088
6.1	6.1>1.6	0.1075	0.35(1.5)(0.107)(1.2)/8=	0.0085	0.0085/9.81=0.0009	0.0085
6.2	6.2>1.6	0.1041	0.35(1.5)(0.104)(1.2)/8=	0.0082	0.0082/9.81=0.0008	0.0082
6.3	6.3>1.6	0.1008	0.35(1.5)(0.101)(1.2)/8=	0.0079	0.0079/9.81=0.0008	0.0079
6.4	6.4>1.6	0.0977	0.35(1.5)(0.098)(1.2)/8=	0.0077	0.0077/9.81=0.0008	0.0077
6.5	6.5>1.6	0.0947	0.35(1.5)(0.095)(1.2)/8=	0.0075	0.0075/9.81=0.0008	0.0075
6.6	6.6>1.6	0.0918	0.35(1.5)(0.092)(1.2)/8=	0.0072	0.0072/9.81=0.0007	0.0072
6.7	6.7>1.6	0.0891	0.35(1.5)(0.089)(1.2)/8=	0.0070	0.007/9.81=0.0007	0.0070
6.8	6.8>1.6	0.0865	0.35(1.5)(0.087)(1.2)/8=	0.0068	0.0068/9.81=0.0007	0.0068
6.9	6.9>1.6	0.0840	0.35(1.5)(0.084)(1.2)/8=	0.0066	0.0066/9.81=0.0007	0.0066
7	7>1.6	0.0816	0.35(1.5)(0.082)(1.2)/8=	0.0064	0.0064/9.81=0.0007	0.0064
7.1	7.1>1.6	0.0793	0.35(1.5)(0.079)(1.2)/8=	0.0062	0.0062/9.81=0.0006	0.0062

7.2	7.2>1.6	0.0772	0.35(1.5)(0.077)(1.2)/8=	0.0061	0.0061/9.81=0.0006	0.0061
7.3	7.3>1.6	0.0751	0.35(1.5)(0.075)(1.2)/8=	0.0059	0.0059/9.81=0.0006	0.0059
7.4	7.4>1.6	0.0730	0.35(1.5)(0.073)(1.2)/8=	0.0058	0.0058/9.81=0.0006	0.0058
7.5	7.5>1.6	0.0711	0.35(1.5)(0.071)(1.2)/8=	0.0056	0.0056/9.81=0.0006	0.0056
7.6	7.6>1.6	0.0693	0.35(1.5)(0.069)(1.2)/8=	0.0055	0.0055/9.81=0.0006	0.0055
7.7	7.7>1.6	0.0675	0.35(1.5)(0.067)(1.2)/8=	0.0053	0.0053/9.81=0.0005	0.0053
7.8	7.8>1.6	0.0657	0.35(1.5)(0.066)(1.2)/8=	0.0052	0.0052/9.81=0.0005	0.0052
7.9	7.9>1.6	0.0641	0.35(1.5)(0.064)(1.2)/8=	0.0050	0.005/9.81=0.0005	0.0050
8	8>1.6	0.0625	0.35(1.5)(0.063)(1.2)/8=	0.0049	0.0049/9.81=0.0005	0.0049
8.1	8.1>1.6	0.0610	0.35(1.5)(0.061)(1.2)/8=	0.0048	0.0048/9.81=0.0005	0.0048
8.2	8.2>1.6	0.0595	0.35(1.5)(0.059)(1.2)/8=	0.0047	0.0047/9.81=0.0005	0.0047

Fuente: Elaboración Propia

En la grafico de espectro de aceleración en X se toma como valor para este análisis el 1.1 ubicado en la figura 26.

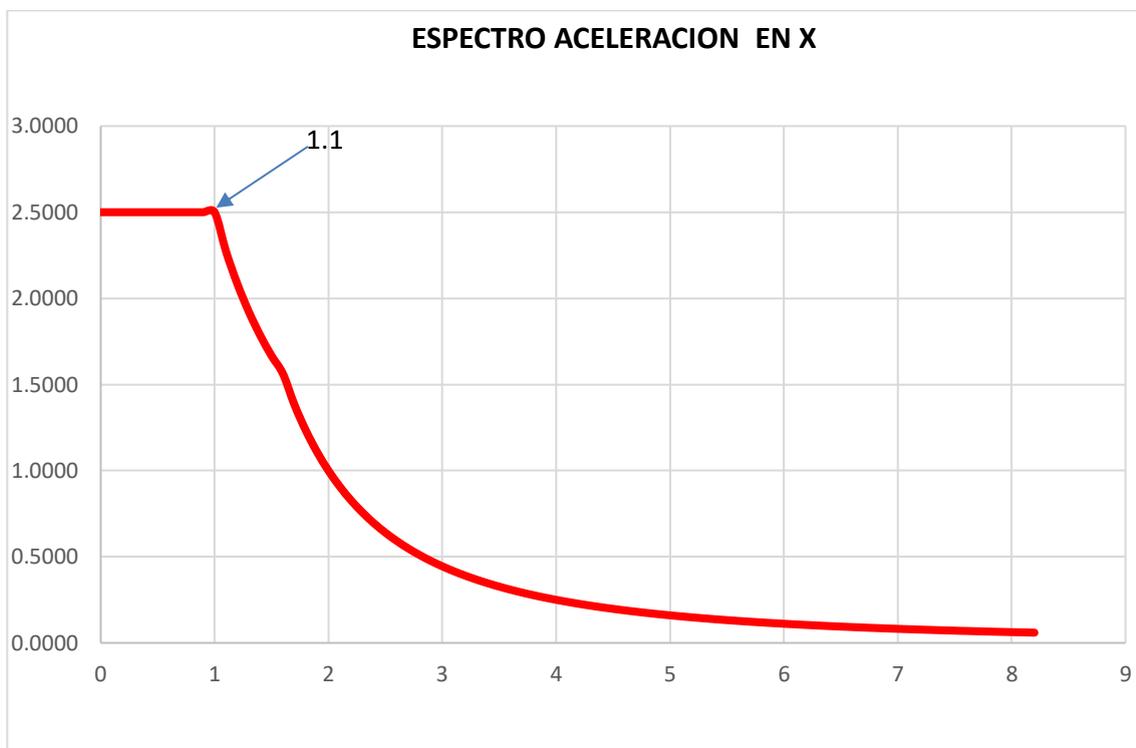


Figura 24 Espectros Inelásticos del Bloque A , dirección Vertical Y

Fuente: elaboración propia.

b) Para la cortante dinámica de acuerdo a la norma

Determinación de Desplazamientos Laterales

- Estructuras regulares 75% de R
- Estructuras Irregulares 85%de R

para nuestro caso tenemos estructura: Regular ,por lo tanto, tenemos que la distorsión se la amplifica como se describe a continuación:

$$\text{distorsión} = 75\%(8)=6$$

c) Fuerza cortante mínima

De acuerdo con la NTP E030, se establece que para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares.

<i>Cortante Basal</i>	<i>en X</i>	<i>en Y</i>
<i>Cortante Estática</i>	333.2154	333.2154
<i>Cortante Dinámica</i>	222.0219	235.9969

Escalar La fuerza Dinámica en X

<i>Fuerza Dinámica mínima en X</i> =	80%de333.2154	Vd=266.57 tn
<i>Fuerza Dinámica mínima en Y</i> =	80%de333.2154	Vd=266.57 tn

Escalar La fuerza Dinámica en Y

<i>Escala en X</i>	$266.572 / 222.022 =$	1.201	ASUMIR	1.365 EN X
<i>Escala en Y</i>	$266.572 / 235.997 =$	1.130	ASUMIR	1.275 EN Y

resultado escaldos

<i>Cortante Basal</i>	<i>en X</i>	<i>en Y</i>
<i>Cortante Estática</i>	333.2154	333.2154
<i>Cortante Dinámica</i>	303.0599	300.896

Para nuestro caso la estructura es :

<i>Fuerza Dinámica mínima en X</i> =	80%de333.2154	Vd=266.57 tn
<i>Fuerza Dinámica mínima en Y</i> =	80%de333.2154	Vd=266.57 tn

La Cortante Dinámica en X es 303.06 >= 266.572.....Ok

La Cortante Dinámica en Y es $300.9 \geq 266.572 \dots \text{Ok}$

d) Determinación de Desplazamientos Laterales

Estructuras regulares 75% de R

Estructuras Irregulares 85% de R, para nuestro caso tenemos estructura: regular, por lo tanto tenemos que la distorsión se la amplifica $\text{distorsión} = 75\%(8) = 6$

Si fuese necesario incrementar el cortante para lograr cumplir los mínimos señalados se deba recalar de manera proporcional todos los otros resultados obtenidos exceptuando los desplazamientos.

Tabla 32: determinación de la cortante dinámica

CS	0.179	
PESO SISMICO DE LA ESTRUCTURA	3143.7797	
CORTANTE DINAMICA	562.736566	450.189253

Fuente elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 39, la cortante dinámica en X con un valor de 513.74, calculada en ETABS v20.1, supera a 450.18 por lo tanto no habría problemas al respecto, pero en relación a la cortante dinámica en "Y" con 416.05 está por debajo de 450.18, por lo que se tendrá que aplicar un factor de amplificación de acuerdo a lo establecido en la norma. Para la obtención del factor de amplificación solo se deberá dividir $429.868894 / 416.05$ obteniendo como resultado el factor 1.08 como se establece en la tabla 39.

Tabla 33. determinación de la cortante dinámica en "Y"

	CORTANTE DINAMICA	FACTOR
EN X	513.9744	
EN Y	416.0584	1.0820338

Fuente: elaboración propia

Con este factor se hace la corrección en el ETABS V20.1, para la cortante dinámica en Y siendo estos valores:

Tabla 34: corrección de la cortante dinámica en "Y"

CORTANTE DINAMICA

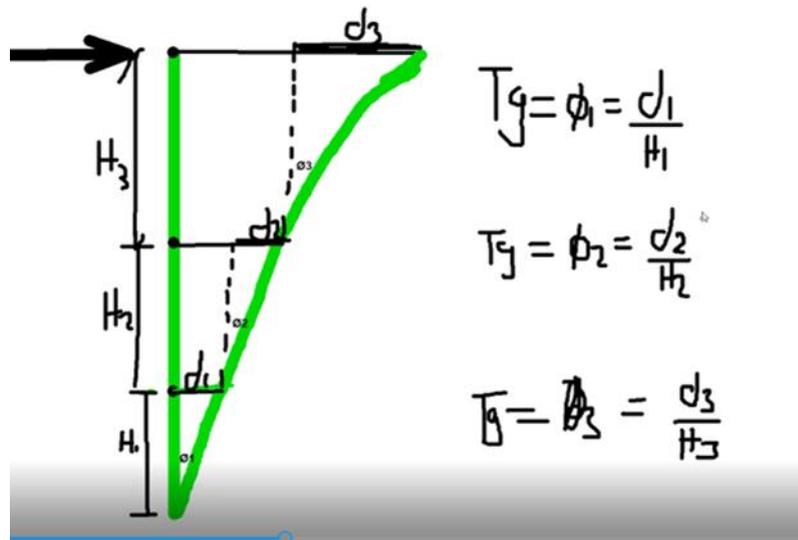
EN X	513.7468
EN Y	449.83

Fuente: elaboración propia

Con estos valores encontrados se procede a realizar el diseño del acero.

e) Cálculo de las distorsiones Dinámicas en X

De los anterior se tomara el sismo más crítico siendo en la dirección e X , La distorsión se refiere a la fuerza aplicada por un sismo. Debe ser < 0.007 a las tangentes de denomina derivas como se detalla a continuación.



A la tangente se le conoce como distorsión angular. (deriva)

Calculo en ETABS de las derivas

Tabla 35: cálculo de las derivas de la Distorsión Dinámica en X

Nivel	análisis	Drift (derivas)
Nivel-03	DIST DIN XX	0.00461
Nivel-02	DIST DIN XX	0.005281
Nivel-01	DIST DIN XX	0.003816

Fuente elaboración propia

Tabla 36: determinación de distorsión en "X"

Distorsión o deriva Dinámica en X			
Nivel	Load Case/Combo	Drift (deriva)	Distorsiones

Nivel-03	distorsión din XX	0.00461	0.0046<=0.007... Ok
Nivel-02	distorsión din XX	0.005281	0.0053<=0.007... Ok
Nivel-01	distorsión din XX	0.003816	0.0038<=0.007... Ok
el mayor es		0.005281	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: desplazamientos en "X"

Nivel	ALTURA	DESPLAZAMIENTO	ACUMULADO
Nivel-03	3000	13.8 mm	48.753 mm
Nivel-02	3000	15.8 mm	34.923 mm
Nivel-01	5000	19.1 mm	19.080 mm

Fuente: elaboración propia

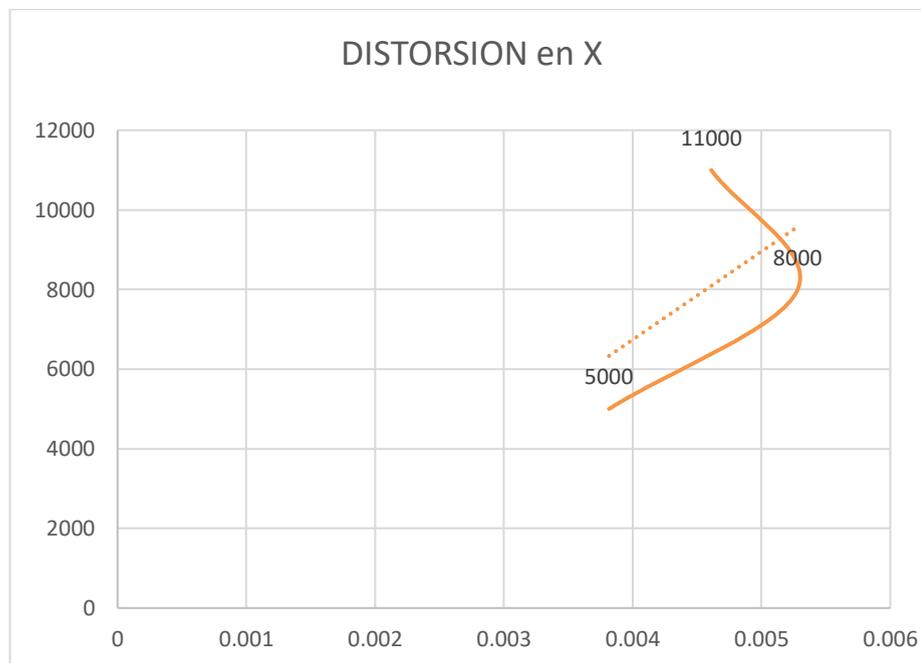


Figura 25 Distorsión en "X"

Fuente: elaboración propia

Tabla 38 Distorsión en "Y"

Distorsión o deriva Dinámica en Y			
Nivel	Load Case/Combo	Drift	Distorsiones
Nivel-03	DISTORSION DIN YY	0.025127	0.0251>=0.007.... MEJORAR LA ESTRUCTURA
Nivel-02	DISTORSION DIN YY	0.039586	0.0396>=0.007.... MEJORAR LA ESTRUCTURA

Nivel-01	DISTORSION DIN YY	0.03798	0.038>=0.007.... MEJORAR LA ESTRUCTURA
----------	-------------------	---------	--

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39: tabla de desplazamientos en "Y"

Story	ALTURA	DESPLAZAMIENTO	ACUMULADO
Nivel-03	3000	75.4 mm	384.039 mm
Nivel-02	3000	118.8 mm	308.658 mm
Nivel-01	5000	189.9 mm	189.900 mm

Fuente: Elaboración propia

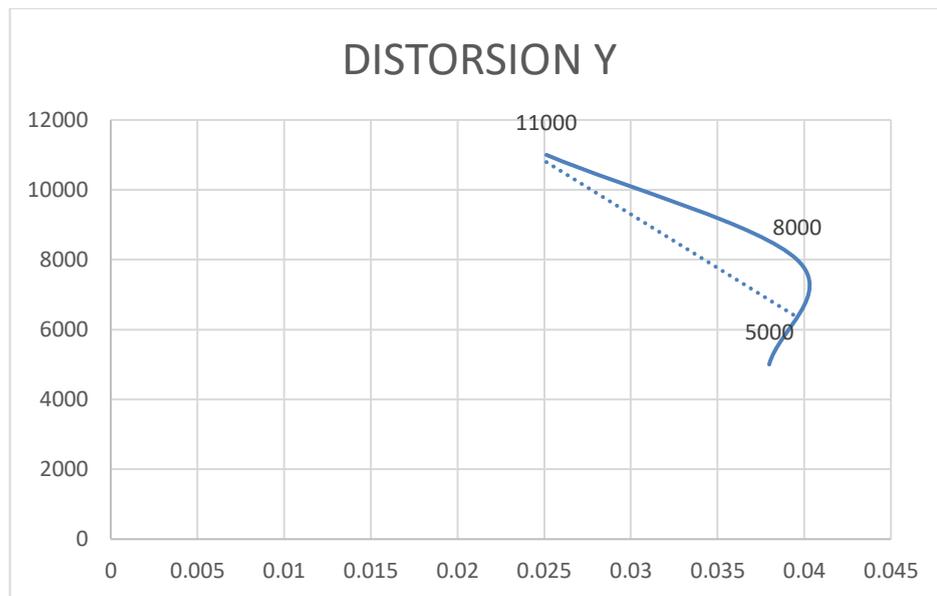


Figura 26 Distorsión en "Y"

Por lo tanto, en la dirección "Y" no pasa el análisis lo que queda es el reforzamiento de los elementos en la dirección Y.

De acuerdo con el análisis sismo dinámico para la dirección X se determina que las derivas de desplazamiento cumplen. Pero no para los desplazamientos sísmico en la dirección Y en la cual la edificación se deformaría en 384.039 mm. por consiguiente, la estructura no cumpliría con la normatividad. Por lo tanto, la estructura debería reforzarse en dirección Y. debido que en ambas direcciones deben ser menores a 0.007

f) Comparación de distorsiones

Tabla 40. Distorsiones en la dirección XX

Nivel	Distorsiones en la dirección XX	
	Estáticas	modal más espectral
Nivel-03	0.003448	0.004607
Nivel-02	0.005342	0.005287
Nivel-01	0.001721	0.003816

Fuente: Elaboración propia

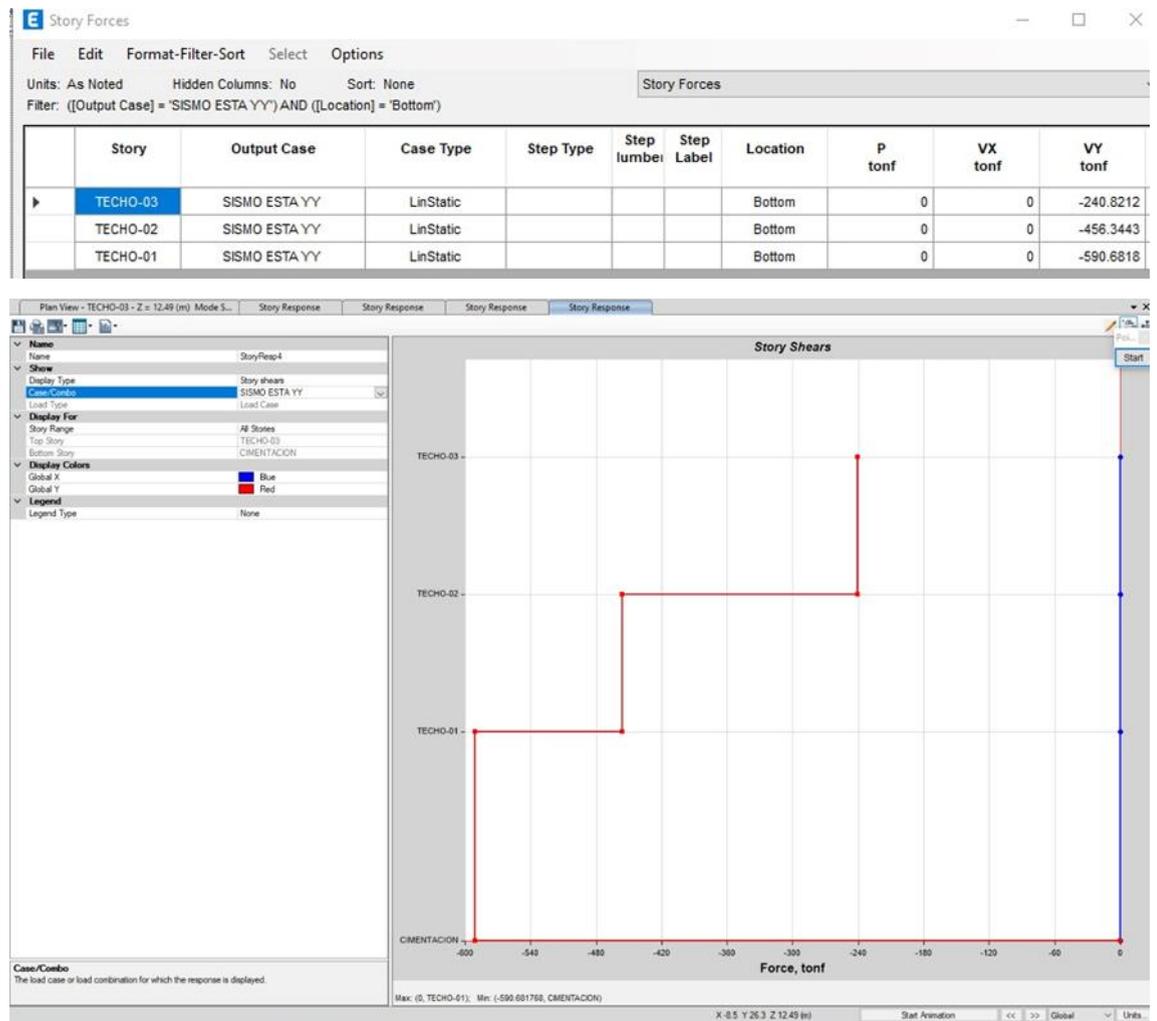
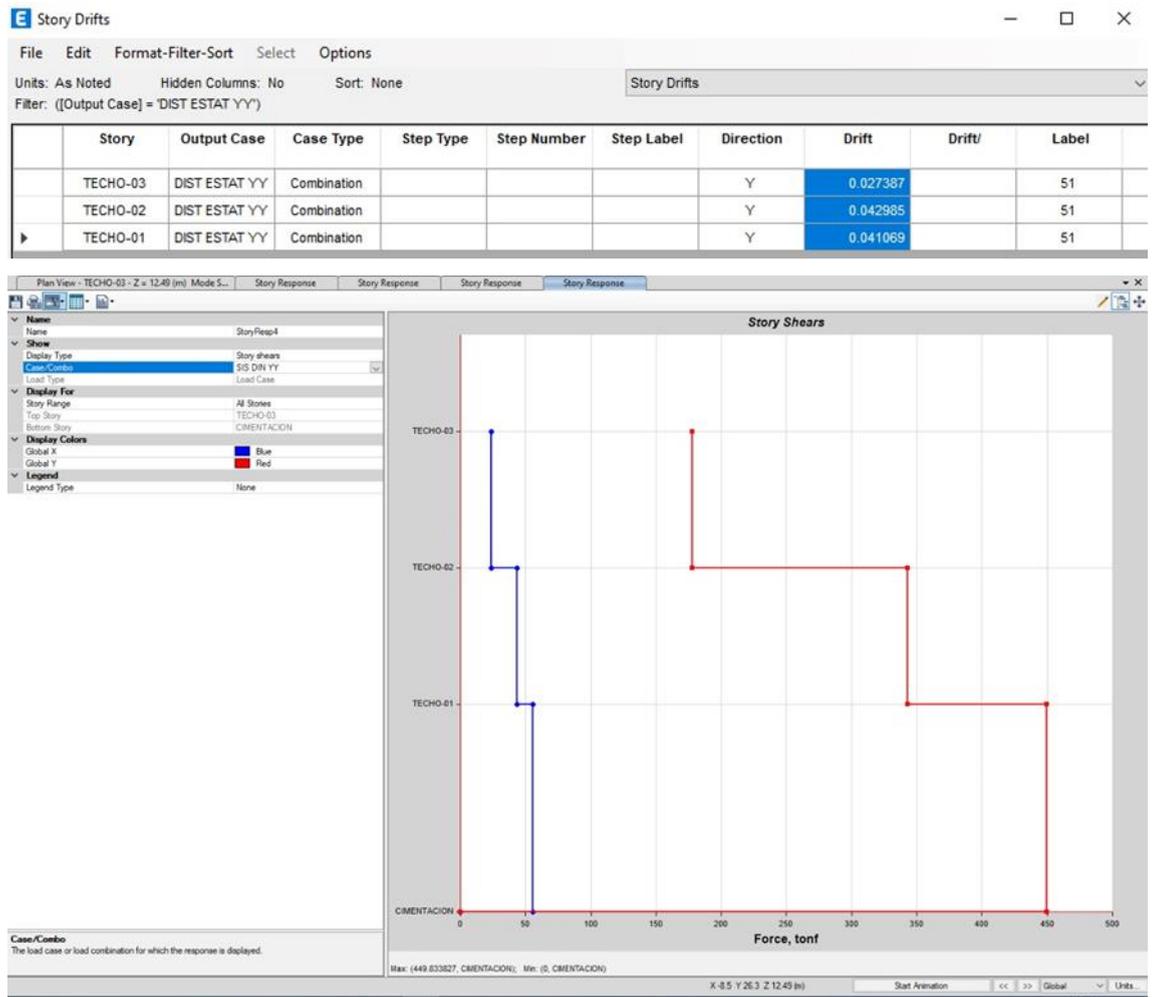


Tabla 41: Distorsiones en la dirección YY

Nivel	Distorsiones en la dirección YY	
	Estáticas	modal más espectral
Nivel-03	0.002723	0.024712
Nivel-02	0.004422	0.039162
Nivel-01	0.002842	0.037873

Fuente: Elaboración propia



3.6.5.3 Diseño estructural

Referido al diseño del acero dentro del rango elástico $< 4200 \text{ kg/cm}^2$

Descripción de los esfuerzos del concreto y del acero En la figura se muestra los esfuerzos del concreto no confinado es decir el concreto de recubrimientos mostrando los tres estados en que se debe encontrar una estructura

a) para el concreto sin confinar

Tabla 42: límites de deformación para el concreto no confinado

ESTADO	DESCRIPCION	TENSION	COMPRESION
IO	Ocupación Inmediata	0.01	-0.003
LS	Seguridad de vida	0.02	-0.006
CP	Predicción del colapso	0.05	-0.015

Fuente: elaboración propia

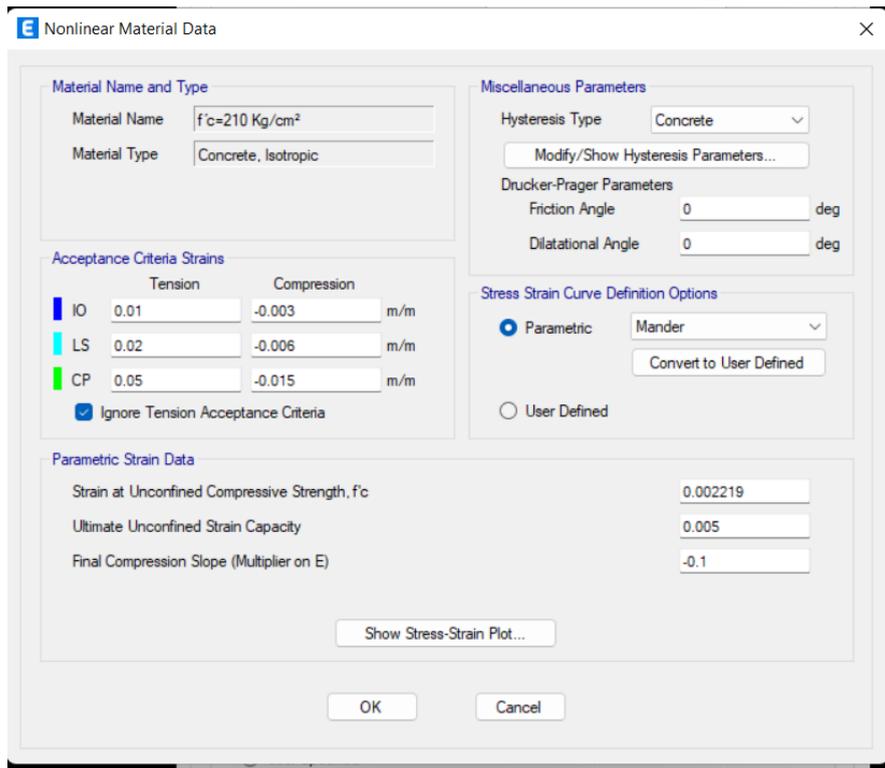


Figura 27 Análisis no lineal del material(concreto)

En la siguiente figura se muestra los estados de trabajo del concreto sin confinar

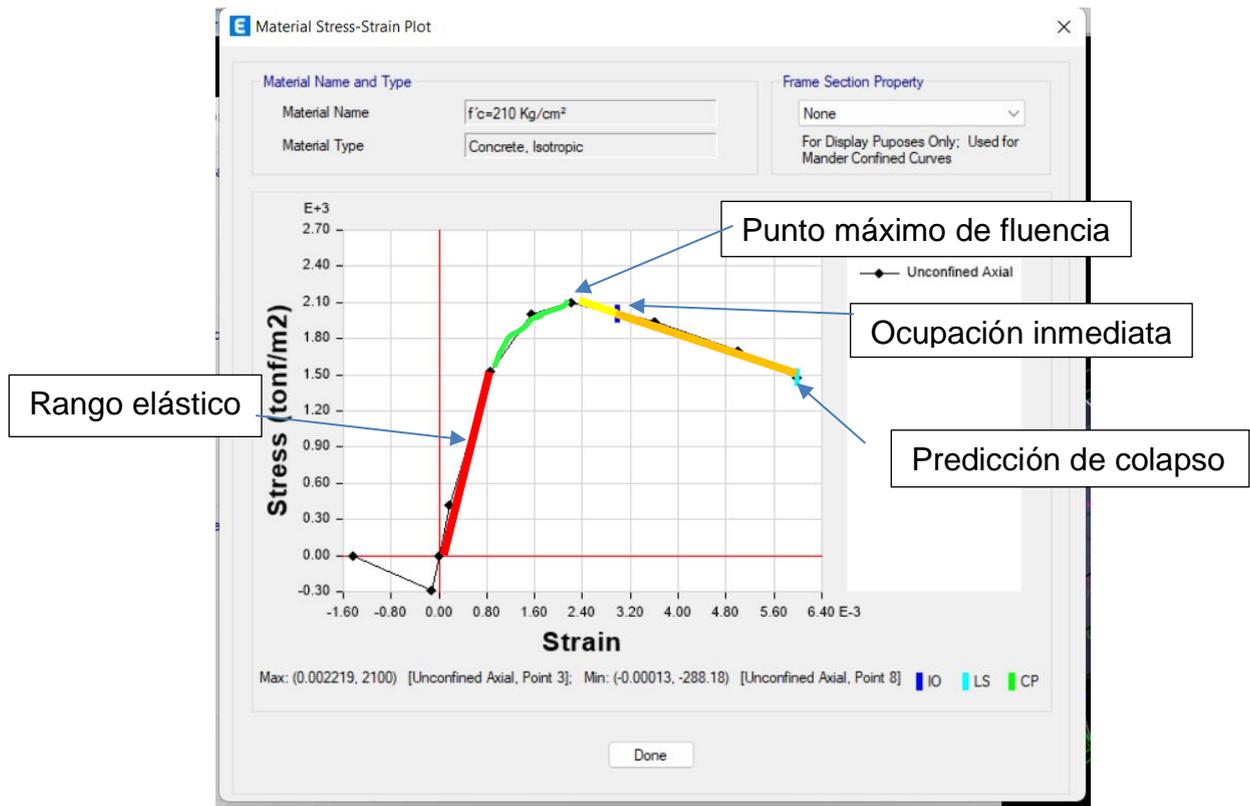


Figura 28: esfuerzo de deformación del concreto sin confinar (histéresis)

3.6.1.1 Para el acero

Tabla 43 Límite de deformación del acero

ESTADO	DESCRIPCION	TENSION	COMPRESION
IO	Ocupación Inmediata	0.01	-0.005
LS	Seguridad de vida	0.02	-0.01
CP	Predicción del colapso	0.05	-0.02

Fuente: elaboración propia

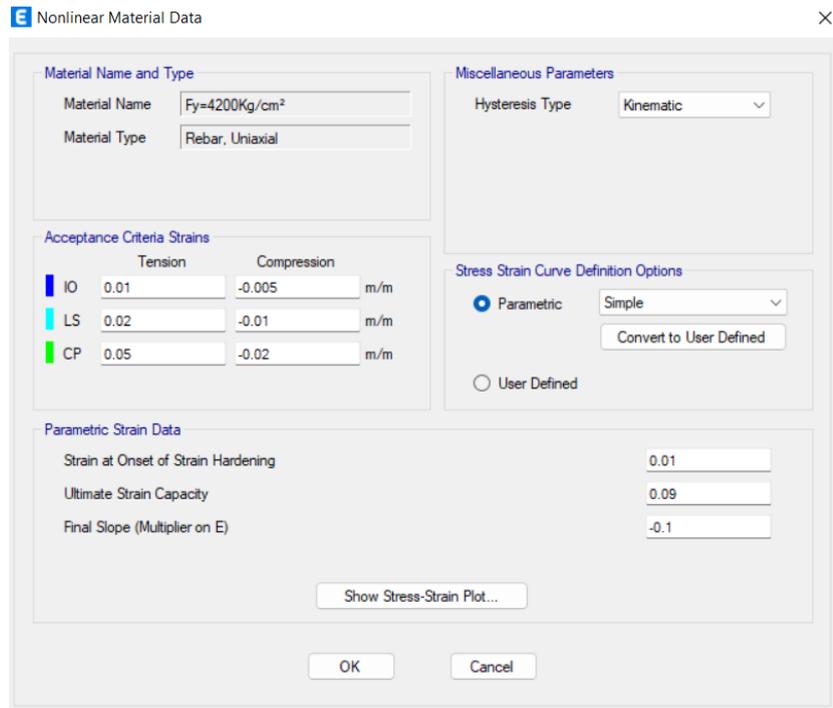


Figura 29 Límites de deformación en ETABS del acero

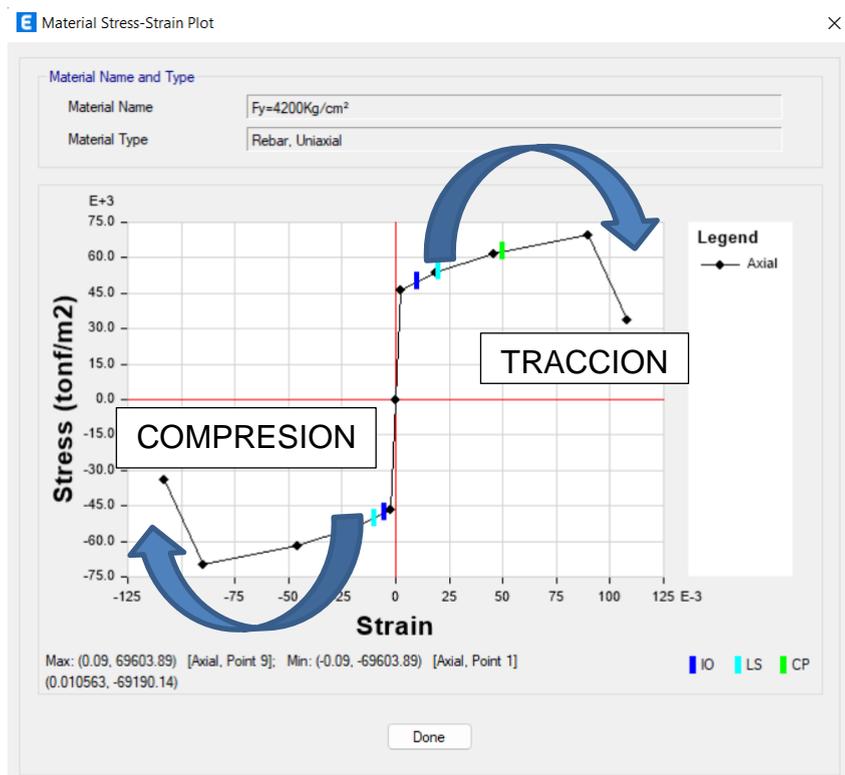


Figura 30: Esfuerzos de deformación del acero

3.6.1.2 Cálculo del acero

Se realiza con fines comparativos con respecto al acero definido en los planos de diseño de la edificación de la E.A.P de Ingeniería Civil.

Para el diseño del acero debo tomar o hallar las distorsiones, debo tomar la cortante máxima sin reducción de ductilidad donde se tendrá en cuenta para si la estructura es regular será deberá tomar un 75% y si es irregular un 85%.

Para nuestro estudio se deberá tomar el 75 % de 8 debido a que se trata de una estructura regular.

3.6.1.3 Determinación de las combinaciones de carga

De acuerdo con la N.T.E. E.060 Concreto Armado en su capítulo 9 estable los REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA siendo estos

- a) La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo: $U = 1,4 CM + 1,7 CV$. Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de viento (CVi), además de lo indicado, la resistencia requerida será como mínimo: $U = 1,25 (CM + CV \pm CVi)$, $U = 0,9 CM \pm 1,25 CVi$ (sencico 2018)
- b) Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado, la resistencia requerida será como mínimo: $U = 1,25 (CM + CV) \pm CS$ y $U = 0,9 CM \pm CS$ (9-5) 9.2.4 No será necesario considerar acciones de sismo y de viento simultáneamente. (SENCICO, 2018)
- c) Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto del peso y empuje lateral de los suelos (CE), la presión ejercida por el agua contenida en el suelo o la presión y peso ejercidos por otros materiales, además de lo indicado, la resistencia requerida será como mínimo: $U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,7 CE$. En el caso en que la carga muerta o la carga viva reduzcan el efecto del empuje lateral, se usará: $U = 0,9 CM + 1,7 CE$ (SENCICO, 2018)
- d) Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de cargas debidas a peso y presión de líquidos (CL) con densidades bien definidas y

alturas máximas controladas, además de los indicado , la resistencia requerida será como mínimo: $U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,4 CL$. (SENCICO, 2018)

- e) Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de cargas de impacto, éstas deberán incluirse en la carga viva (CV). (SENCICO, 2018)
- f) Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de las cargas de nieve o granizo, éstas deberán considerarse como cargas vivas (CV). (SENCICO, 2018)
- g) Si fuera necesario incluir los efectos (CT) de los asentamientos diferenciales, flujo plástico del concreto, retracción restringida del concreto, expansión de concretos con retracción compensada o cambios de temperatura, la resistencia requerida, además de lo indicado, deberá ser como mínimo: $U = 1,05 CM + 1,25 CV + 1,05 CT$. (SENCICO, 2018) .

h) Definición de cargas en el ETABS V20.1.

Con la finalidad de determinar la envolvente que consiste en envolver a los máximos valores de las siguientes combinaciones.

$$C1=1.4CM+1.7CV \text{ (9.1)}$$

$$C2=1.25CM+1.25CV+CSY \text{ (9.4)}$$

$$C3=1.25CM+1.25CV-CSY \text{ (9.4)}$$

$$C4=0.9CN+CSY \text{ (9.5)}$$

$$C5=0.9CM-CSY \text{ (9.5)}$$

Las cuales son ingresadas en el ETABS V20.1

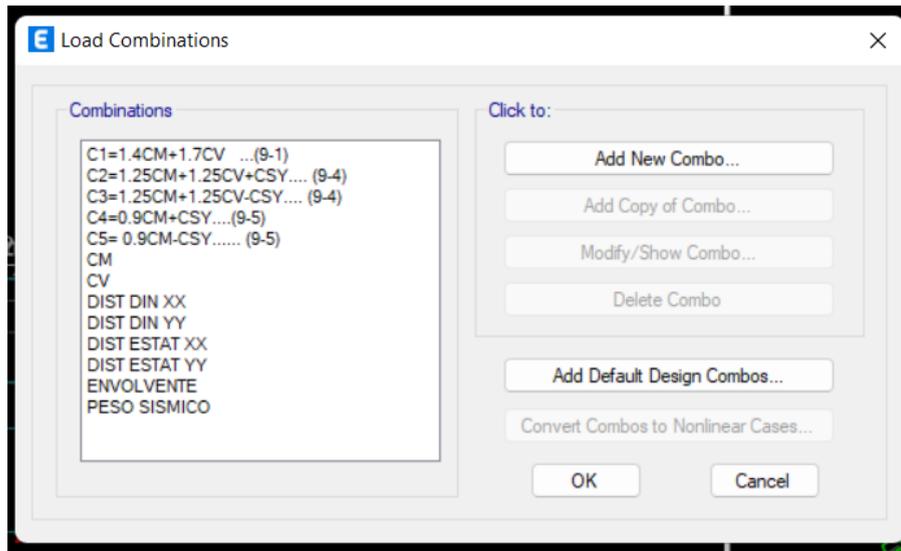


Figura 31: definición de combinaciones de cargas vivas y cargas muertas

Fuente: Elaboración propia

3.6.6 Etapa V

3.6.6.1 Propuestas de reforzamiento estructural optimo

Según lo que establece la NTP E030 ,2018, [...] la reparación o reforzamiento dota a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros. Par nuestro caso el proyecto que se recomendaría es la revisión de los elementos estructurales, de acuerdo a los análisis realizados con el ETABS V20.1, donde se establezcan los puntos más críticos identificado cada uno de los elementos estructurales, ya estos por incremento de sección o por incremento de acero. Así mismo también establece los criterios de acuerdo a las recomendaciones establecidos en “Engineering Guideline for Incremental Seismic Rehabilitation”, FEMA P-420, Risk Management Series, USA, 2009.

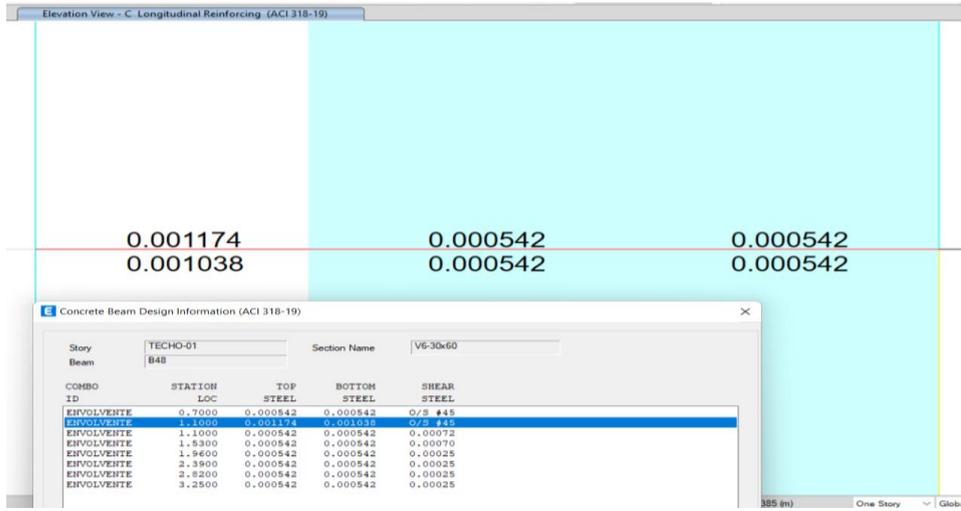
A continuación, se detalla la identificación de elementos bajo las condiciones para realizar el reforzamiento.

3.6.6.2 Elementos estructurales

a) Vigas.

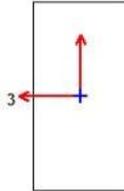
La fuerza de corte y torción ambas fuerzas no cumplen o exceden el máximo permitido. Donde de acuerdo al punto en el código de parámetros de diseño especifica que solo esta trabajando en un 60% de la sección útil. Por lo tanto la viga necesita más sección.

Los resultados que se han obtenido son similares a la viga anterior



ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Summary)



Beam Element Details

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
TECHO-01	B48	308	V6-30x60	ENVOLVENTE	1.1	3.65	1	Sway Special

Section Properties

b (m)	h (m)	b _f (m)	d _s (m)	d _{cl} (m)	d _{cb} (m)
0.3	0.6	0.3	0	0.06	0.06

Material Properties

E _c (tonf/m ²)	f' _c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (tonf/m ²)	f _{ys} (tonf/m ²)
2223564.32	2100	1	42000	42000

Design Code Parameters

φ _T	φ _{CTied}	φ _{CSpiral}	φ _{Vns}	φ _{Vs}	φ _{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M_{u3}

	Design Moment tonf-m	Design P _u tonf	-Moment Rebar m ²	+Moment Rebar m ²	Minimum Rebar m ²	Required Rebar m ²
Top (+2 Axis)	-21.923	0	0.001174	0	0.000542	0.001174
Bottom (-2 Axis)	19.5937	0	0	0.001038	0.000542	0.001038

Shear Force and Reinforcement for Shear, V_{u2}

Shear V _{u2} tonf	Shear φV _c tonf	Shear φV _s tonf	Shear V _p tonf	Rebar A _v /s m ² /m
O/S #45	7.4697	34.3811	11.466	0.00253

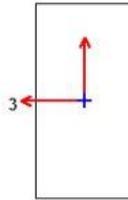
Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

T _u tonf-m	φT _{th} tonf-m	φT _{cr} tonf-m	Area A _o m ²	Perimeter, p _h m	Rebar A _t /s m ² /m	Rebar A _t m ²
0.8374	0.5187	2.0749	0.0917	1.4444	0.00014	0.000614

O/S #45 Shear stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed.

ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Beam Section Design (Summary)



Beam Element Details

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
TECHO-02	B48	307	VIGA N2EC(5-9)	ENVOLVENTE	1.1	3.65	1	Sway Special

Section Properties

b (m)	h (m)	b _f (m)	d _s (m)	d _{cl} (m)	d _{cb} (m)
0.3	0.6	0.3	0	0.06	0.06

Material Properties

E _c (tonf/m ²)	f' _c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (tonf/m ²)	f _{ys} (tonf/m ²)
2223564.32	2100	1	42000	42000

Design Code Parameters

Φ _T	Φ _{CTied}	Φ _{CSpiral}	Φ _{Vns}	Φ _{Vs}	Φ _{Vjoint}
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M_{u3}

	Design Moment tonf-m	Design P _u tonf	-Moment Rebar m ²	+Moment Rebar m ²	Minimum Rebar m ²	Required Rebar m ²
Top (+2 Axis)	-20.5317	0	0.001093	0	0.000542	0.001093
Bottom (-2 Axis)	17.6849	0	0	0.000929	0.000542	0.000929

Shear Force and Reinforcement for Shear, V_{u2}

Shear V _{u2} tonf	Shear φV _c tonf	Shear φV _s tonf	Shear V _p tonf	Rebar A _v /s m ² /m
O/S #45	7.4697	32.6995	14.9404	0.0024

Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T_u

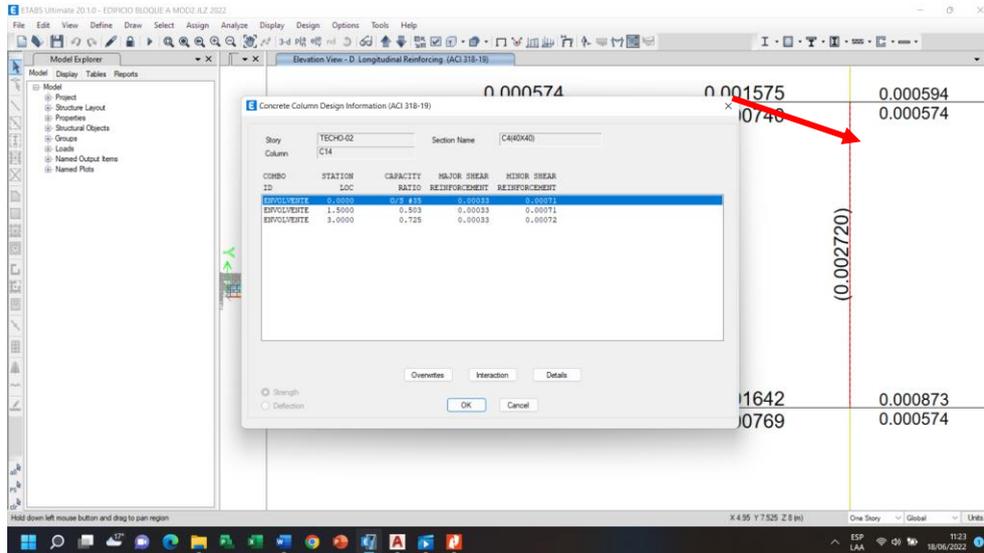
T _u tonf-m	φT _{th} tonf-m	φT _{cr} tonf-m	Area A _o m ²	Perimeter, p _h m	Rebar A _t /s m ² /m	Rebar A _t m ²
0.5746	0.5187	2.0749	0.0917	1.4444	0.0001	0.000642

O/S #45 Shear stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed.

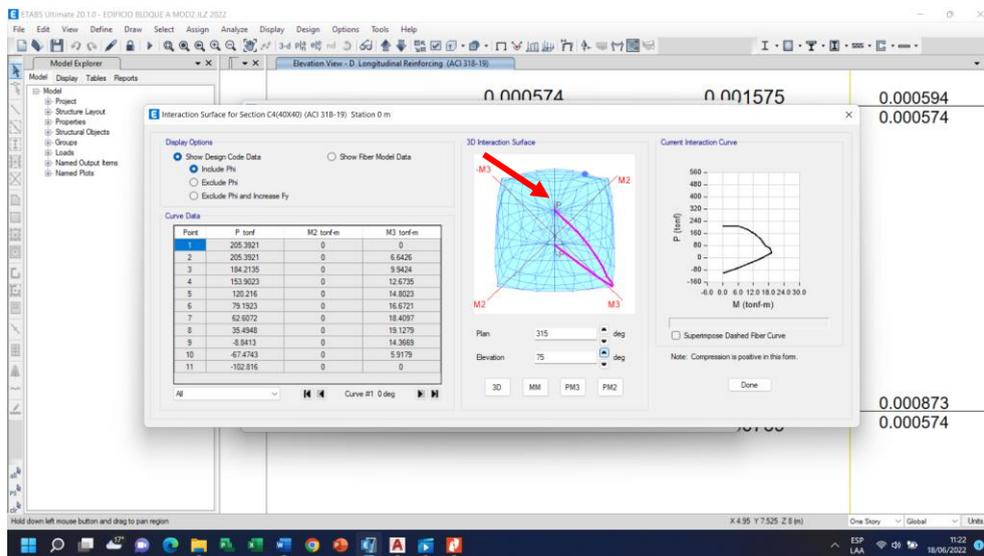
b) Columnas

Para el caso de columnas en el eje D también se muestra un problema como de describe a continuación:

Columna C4 de 40x40

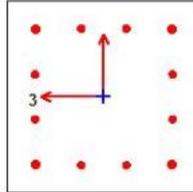


La interacción se muestran a continuación para ubicar los esfuerzos:



ETABS Concrete Frame Design

ACI 318-19 Column Section Design (Summary)



Column Element Details

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
TECHO-02	C14	41	C4(40X40)	ENVOLVENTE	0	3.55	0.561	Sway Special

Section Properties

b (m)	h (m)	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.4	0.4	0.05888	0.0273

Material Properties

E_c (tonf/m ²)	f'_c (tonf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f_y (tonf/m ²)	f_{ys} (tonf/m ²)
2223564.32	2100	1	42000	42000

Design Code Parameters

ϕ_T	ϕ_{CTied}	$\phi_{CSpiral}$	ϕ_{Vns}	ϕ_{Vs}	ϕ_{Vjoint}	Ω_0
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Check for P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u tonf	Design M_{u2} tonf-m	Design M_{u3} tonf-m	Minimum M_2 tonf-m	Minimum M_3 tonf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
101.1774	13.9075	-3.7952	2.7561	2.7561	1.7(O/S #35)	1.014(O/S #35)

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C_m Factor Unitless	δ_{ns} Factor Unitless	δ_s Factor Unitless	K Factor Unitless	Length m
Major Bend(M3)	0.319473	1	1	1	3
Minor Bend(M2)	0.343004	1	1	1	3

Shear Design for V_{u2} , V_{u3}

	Shear V_u tonf	Shear ϕV_c tonf	Shear ϕV_s tonf	Shear ϕV_p tonf	Rebar A_v/s m ² /m
Major, V_{u2}	8.4785	11.3403	3.5975	7.9118	0.00033
Minor, V_{u3}	18.9671	11.3403	7.6268	13.9563	0.00071

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear $V_{u,Top}$ tonf	Shear $V_{u,Tot}$ tonf	Shear ϕV_c tonf	Joint Area m^2	Shear Ratio Unitless
Major Shear, V_{u2}	N/N	N/N	N/N	N/N	N/N	N/N
Minor Shear, V_{u3}	N/N	N/N	N/N	N/N	N/N	N/N

(6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
N/N	N/N

O/S #35 Capacity ratio exceeds limit

Notes:

N/A: Not Applicable

N/C: Not Calculated

N/N: Not Needed

Donde la capacidad de ratio excede al límite. En general varia vigas y columnas presentan un mal predimensionamiento de acuerdo al análisis realizado en el ETABS V20.1.

Por consiguiente, se hará el análisis y diseño de la cantidad de acero en la estructura. Siendo los resultados son los siguientes:

- a) Se analizara a cada de los elementos en función a su área de acero ver anexo

DESCRIPCIÓN	GEOMETRÍA		GRÁFICO	ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS Y TRABES	
	Base(m)	Peralte (m)			Diámetro	Repartición
C1	0.50	0.50		16 Ø 5/8"	1 Ø 3/8" + 2 trabes Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 10 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext
C2	0.50	1.10		4 Ø 1" + 10 Ø 3/4"	2 Ø 1/2" + 3 trabes Ø 1/2"	1 @ 0.05 + 9 @ 0.10 + R @ 0.20 / Ext.

C4	0.40	0.40		4 Ø 3/4" + 8 Ø 5/8"	1 Ø 3 / 8"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10+ R @ 0.20 / Ext.
----	------	------	--	---------------------	------------	---

C5	0.35	1.00		4 Ø 3/4" + 20 Ø 5/8"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10+ R @ 0.15 / Ext.
----	------	------	--	----------------------	----------	---

C6	0.35	1.50		4 Ø 3/4" + 22 Ø 5/8"	2 Ø 3/8" + 2 trapes Ø 3 / 8"	1 @ 0.05 + 5 @ 0.10+ R @ 0.20/ Ext.
----	------	------	--	----------------------	---------------------------------	--

C7	0.35	0.85		4 Ø 3/4" + 18 Ø 5/8"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 6 @ 0.10+ R @ 0.15/ Ext.
----	------	------	--	----------------------	----------	--

C9	0.35	0.65		12 Ø 5/8" + 4 Ø 3/4"	2 Ø 3/8"	1 @ 0.05 + 6 @ 0.10+ R @ 0.15/ Ext.
----	------	------	--	----------------------	----------	--

C10	INDICADA			28 Ø 3/4" + 10 Ø 1"	4 Ø 1/2" + 2 trapes Ø 1/2"	1 @ 0.05 + 6 @ 0.10+ R @ 0.15/ Ext.
-----	----------	--	--	---------------------	-------------------------------	--

DESCRIPCIÓN	GEOMETRÍA		GRÁFICO	ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS Y TRABES	
	Base(m)	Peralte (m)			Diámetro	Repartición
C12	0.45	0.90		4 Ø 1" + 28 Ø 3/4"	1 Ø 3 / 8"	1 @ 0.05 + 7 @ 0.08+ R @ 0.15 / Ext.

Cuadros de vigas

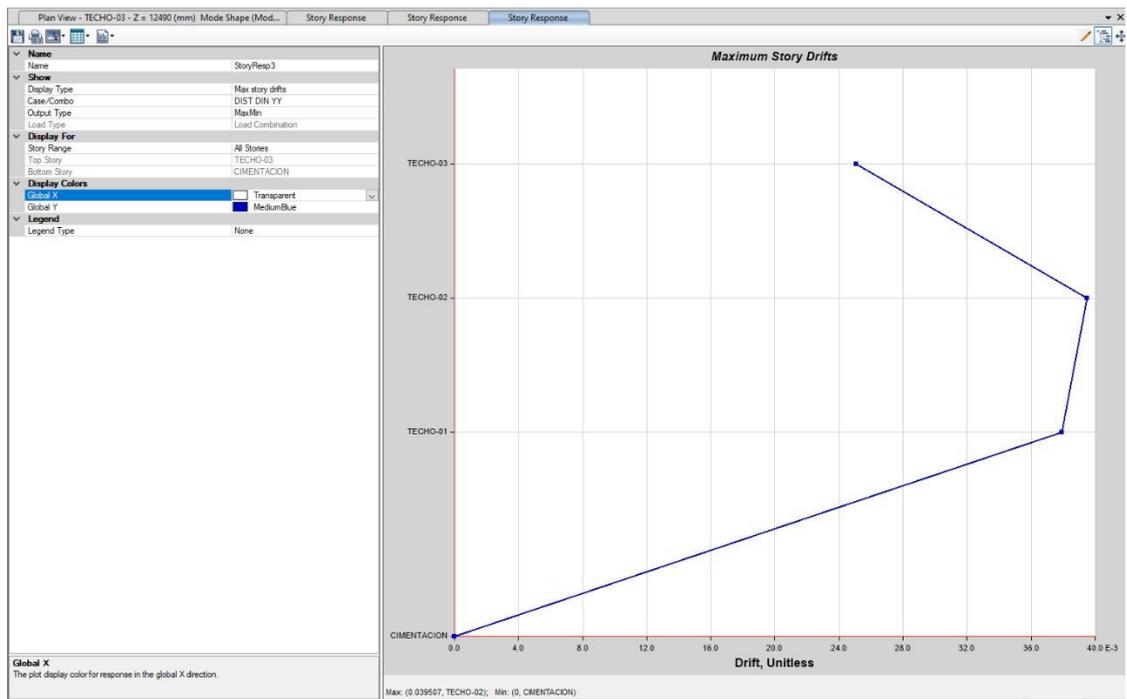
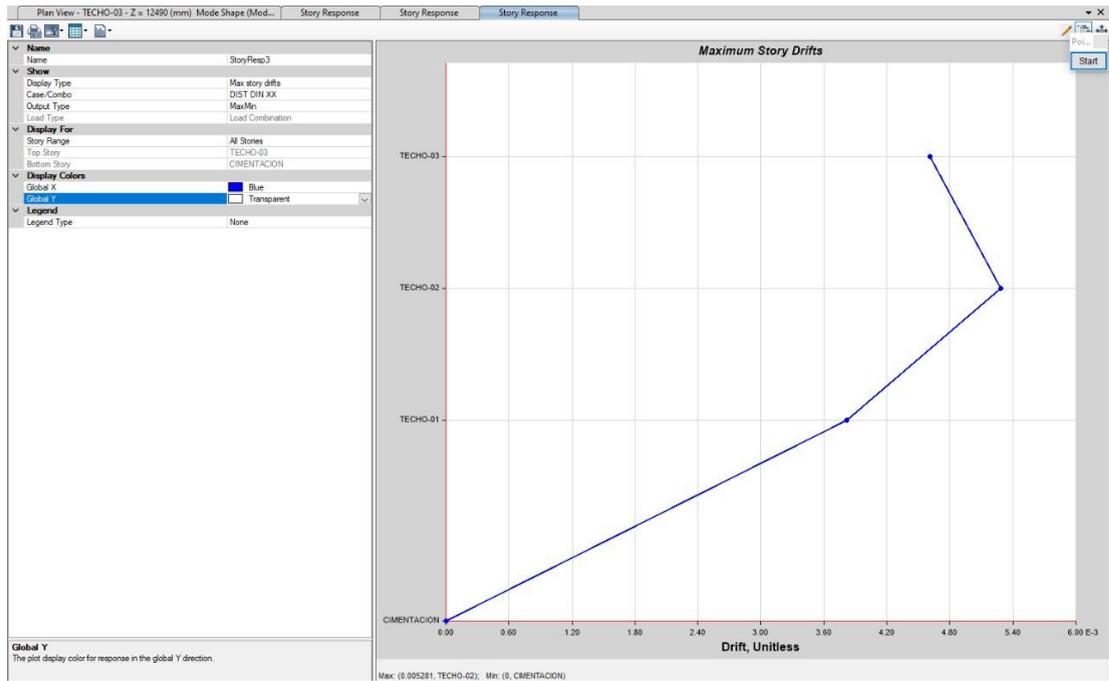
3.7.Aspectos éticos.

Se asumirá el compromiso de realizar los análisis de los datos obtenidos en base al expediente técnico proporcionado por el área de infraestructura de la Universidad Nacional de Cajamarca, así mismo en todo momento respetando la NTP E030-2018, la recolección de datos legítimos sea cual sea los resultados obtenidos y el procesamiento de información, también hare uso de la norma internacional ISO 690-2, donde se respetará los derechos de autor, para la realización del trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS

OE1: Evaluar y analizar el desempeño sísmico estructural según la norma E030-2018, del edificio de 3 niveles, de la de la E.A.P de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca.

Con respecto al OE1 no estaría cumpliendo con respecto al análisis lineal estático y dinámico según la norma e030, 2018, debido que los desplazamientos laterales en el sentido "Y", como de especifica en las tablas 35 y 36. Donde indica: según las distorsiones en la dirección Y , son mayores según el valor de la deriva limite igual a 0.007, por lo cual se recomienda para los tres nivel mejorar la estructura. Y en la tabla 36, especifica un desplazamiento acumulado en el nivel 1: 189.90 mm, en el Nivel 2: 308.658 mm y en el Nivel 3: 384.039 mm.



OE2: Evaluar mediante el análisis estático no lineal Pushover, para determinar el desempeño sísmico de los sistemas estructurales. Analizar la estructura a partir de los movimientos horizontales y la aplicación de cargas verticales,

permanentes y sobrecargas, Determinar qué elementos se dan las primeras rotulas plásticas.

No se podría aplicar este análisis debido a que no estaría cumpliendo con la normatividad peruana (NTP E030) sismorresistente.

OE3: finalmente determinar la curva de capacidad y los puntos de desempeño sísmico.

la fuerza de corte y torsión ambas fuerzas no cumplen o exceden el máximo permitido. Donde de acuerdo al punto en el código parámetros de diseño especifica que solo está trabajando en un 60% de la sección útil. Por lo tanto, algunos elementos estructurales necesitan más sección. Y eso representa un rediseño de la estructura del edificio por parte de la consultara responsable. Determinando una revisión general del expediente técnico que la fecha se han detectado más 100 observaciones con respecto a lo analizado en el presente trabajo de investigación, y la paralización de ejecución de la obra actualmente.

Por lo tanto

- a) No se cumple con los desplazamientos
- b) No se cumple con la masa participativa
- c) No se estableciendo que el primer periodo debe ser menor a 0.3 seg.

V. DISCUSIÓN

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

Discusión 1: MODO 1 TIEN UN VALOR DE 65%, en Y en el modo 2 tiene un 86% X y en Z un valor de 60%, es decir no llegan al 90%, por lo tanto no cumplen con la masa participativa

Al respecto Pariachi (2019). Citado como antecedente nacional llegando a los resultados. Asimismo, Salcedo (2017). citado como antecedente internacional llego a los resultados. Asimismo, la Norma E.030 menciona en edificaciones esenciales deben cumplir con los parámetros establecidos, la fuerza de corte mínima en el primer nivel de la estructura no puede ser < de 80% de la fuerza de corte estática, ni menor de 90% de la fuerza cortante de estructuras regulares.

Discusión 2: El desplazamiento lateral de la edificación esencial en todos los niveles en la dirección "X". Están por debajo del 0.007 pero en la dirección "Y". Son mayores a 0.007 por lo tanto se recomienda agregar muros paralelos a Y. Asimismo, Salcedo (2017). citado para este capítulo llegó a los resultados antes indicados, que para la obtención del desplazamiento lateral se deben multiplicar $0.75 * R$.

Discusión 3: En el cálculo de las distorsiones dinámicas en Y las derivas en el Nivel 1: es de 0.03798, lo que ocasiona que sea mayor a 0.007 y con un desplazamiento de 189.9 mm, así mismo para el Nivel 2, es de 0.03986 que también es mayor a 0.007, ocasiona un desplazamiento de 118.8 mm y finalmente en el Nivel 3 la deriva es de 0.025127, que ocasiona un desplazamiento de 75.4 mm que hacen un total acumulado de desplazamiento de 384.039 mm por lo que se recomienda mejorar la estructura.

Al respecto Vega y Muñoz (2019). citado como artículo para este capítulo. Se establece que la deriva máxima es 0,0085, por lo que debería ser 0,007 como se especifica en el diseño sísmico estándar E.030. Asimismo, la norma E.030 para la obtención del desplazamiento lateral se deben multiplicar $0.75 * R$, o $0.75\% \times (8) = 6$

Al respecto Raúl Panca (2021). Que es citado para definir en las discusiones, obtuvo lo siguiente, de que para un sismo raro y analizado en la dirección de análisis "X" y "Y" la estructura se encontraría dentro del límite de resguardo de vida, Sin embargo, ambas investigaciones reportarían un daño a nivel de colapso, cuando los edificios sean sometidos ante un sismo muy raro.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones han sido desarrolladas en función a los objetivos (específicos y general)

Conclusión 1: MODO 1 TIENE UN VALOR DE 65%, EN YEN EL MODO 2 TIENE UN 86% X y EN Z UN 60%, ES DECIR NO LLEGAN AL 90%, POR LO TANTO NO CUMPLEN CON LA MASA PARTICIPATIVA

Conclusión 2: El desplazamiento lateral de la edificación esencial en todos los niveles la dirección "X". Están por debajo del 0.007 pero en la dirección "Y". Son mayores a 0.007 por lo tanto se recomienda agregar muros paralelos a Y

Conclusión 3: En el cálculo de las distorsiones dinámicas en Y las derivas en el Nivel 1: es de 0.03798, lo que ocasiona que sea mayor a 0.007 y con un desplazamiento de 189.9 mm, así mismo para el Nivel 2, es de 0.03986 que también es mayor a 0.007, ocasiona un desplazamiento de 118.8 mm y finalmente el en Nivel 3 la deriva es de 0.025127, que ocasiona un desplazamiento de 75.4 mm que hacen un total aculado de desplazamiento de 384.039 mm por lo que se recomienda mejorar la estructura.

Conclusión 4: El nivel de desempeño sísmico estático y dinámico deben cumplir para realizar el proceso de Análisis no lineal (Pushover). En los resultados obtenidos no se está cumpliendo con el análisis estático y dinámico según la norma E030.

Conclusión General

No se realizó el análisis estático no lineal "Pushover", debido a que en los análisis según la norma E03 2028, análisis sísmico estático y dinámico no cumplen con respecto a los desplazamientos laterales del edificio E.A.P Ingeniería Civil, presentando un desempeño crítico para la dirección de análisis "y" encontrándose para un sismo muy raro el edificio se encontraría dentro del colapso inminente de la estructural.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones fueron desarrolladas de acuerdo a los objetivos (específicos y general)

Recomendación 1: Se recomienda que el edificio de la EAP de ingeniería Civil de la UNC cumpla con los parámetros de configuración estándar E.030. con respecto a La fuerza cortante y debe ser al menos el 80% de la fuerza cortante estática y al menos el 90% de la fuerza cortante de las estructuras regulares.

Recomendación 2: Se recomienda de acuerdo a la Norma E.030 para la obtención de El desplazamiento lateral debe multiplicarse por $0,75 * R$. Obtenga los resultados del análisis lineal y elástico y dinámico. Se debe revisar la actual predimensionamiento de los elementos estructurales y se analice el plan estructural del edificio bajo investigación y realice una visita al sitio para realizar la investigación y asegurarse de que la información disponible sea correcta y confiable.

Recomendación 3: Se recomienda de acuerdo a la norma E.030. los parámetros establecidos dado que el edificio es de concreto armado, tiene un límite de deriva de 0,007.

Dado que la estructura evaluada el comportamiento sísmico son esenciales (universidades), también es importante realizar este tipo de evaluación en la estructura en las demás instituciones como en escuelas, hospitales, mercados e instituciones educativas para verificar el diseño y el comportamiento.

Recomendación 4: De acuerdo a la normativa E.030, el nivel de desempeño sísmico esperado de categoría esencial para una edificación (Institutos) sea como mínimo Operacional.

Realizar estudios de desempeño sísmico de las estructuras existentes en el centro histórico de la ciudad de Cajamarca en las más antiguas y, por lo tanto, más vulnerables

REFERENCIAS

- 41-13, A. (2013). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. American Society of Civil Engineers. Virginia, Estados Unidos. .
- A.C, A. N. (2015). *Construcción de Techos Sistema Vigüeta y Bovedilla Autoconstrucción*. México ASTM International.
- Alcantara, M. K., & Nalvarte, G. C. (2016). *Desempeño estructural aplicando la norma ATC-40 para el reforzamiento del pabellón "Monoblock" del Instituto Nacional de Salud del Niño (Breña-Lima)*. Lima.
- Alcantara, M., & Nalvarte, C. (2016). *Desempeño estructural aplicando la norma ATC-40 para el reforzamiento del pabellón "Monoblock" del instituto nacional de salud del niño (Breña-Lima) (Tesis de pregrado)*. Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú.
- Amoros, B. C. (2015). *Análisis sísmicos usando SAP 2000 para evaluar la flexibilidad del comportamiento sísmo resistente de la infraestructura de la IE 82109, San Antonio Plan Tual- Centro poblado Huambocancha alta , prov de Cajamarca, región Cajamarca*. Cajamarca.
- Amoros, B. C. (2015). *Evaluación del desempeño sísmo resistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería.
- ATC-40. (1996). "Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building". 2 vol, Applied Technology Council. Redwood City, California.
- Barriga, J. R. (2019). *Propuesta de reforzamiento basado en desempeño del edificio de la Escuela de Psicología de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019*.
- Bolaños, T. M. (2015). *Desempeño sísmo resistente del edificio 4F de la universidad nacional de Cajamarca*.
- Bozzo, L. (2018). *Dossier_disipadores_2017_V6.pdf*. Obtenido de https://luisbozzo.com/wp-content/uploads/2018/05/Dossier_disipadores_2017_V6.pdf
- Castillo, J. (2018). *Evaluación del comportamiento sísmico, post* .

- Chunque, J. (2013). *Nivel de Desempeño Sísmico del Edificio 'A' de la Universidad Privada del Norte - Sede Cajamarca.*
- Delgadillo, R., & Rodriguez, C. (2005). *Análisis no lineal estático de estructuras y la norma E 030 (Tesis de maestría).* Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Duarte, C., Martínez, M., & Santamaria, J. (2017). *Análisis Estático No Lineal (Pushover) del Cuerpo Central del Edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador.* El Salvador. El Salvador.
- Fernandez, C. M. (2012). Teoría y experiencias en el incremento de ductilidad de los hormigones de alta resistencia reforzados con fibras de acero. *Revista ALCONPAT.* [online]. 2 (3): .. [Date of consultation: 25 de May 2019]. Pages 131 - 148.
- Fuentes, N. (2018). *Desempeño sísmico de un edificio de cinco niveles de concreto armado mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER.*
- Fustamante, C. (2018). *Ingeniería sísmica basada en desempeño aplicado a la norma E.030-2018 para el diseño de una edificación multifamiliar de 12 niveles con 3 sótanos ubicado en la ciudad de Lima, distrito de Miraflores (Tesis de pregrado).* Universidad de San Martín de Porres.
- Fustamante, D. (2022). *Nivel de desempeño sísmico de una edificación de 11 pisos en la provincia de Chota usando el método del espectro capacidad-demanda.*
- Hakim, R., & Ashour, S. (2014). *Seismic Assessment of RC Building According to ATC 40, FEMA 356 and FEMA 440. ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING [online]. 39. November 2014. [Date of consultation: 19 de May 2019].*
- Hakin, R., Alama, M., & Ashour, S. (2014). *Seismic Assessment of RC Building According to ATC 40, FEMA 356 and FEMA 440. ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING [online]. 39. November 2014. [Date of consultation: 19 de May 2019].*
- Huaco, G. (2018). Comentarios sobre uso de sistemas de baja ductibilidad en Peru. Congreso Latinoamericano Resiliencia sísmica de las edificaciones Sistemas Constructivos de alta y baja ductividad , Guatemala. Guatemala.

- Julca, A. S. (2020). *Desempeño sismorresistente de la institución educativa N° 101136, Nuevo San Juan Alto-Hualgayoc, Región Cajamarca usando CSI Sap 2000.*
- Justo, E., Delgado, A., & Basco, M. (2018). *Realidad y modelo Estructural.* Limusa.
- Lopez, F., Pujades, G., & Castillo, A. (2015). *Urban non-engineered buildings in Mérida, Venezuela. Seismic performance and proposals for retrofit and for new construction. CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CSIC) [online]. 67(537): marzo 2015. .*
- Mander, J., Priestley, M., & Park, R. (1988). *Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. University of Western Ontario. Ontario, Canadá.*
- Mercado, R. L., & Sabogal, L. C. (2016). *Análisis de vulnerabilidad sísmica en edificaciones aporticadas de concreto reforzado en la ciudad de Cartagena caso estudio: Edificio Concasa y Banco del Estado (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).*
- Merino, E. (2014). *Desempeño Sismorresistente del Edificio '4J' de la Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.*
- Paredes, A. M. (2016). *Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover.* Lima.
- Paredes, A. M. (2016). *Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería.*
- Paredes, M. (2016). *Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover.*
- Perez, R., Bento, R., & Castro, J. M. (2018). *Nonlinear Static Seismic Performance Assessment of plan- Irregular Steel Structures. Journal of Earthquake Engineering, mayo 2019.*
- Piedrahita, I. (2018). *Análisis sísmico de edificios a base de muros.* Mexico.
- Ponce, B. J., & Quinchuqui, C. L. (2019). *Estudio comparativo de respuestas estructurales en edificaciones en estructura metálica de 6 y 16 pisos con*

sistema de pórticos especiales a momento (SMF), implementando paneles de losas con sistema M2 frente a losas con placa colaborante (Bachelor's t.

- Salinas, B. (2016). *Evaluación del desempeño sísmico de sistemas estructurales innovadores. Tesis (Título en Ingeniería Civil). México Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 2016. 176 pp. .*
- Sanchez, B. A., & Teran, G. A. (2019). *Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado ubicadas en la zona del lago del distrito federal: ejemplo de aplicación. Revista de Ingeniería Sísmica [online]. 78: Jun 2008, pp. 47-71.*
- Sandoval Peña, M. A. (2017). *Análisis de la demanda sísmica en el colapso del edificio Alto Río, considerando propagación de ondas, durante el terremoto del 27 de febrero de 2010.*
- SENCICO. (2018). *Norma Técnica de Edificaciones E.030. Diseño.*
- Taibe, C. J. (2003). *Criterios de diseño por desempeño para la norma peruana de diseño sismorresistente. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2003. 161 pp.*
- Tito, V. K. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeni.*
- Torres, C. S. (2017). *Evaluación del desempeño sismorresistente de la IE Mariano Melgar-pabellón "A" usando el análisis estático no lineal–Lima 2017.*
- Valle, L. E. (2019). *Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila–Comas–Lima-2019.*
- Vergara, A. (2014). *Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad.*

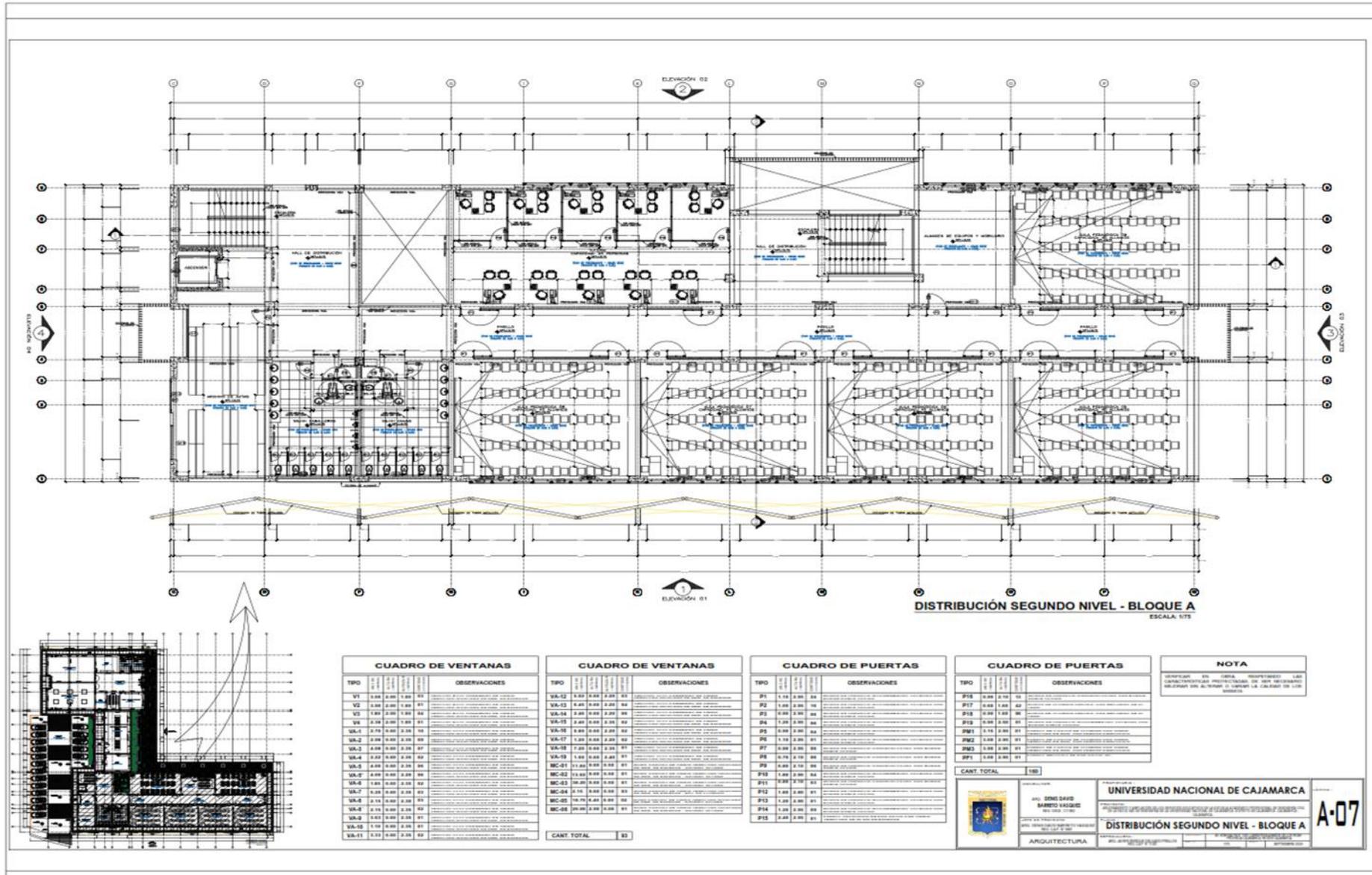
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

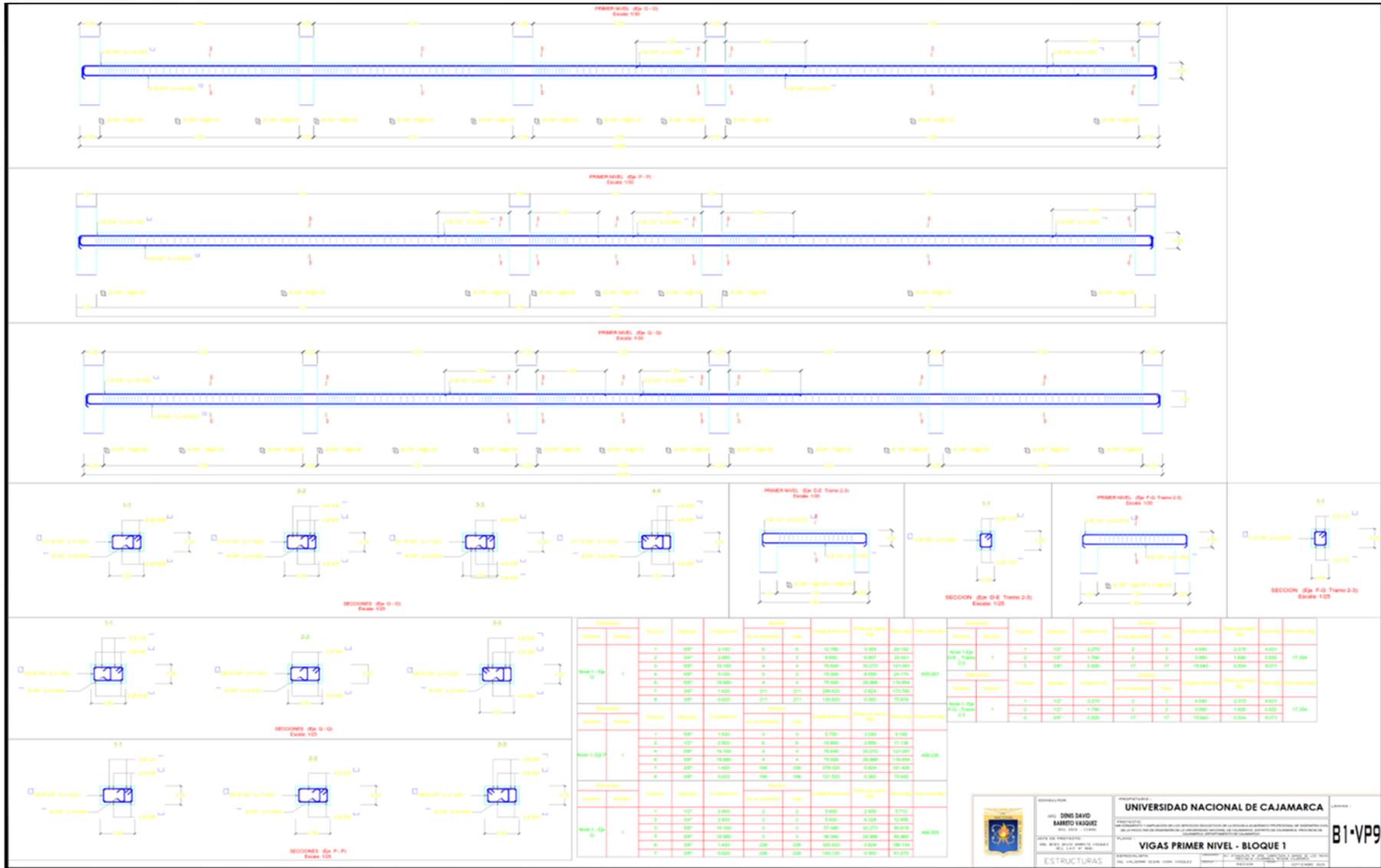
Título: EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO CON EL METODO ESTATICO NO LINEAL PUSHOVER DE UN EDIFICIO DE 3 NIVELES EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2022					
Autor: Juan Francisco Linares Zelada					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente	El uso del Análisis inelástico Estático Pushover que estipula el ATC-40 y FEMA-356, utilizado junto con la intensidad de los sismos dada por la normatividad estipulada en la E030 para evaluar los niveles de desempeño estructural, con las deformaciones (giros o desplazamientos horizontales) en la edificación, así como comparar los máximos hallados con los dados por FEMA 356 y ATC-40.(Delgado, 2019).	Se realizará un análisis modal espectral que involucra una aproximación en la combinación de los efectos modales y un espectro de respuesta que representa el sismo de diseño. Para cada una de las direcciones de análisis se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones	Estructuración	Cortante en la base de la estructura	Cuantitativa de razon o relacion
Análisis según la Norma Sismorresistente E.030 2018				Derivas de la estructura	
	A nivel nacional e internacional se ha podido apreciar que el piso blando en las edificaciones, son un grave problema durante el evento sísmico, porque pueden llegar hasta el colapso. La filosofía de todas las normas es proteger la vida humana. Por lo cual conocer si estamos frente a una edificación con piso blando es importante y sobre todo su evaluación para su reforzamiento, para los diseños considerar este efecto tan negativo para tomar las consideraciones 5 y evitar o contrarrestar esta irregularidad del piso blando. La finalidad de este estudio es entender el comportamiento de estas edificaciones frente a los sismos esto usando el análisis elástico o estático inelásticos (Pushover). (Jananpa, 2016				
Análisis Pushover	el desempeño sísmico es que los diagramas de capacidad unirlos con los de demanda elástica e inelástica en uno solo, para luego analizar los puntos de cruce entre estos valores lo cual nos conduce a determinar la comparación de curvas de demanda y resistencia, en el que se igualan las ductilidades (Guendelman, 2014, p.190)	El análisis estático no lineal Pushover, es un método cuyo uso se realiza en forma computacional, al aplicarlo en una estructura nos da el modo de comportarse en el rango inelástico	Análisis sísmico no lineal	Puntos de desempeño	
Variable Dependiente	En la tesis de Fustamante se diseña un edificio de 12 pisos y 3 sótanos aplicando la norma de diseño sismorresistente E.030-2018. Además, se explica el procedimiento y los beneficios de la aplicación de la norma ATC-40 y FEMA-356 para el diseño por desempeño. Fustamante, E. (2018)	Para la norma sismorresistente E.030: - Se verificará que cumpla con la deriva mínima establecida para el sistema estructural utilizada en la edificación. - El edificio es de categoría C y se encuentra en la zona sísmica 4, por lo tanto, según la tabla 10 de la norma E.030 del 2018 no son permitidas las irregularidades extremas, se verificará que se cumpla esta restricción.	análisis sísmico	modelo estructural , análisis estático, análisis dinámico	
Comportamiento estructural					

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos
Expediente técnico

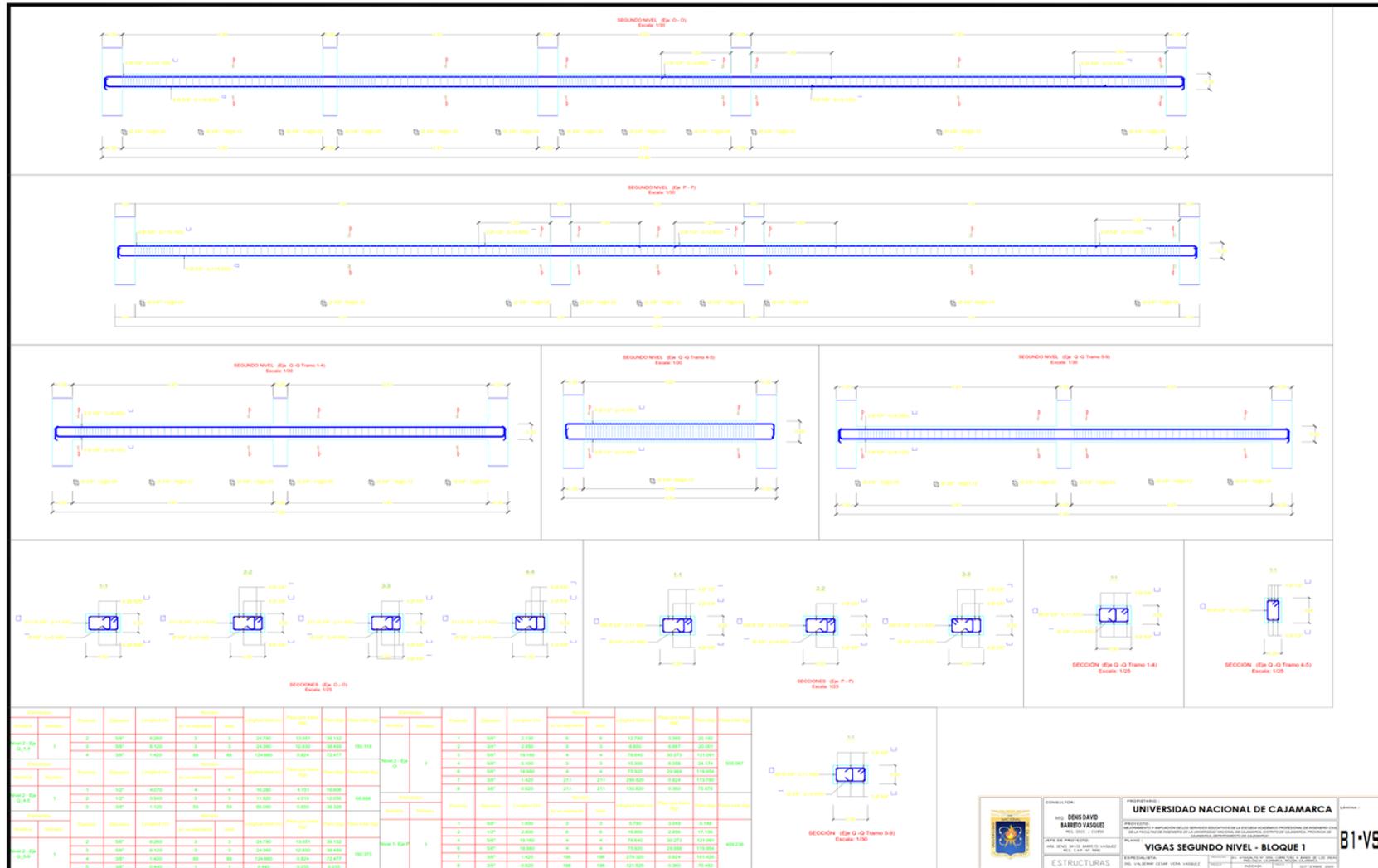
4.3 Plano de distribución de la segunda planta de EAP. Ingeniería Civil



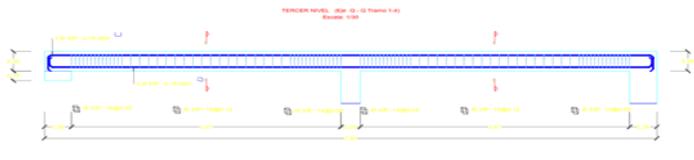
4.6 Cuadro de vigas Primer Nivel



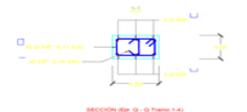
4.7 Cuadro de vigas segundo nivel



4.8 Cuadro de vigas segundo nivel.



TERCER NIVEL - BEA G-12 Tramo 4.1
Escala: 1/50

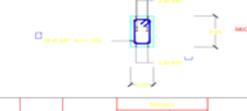


SECCIÓN BEA G-12 Tramo 4.1
Escala: 1/25

Especificación		Cantidad	Longitud (m)	Volumen		Peso por metro cúbico (kg/m³)	Peso (kg)	Peso (ton)
Resistencia	Material			Armadura (m³)	Forma (m³)			
Hormón 3. Esm G-12 Tramo 4.1	1	1	5.00	0.200	3	24.760	13.051	33.152
		2	5.00	0.200	3	24.760	13.051	33.152
		3	5.00	1.400	30	130.840	0.751	75.771
		4	5.00	0.800	30	37.040	0.360	33.083
		5	5.00	0.800	30	37.040	0.360	33.083

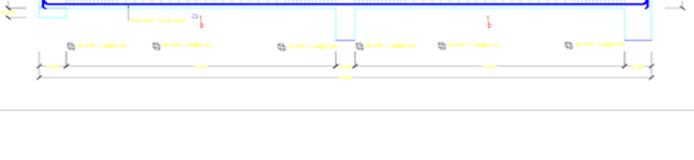


TERCER NIVEL - BEA G-12 Tramo 4.2
Escala: 1/50



SECCIÓN BEA G-12 Tramo 4.2
Escala: 1/25

Especificación		Cantidad	Longitud (m)	Volumen		Peso por metro cúbico (kg/m³)	Peso (kg)	Peso (ton)
Resistencia	Material			Armadura (m³)	Forma (m³)			
Hormón 3. Esm G-12 Tramo 4.2	1	1	5.00	0.200	2	9.120	0.415	12.000
		2	5.00	0.200	2	9.120	0.415	12.000
		3	5.00	0.800	30	37.040	0.360	33.083
		4	5.00	1.100	38	43.360	0.800	79.680



TERCER NIVEL - BEA G-12 Tramo 5.1
Escala: 1/50



SECCIÓN BEA G-12 Tramo 5.1
Escala: 1/25

Especificación		Cantidad	Longitud (m)	Volumen		Peso por metro cúbico (kg/m³)	Peso (kg)	Peso (ton)
Resistencia	Material			Armadura (m³)	Forma (m³)			
Hormón 3. Esm G-12 Tramo 5.1	1	1	5.00	0.200	3	24.760	13.051	33.152
		2	5.00	0.200	3	24.760	13.051	33.152
		3	5.00	1.400	30	130.840	0.751	75.771
		4	5.00	0.800	30	37.040	0.360	33.083
		5	5.00	0.800	30	37.040	0.360	33.083



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

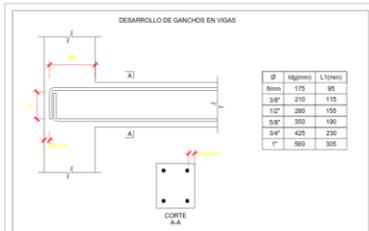
INGENIERO: **DENIS DAVID BARRETO VASQUEZ**

TÍTULO: **VIGAS TERCER NIVEL - BLOQUE 1**

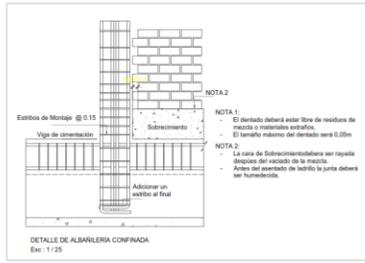
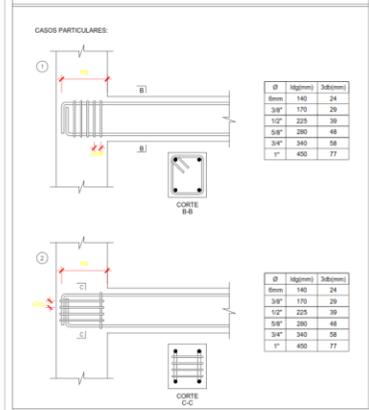
B1-VT9

4.9 Cuadro de especificaciones técnicas

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



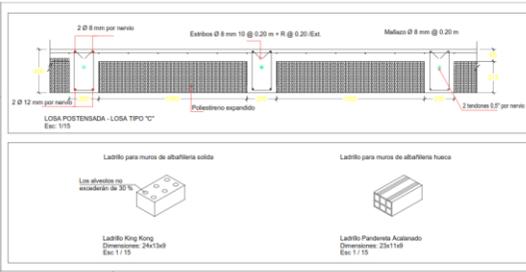
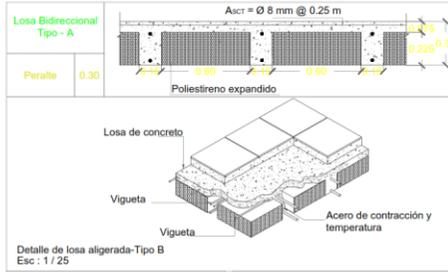
NOTAS:
SE PODRÁ REDUCIR EL "lap" SI LAS BARRAS SE ENCUENTRAN CONFINADAS POR ESTRIBOS CON LAS CARACTERÍSTICAS PLANTADAS EN LOS SIGUIENTES GRÁFICOS.



VALORES DE "Y" EN COLUMNAS (mm)

Ø (mm)	210	280	350
3/8"	300	300	300
1/2"	500	400	400
5/8"	600	500	450
3/4"	700	600	550
1"	1150	1000	900

DESCRIPCIÓN	NORMA	Peso Específico (Kg/m ³)	Módulo de Elasticidad (Kg/cm ²)	Resistencia a la Tracción (Kg/cm ²)	Esfuerzo de Tracción (Kg/cm ²)	Esfuerzo de Tracción (Kg/cm ²)	NOTAS TÉCNICAS
Acero Estribado	ASTM A-36 - USA	7.85	2.1 x 10 ¹⁰	6.30	2000.00	4000.00	Se deberá utilizar un acero estribado para las trabas de columnas para asegurar la correcta formación de las trabas de las juntas. Se deberá utilizar el procedimiento de soldadura para evitar que las soldaduras se deformen y se dañen por efectos de la expansión. Las soldaduras serán sometidas a prueba de tracción y flexión con un sistema de prueba de tracción a 25°C. Toda la prueba será llevada a cabo. En las soldaduras se utilizará el acero estribado E-6011 como parte de las pruebas con la soldadura E-7018. Las soldaduras en las juntas para las juntas y juntas con E-6011 deberán ser sometidas a prueba de tracción y flexión con E-7018. El tipo de acero de soldadura en las juntas deberá ser el tipo que se indique en el plano de detalle de la junta.
Percos Carbonatados	US - 30000-05				2430.00	3000.00	
Percos de Acero	2017A-024-05				3000.00	3000.00	
Perforados Aluminio	2017A-024-05				3000.00	3000.00	
Perforados Aluminio y Acero	2017A-024-05				3000.00	3000.00	



DETALLE DE LOSA ALIGERADA-Tipo B Esc: 1/25

GANCHOS DE LOS ESTRIBOS

Ø (mm)	L (mm)	S (mm)
3/8"	170	29
1/2"	225	39
5/8"	260	48
3/4"	340	58
1"	430	77

NOTA:
ESTAS DISTANCIAS SON LAS MÍNIMAS PERMITIDAS.

CARGAS VIVAS:

RECLAMAMIENTO	E-4.20
TECHOS DE CONCRETO	100 kg/m ²
TALAS DE COMPUERTO	250 kg/m ²
TECHOS DE COBERTURAS/LOZANAS	500 kg/m ²
CORREDORES Y ESCALERAS	400 kg/m ²
LABORATORIOS	300 kg/m ²
SALAS DE LECTURA	300 kg/m ²
CORREDORES Y ESCALERAS	400 kg/m ²
ALMACENES	500 kg/m ²

PARAMETROS SÍSMICOS

RECLAMAMIENTO	E-2.01 E-3.01 E-4.01 E-5.01
FACTOR DE ZONA Y (ZONA DE DISEÑO)	2.0
FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DEL SISMO DE SISMO AL MÁXIMO	2.0
FACTOR DE USO U	1.00 (PARA ESTRUCTURAS DE BASE FLUJ)
FACTOR DE SUELO S	1.0
COEFICIENTES DE REDUCCIÓN PARA LAS SOLUCIONES SÍSMICAS, R	R _y = 8 (PORTICOS) R _y = 7 (ESTRUCTURALES DUAL) R _y = 6 (MUROS ESTRUCTURALES) R _y = 5 (ESTRUCTURA METALICA)

EJECUCIÓN Y CONTROLES DE CALIDAD PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

MATERIALES A EMPLEAR

- Acero al carbono STRUCTURAL STEEL ASTM A-36
- Soldadura EWS-67018 EWS-6011
- Pernos ASTM 305

FABRICACIÓN EN TALLER

Al efecto de un máximo acercamiento de los materiales se aceptará hasta un empalme visible en soldadura de penetración completa en barras de más de 4 (cuatro) metros de longitud. En barras con largos hasta 4 metros no se aceptará empalme.

Se aplicará un granulado comercial a todos los componentes de la estructura metálica.

La última mano de acabado se dará una vez concluido el montaje de la estructura metálica.

SOLDADURAS

La soldadura se hará por soldadura completa de arco protegido, los electrodos serán de tipo E-7018 E-6011.

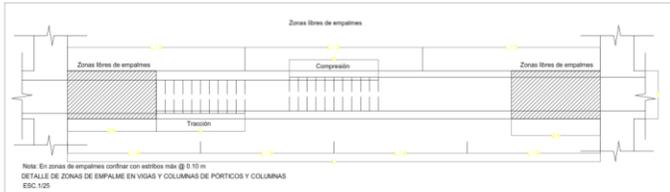
Para la inspección visual de los controles de soldadura se adoptará el siguiente criterio:

4) PERFILES DESEABLES:

5) PERFILES ACEPTABLES:

6) PERFILES NO ACEPTABLES:

NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS SE VERIFICARÁN EN OBRA



VALORES DE "Y" EN VIGAS Y NERVIOS (mm)

F _c (kg/cm ²)	210	280	350
3/8"	300	300	300
1/2"	500	400	400
5/8"	600	500	450
3/4"	700	600	550
1"	1150	1000	900

R_i = REFUERZO INFERIOR
R_s = REFUERZO SUPERIOR

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONCRETO ARMADO

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACION: E-600 CONCRETO ARMADO / MAYO - 2008

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACION: E-600 SUELOS Y CIMENTACIONES / JUNIO - 2008

SUELOS Y CIMENTACIONES

Substrato Armado del Terreno	un	3.00	Kg/m ³	Resistencia mínima a la compresión a los 28 días
Módulo de Rotación de la Sala Resaca	kg	1000.00	Tracción	14.00
Profundidad de Desarrollo	Ø"	Indicador	Módulo de concreto y columnas	215.00

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACION: E-070 ALBARRERA / 2008

RESISTENCIA MÍNIMA:

Compresión de Unidades	f _c	215.00	Kg/cm ²	COMERCIALIZADORA
Compresión de Mureta	f _c	85.00	Kg/cm ²	N.P.T
Tracción	f _t	9.00	Kg/cm ²	N.P.T

RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

NO DEBE CIMENTARSE SOBRE LA TURBA, SUELO ORGÁNICO, TIERRA VEGETAL, DESMONTES, RELLENO SANITARIO O RELLENO ARTIFICIAL DE ENCONTRARSE ESTOS MATERIALES INDICADOS, DEBERÁN SER REMOVIDOS EN SU TOTALIDAD ANTES DE CONSTRUIR.

SE RECOMIENDA QUE LOS RELLENO CONTROLADOS QUE SE REQUIERAN PARA NIVELAR EL TERRENO, SE CONSTRUYAN CON MATERIALES GRANULARES Y SE COMPACTEN CONVIENIENTEMENTE EN UNA DENSIDAD NO MENOR DE 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA OBTENIDA MEDIANTE EL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO MÉTODO CON LA FINALIDAD DE EVITAR PROBLEMAS CAUSADOS POR LA DEFORMACIÓN DEL RELLENO UBICADO BAJO LOS PISOS.

LOS RELLENO CONTROLADOS PUEDEN SER REALIZADOS ANTES O DESPUÉS DE CONSTRUIRLOS LOS SOBRECIMENTOS, EN EL CASO DE EFECTUAR EL RELLENO CONTROLADO ANTES DE CONSTRUIR LOS SOBRECIMENTOS, SE DEBERÁ RECOMPACTAR LA ZONA CERCANA A LA CIMENTACIÓN CON LA FINALIDAD DE CONFIRMARLOS ADECUADAMENTE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ING. DENIS DAVID BARRIO VARGAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESTRUCTURAS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO CON EL METODO ESTATICO NO LINEAL PUSHOVER DE UN EDIFICIO DE 3 NIVELES EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.", cuyo autor es LINARES ZELADA JUAN FRANCISCO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 06 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334	Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 06- 08-2022 11:51:21

Código documento Trilce: TRI - 0395788