

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL EN EL DESEMPEÑO
SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO SINIESTRADO
CENTRO COMERCIAL NICOLINI - LIMA**

Bach. GÁLVEZ SALAS MICHEL

Líneas de investigación institucional:

Transporte urbanismo

Líneas de investigación de la escuela Profesional de Ingeniería civil:

Estructuras

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2020

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL EN EL DESEMPEÑO
SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO SINIESTRADO
CENTRO COMERCIAL NICOLINI - LIMA**

Bach. GÁLVEZ SALAS MICHEL

Líneas de investigación institucional:

Transporte urbanismo

Líneas de investigación de la escuela Profesional de Ingeniería civil:

Estructuras

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2020

ASESOR:

ING. ERNESTO WILLY GARCÍA POMA

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios que guía día a día mi sendero, en segundo lugar, a mis padres, por su apoyo incondicional en mi formación profesional y porque siempre están guiándome ante cada decisión que tome en la vida.

AGRADECIMIENTO

Por toda su ayuda, estímulo y consejos, así como por guiarme en el proceso de elaboración de este estudio, el ingeniero Ernesto Willy García Poma se ha hecho acreedor a mi profundo agradecimiento.

Un agradecimiento especial a mi familia, que siempre está ahí cuando más los necesito, alentándome, acompañándome en mi camino y brindándome sólidos consejos para ayudarme a mantenerme en el camino correcto.

Por último, quiero expresar mi gratitud a todos mis profesores y compañeros más cercanos que me han mostrado su apoyo y ánimo inquebrantables para lograr mis objetivos.

Muchas gracias a todos y cada uno de vosotros.

Gálvez Salas Michel

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

PH. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED
1º JURADO

ING. RANDO PORRAS OLARTE
2º JURADO

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
3º JURADO

ING. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I	14
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación y sistematización del problema	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problema Específico	15
1.3. Justificación	15
1.5.1. Práctica o Social	15
1.5.2. Metodológica	15
1.5.3. Teórica	15
1.6. Delimitaciones	15
1.7.1. Espacial	15
1.7.2. Temporal	15
1.7.3. Temática	15
1.8. Limitaciones	16
1.9. Objetivos	16
1.9.1. Objetivo General	16
1.9.2. Objetivos Específicos	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	16
1.10. Antecedentes (nacionales e internacionales)	16
a) Nacionales	16
1.11. Marco conceptual	60
2.2.2. Niveles de desempeño	60
1.12. Definición de términos	66
1.13. Hipótesis	68
1.13.1. Hipótesis General	68
1.13.2. Hipótesis Específicas	68
1.14. Variables	68

1.14.1. Definición conceptual de la variable.....	68
1.14.2. Definición operacional de la variable	68
1.14.3. Operacionalización de la variable.....	68
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	69
2.1. Método de investigación.....	69
2.2. Tipo de investigación.....	69
2.3. Nivel de investigación.....	70
2.4. Diseño de investigación	70
2.5. Población y muestra	70
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	70
2.6.1. Técnicas:	70
2.6.2. Instrumentos:	70
2.7. Procesamiento de la información.....	70
2.8. Técnicas y análisis de datos	71
CAPÍTULO IV.....	72
RESULTADOS.....	72
CAPITULO V.....	89
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	100

Índice de tablas

	Pág.
Tabla :1Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para ocupación inmediata.....	81
Tabla 2:Resultados de ductibilidad estructural del Centro comercial Nicolini	81
Tabla 3:Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para seguridad de vida.....	85
Tabla 4:Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para próximo al colapso	86
Tabla 5:Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para colapso	88

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1: Curva de capacidad	60
Figura 2: Rótula plástica	60
Figura 3: Espectro de respuesta	60
Figura 4: Espectro de diseño	60
Figura 5: Espectro de diseño NSR-10	60
Figura 6: Espectro de diseño inelástico	60
Figura 7: Curva de capacidad	60
Figura 8: Capacidad = Demanda	61
Figura 9: Articulación plástica en un pórtico	63
Figura 10: Rotula plástica en una columna	64
Figura 11: Rotula plástica en una viga	64
Figura 12: Curva de capacidad	73
Figura 13: Espectro de capacidad	74
Figura 14: Estructura modelada del edificio Nicolini	75
Figura 15: Patrones de carga x	75
Figura 16: Patrones de carga y	76
Figura 17: Carga Pushover x	76
Figura 18: Carga Pushover y	77
Figura 19: Asignación de rótulas en vigas	77
Figura 20: Asignación de rótulas columnas	78
Figura 21: Asignación de distancia de rótulas	78
Figura 22: Diagrama rígido	79
Figura 23: Corrida de las cargas	79
Figura 24: Punto de desempeño para ocupación inmediata en el eje x	80
Figura 25: Punto de desempeño para ocupación inmediata en el eje y	80
Figura 26: Demanda sísmica del edificio del centro comercial Nicolini	82
Figura 27: Gráfica de niveles de desempeño	82
Figura 28: Puntos de desempeño para seguridad de vida en eje x	84
Figura 29: Puntos de desempeño para seguridad de vida en eje y	84
Figura 30: Punto de desempeño para próximo al colapso en el eje x	85
Figura 31: Punto de desempeño para próximo al colapso en el eje y	86
Figura 32: Punto de desempeño de la estructura para colapso en el eje x	87
Figura 33: Punto de desempeño de la estructura para colapso en el eje y	87
Figura 34: Gráfica de niveles de desempeño	109
Figura 35: Niveles de desempeño según visión 2000	120
Figura 36: Sectorización de la curva de capacidad	120

RESUMEN

La presente investigación tiene como problema de investigación ¿De qué manera el análisis estático no lineal determina en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?, el objetivo es: Evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019. La hipótesis es que el análisis estático no lineal determina significativamente en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.

La siguiente investigación es aplicada ya que es el tipo de investigación en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, de nivel es explicativo, El presente trabajo será una investigación de diseño no experimental, ya que no hay manipulación deliberada de las variables en estudio. La población está conformada por las estructuras de los edificios siniestrados en la ciudad de Lima y la muestra será la estructura del edificio siniestrado del centro comercial Nicolini, ubicado en la zona de las Malvinas de la ciudad de Lima. Se concluye que el análisis estático no lineal determina significativamente en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini ya que los niveles de desempeño nos ayudan a verificar que la estructura centro comercial Nicolini se encuentren dentro de los límites de aceptabilidad brinda por el Comité Visión 2000.

Palabras clave: Análisis estático no lineal, desempeño sísmico, estructuras.

ABSTRACT

The present investigation has as a research problem: How does the non-linear static analysis determine the level of seismic performance of the structure of the damaged building in the Nicolini shopping center, Lima - 2019? The objective is: To evaluate how the static analysis nonlinear determines the level of seismic performance of the structure of the damaged building in the Nicolini shopping center, Lima - 2019. The hypothesis is that the nonlinear static analysis significantly determines the level of seismic performance of the structure of the damaged building in the Nicolini shopping center, Lima - 2019.

The following research is applied since it is the type of research in which the problem is established and is known by the researcher, at the level it is explanatory, The present work will be an investigation of non-experimental design, since there is no deliberate manipulation of the variables under study. The population is made up of the structures of the damaged buildings in the city of Lima and the sample will be the structure of the damaged building of the Nicolini shopping center, located in the Malvinas area of the city of Lima. It is concluded that the non-linear static analysis significantly determines the level of seismic performance of the structure of the damaged building in the Nicolini shopping center, since the performance levels help us to verify that the Nicolini shopping center structure is within the limits of acceptability provided by the Vision 2000 Committee.

Keywords: Nonlinear static analysis, seismic performance, structures.

INTRODUCCIÓN

La actual tesis de investigación tiene como título: Análisis estático no lineal se realizó un sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini - Lima, se elaboró con la finalidad de evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado, sabiendo que a fines del año 2019 hubo un peritaje elaborado por el Colegio de Ingenieros del Perú, que recomienda la demolición del siniestrado edificio Nicolini, donde perdieron la vida dos jóvenes. Sin embargo, dicho resultado no es avalado por Hugo Sulca, representantes de los propietarios de esta galería, quien afirma han realizado su propio estudio y que este no sugiere demoler la estructura. Por tal controversia, es que esta investigación aporta de acuerdo a sus resultados, a esclarecer o sugerir la intervención a tomar posteriormente.

El trabajo consta de 5 capítulos, repartieron de la siguiente manera:

En el primer capítulo se trata sobre el planteamiento del problema, la formulación del problema, objetivos, justificación, delimitación y limitaciones.

En el segundo capítulo consta del marco teórico, donde conoceremos los antecedentes internacionales, nacionales, el marco conceptual, la definición de términos, la variable, definición operacional de la variable.

En el tercer capítulo se da a conocer la metodología de la investigación donde se dará su diseño de investigación, el tipo de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumento de recolección de datos y el procesamiento de la información y las técnicas de datos.

En el capítulo cuarto se aborda el tema de los resultados del proyecto de investigación, todo el progreso del proyecto.

En el quinto capítulo se trata sobre la discusión de resultados, y culminado el proyecto de investigación están las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los respectivos anexos.

Asimismo, se espera que los resultados que se obtuvieron sean de gran utilidad para investigaciones futuras.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Muchas naciones de América del sur son países sísmicamente activos, en la actualidad, no existe una forma de presagiar con exactitud adonde y con qué magnitud ocurriría un desplazamiento sísmico de manera global, y que modo el peligro del sismo es constante. Para ello en el Perú existe una normativa del contexto eficiente, que cuenta con la finalidad principal del suceso a desarrollarse en sismo a que las bases no se desmoronen y de este modo asegurar la existencia humana. Existen investigaciones ejecutadas en distintas naciones donde dejaron algunas observaciones insuficiencias donde el método habitual del modelo estructural muestra. En el proceso del modelo en el rendimiento es un método por el cual se puede corregir algunas varios de los errores sin embargo son más dificultosos. Cuando exista un sismo, por la cultura del modelo el rendimiento por medio se lograría salvar miles de vida humanas, el concepto es bastante reciente, sin embargo, comienza a impregnar con vigor en la edificación y modelo arquitectónico de manera global. Empezó a iniciarse en Estados Unidos y en Japón hace dos años, desde la calamidad los ciudadanos abandonaron los sismos de Kobe, Japón, y el país de México, en el año 1985.

En el modelo de rendimiento en las décadas pasadas permanecía muy reducido por el espacio del ordenador. Hoy en día, por el progreso en la computación e instrumentos hacen que sea más accesible, sea factible estudiar las variables complicadas de manera rápida y ahorrativo, de esta manera se permite mejorar y desarrollar modelos, con ordenadores portátiles lo cual hace posible que se considere un mayor digito en uniones de cargas y desempeñar los estudios no direccionales que es un mayor provecho. Ante todo, lo señalado nos es importante conocer como se viene dando el análisis estructural del edificio del Centro Comercial Nicolini el cual sufrió un siniestro perjudicando a cientos de comerciantes en la ciudad de Lima, siniestro que dejó dos trabajadores muertos y cuantiosos daños materiales

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera el análisis estático no lineal determina en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?

1.2.2. Problema Específico

1.3. Justificación

1.5.1. Práctica o Social

1.5.2. Metodológica

1.5.3. Teórica

1.6. Delimitaciones

1.7.1. Espacial

1.7.2. Temporal

1.7.3. Temática

1.8. Limitaciones

Debido a los procesos administrativos y judiciales en el que está inmerso el edificio siniestrado, la documentación y visita a las instalaciones de la misma requiere de ciertos permisos que algunas veces demoran más del tiempo previsto.

1.9. Objetivos

1.9.1. Objetivo General

1.9.2. Objetivos Específicos

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

1.10. Antecedentes (nacionales e internacionales)

a) Nacionales

Choque y Luque, (2019) en su tesis denominada: *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la Norma E.030*, sustentada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Piura; llegaron a las siguientes principales conclusiones:

1. Las condiciones de la NTE E.030-2018 orientan las organizaciones a porticadas con materiales en considerables dimensiones. Previo a la norma E.030-2016, por medio a la condición de alteración por rigidez (cotejo de derivas) dirige a las divisiones de mayor diferencia en la presente norma que ordena la semejanza de rigideces, que es más idóneo. Esto se confirma en la época de la organización donde, con la E.030-2016, donde se necesitaron pilares de 1.30 m de peralte, sin

embargo, en la E.030-2018 se pudieron peraltes de 0.90 m para realizar las condiciones de derivas.

2. El modelo de vigas y pilares en los procedimientos de estructura en porches ordena en los nudos que, las circunstancias conceptuales de los pilares deben ser menos 1.2 veces las circunstancias conceptuales en las vigas. Para asegurar el juicio de la columna fuerte-viga deficiente, en la espera de un error dúctil y la creación de rótulas plásticas en vigas.
3. La construcción de paredes en estructura, que atraen gran cantidad de acerado en el instante de flexión, en su modelo se medita el efecto variado del empeno unido al peso axial. En paredes esbeltas en la NTE E.060 instruye al modelo de que tengan errores por flexión, aumentando por modelo por competencia con una uniformidad elevada en un potencial sector en la creación de rótula plástica por flexión de la pared en medio del soporte.
4. En el dispositivo de derrumbé en la obra porticado es como suponía, un instrumento en error dúctil en la creación de rótulas plásticas en vigas y en un pequeño tamaño del soporte en pilares. La importante ayuda de rigidez lateral es aprovechada por los pilares, existiendo el movimiento al final posterior al derrumbe en dirección X de 39.43 cm y de la dirección Y de 33.79 cm.
5. El dispositivo del derrumbe a la obra investigado en paredes estructuradas se da primordialmente por un error de flexión en paredes de corte interno (P-2 y P-4) del soporte, debido a que los principales esfuerzos por flexión durante el análisis

Pushover se presentan en esta zona, principalmente en los elementos de borde, verificando así que el requisito de diseño por capacidad es de gran importancia para evitar la falla por corte, la cual es de naturaleza frágil.

6. En el apoyo de rigidez en paredes en corte es importante al avance de la capacidad global de la estructura limitando también los desplazamientos laterales, el desplazamiento último antes del colapso en la dirección X es 26.03 cm, en la dirección Y es 21.72 cm.
7. Los espectros en la petición de elásticos en las distintas magnitudes de sismo se obtienen a partir del espectro dado en la NTE E.030, la cual sólo considera el sismo de diseño, con un periodo de retorno de 475 años. La demanda sísmica para los demás niveles de sismo se obtiene según las recomendaciones dadas por el Comité Visión 2000 y el ATC-40.
8. La obra seleccionada no realiza el rendimiento agudado con el sismo frecuente ya que incursiona en el rango no lineal, aunque levemente, en el rango Operacional. Presenta un desempeño adecuado para el sismo de servicio, estando en el rango Operacional, así como para el sismo de diseño, estando en el rango de Seguridad de Vida; y un mejor desempeño que el esperado para el sismo máximo estando también en el rango de Seguridad de Vida, este comportamiento es el mismo en las dos direcciones.
9. La obra en paredes estructurales no ejecuta con el rendimiento que es esperaba para el sismo frecuente ya que incursiona en el rango no lineal, aunque

levemente, en el rango Operacional. Presenta un desempeño adecuado para el sismo de servicio, estando en el rango Operacional, así como para el sismo de diseño, estando en el rango de Seguridad de Vida, este comportamiento es igual a las dos rutas; con un sismo máximo se obtuvo un excelente rendimiento del esperado, en la ruta X colocado al nivel de protección de vida; en la ruta Y ejecuta el objetivo mínimo de rendimiento, dentro del nivel de precaución del derrumbe, pero el margen respecto al punto del punto de derrumbe no es espacioso.

Poma, (2018) en su tesis denominada: *Software educativo para la automatización del análisis no lineal estático pushover en estructuras de concreto armado*, sustentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú; Lima, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Se hizo la automatización en estudios estáticos no lineales pushover por medio del programa análisis matricial automatizado pushover 2D (AMAP2D V1.1), el cual determina la curva de capacidad de pórticos planos de concreto armado, dentro de las limitaciones del desarrollo de la tesis.
2. Se realizó la suposición en gráficos instante-curvatura en divisiones de los elementos con una galería de modelos constitutivos del concreto y del acero de refuerzo. Se implementó el modelo de plasticidad concentrada para modelar el daño de los extremos de los elementos ante cargas sísmicas.
3. Se hizo el estudio en matrices en estructuras para el crecimiento del código de programación del programa AMAP2D V1.1, constituyéndose este programa en

una herramienta de aprendizaje para los estudiantes o profesionales de la carrera de ingeniería civil.

4. La planificación actualmente fue permitida por medio de varios ejemplos de aplicación y se ha verificado los desarrollos obtenidos con cálculos analíticos y con el programa de cálculo estructural SAP2000v15, obteniendo pocas variaciones en los resultados y cuya incidencia en el diseño del elemento estructural es despreciable; constituyendo el programa elaborado como una herramienta de comprobación.
5. La interface de la planificación actualmente fue ejecutada por medio del programa Microsoft Excel con un lenguaje de programación en Visual Basic, de manera que el usuario de forma muy intuitiva pueda definir y obtener la curva de capacidad de pórticos planos de concreto armado. La visualización de resultados es de forma sencilla, comprensible y didáctica mediante gráficas en las que se pueden visualizar y comparar distintos valores.
6. La sobrestimación del esquema instante-curvatura en una curva bilineal elastoplástica transmite imperfecciones en un mínimo rango inelástico, lo que es causado al diseño en rechazado por la rigidez plástica de materiales.
7. El resultado al destierro de estribos en materiales ayuda en la mejora del comportamiento de la estructura, ya que le confiere al elemento una mayor ductilidad al elevar la curvatura última Φ_u y una mayor resistencia última al elevar el valor del momento último M_u .

8. El peso axial de materiales se otorga un gran soporte recientemente al aumentar la importancia de último instante M_u , sin embargo, le resta la flexibilidad al material disminuyendo la curvatura final Φ_u . Dado el peso axial es aumentada, alcanzando guiar el defecto sin que el acero de apoyo alcance la fluencia.
9. La sobre resistencia en la flexión al acero en protección otorgue una aumentada firmeza última al elevar al precio del instante último M_u del material. Puede que llegue a ser peligroso en una situación en vigas en que logre aumentar su capacidad al punto que se equivoque primero la columna.

Chancha, (2018) en su tesis denominada: *Evaluación del desempeño estructural mediante procedimiento no lineales en puentes de concreto reforzado*, sustentada en la Universidad Nacional de Huancavelica; Huancavelica, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Por medio de la investigación pushover entre la ampliación en cargas consecutivas, se conseguido conocer la cavidad que cuenta el puente por medio del procedimiento del espectro en la cavidad del ATC-40 de la unión de la cortante del movimiento, la solidez tajante eje X de 63.25tn, del movimiento en 11.73cm y del eje Y, de la cortante en 152.33tn del movimiento de 5.53cm.
2. Los 06 lo anotado en sismo se utilizó en el estudio con los controles obtenidos conforme a la mayor magnitud y conforme a las cualidades de la zona en estudio de acuerdo a la geología está en acuerdo al anexo 04 en este estudio, por lo que, el valor de debilidad del puente investigación, está dentro de la zona que se ubica en la estructura para un $tr=1000$ años en una labor rápida del eje Y,

y protección en la vida del eje X, que hace que el puente no se derrumbe, en cambio cuenta un deterioro corregible.

3. El procedimiento en la época de la biografía que se requiere por lo menos 03 biografías de la época con una rapidez que hubieron sucedido en la zona del análisis, sin embargo, sino tiene una biografía de la zona se crearán 05 Acelerogramas en sistemas en que se acoplen al espectro en respuesta elástica.
4. Hacia el plan en conectores, del software CSIBRIDGE V20.1 y regla en el MTC 2016 utilizan el factor impuesto de las reglas universales, AASHTO LRFD 2014, ATC 40, FEMA 440, Caltrans el que vaya conforme a la zona de origen, causando que las reflexiones sean diferentes a la ubicación que se vive en el país.
5. Los puentes son infraestructura de conducta singular principalmente débiles, que solicitan ser confeccionados como materiales en un error crítico y examinados bajo reglas sismorresistentes modernizadas, para su ejecución como función social y ofrecer un servicio constante.
6. Las reglas en los estudios apoyados en el rendimiento sísmico se utilizan como Valoración del Proceso Competencia-Espectro al ATC-40 evaluando el ablandamiento de origen del 5%.
7. Hacia la proporción de velocidad de apoyo determinando el riesgo sísmico de Perú, por medio de la aplicación web "CPSC", fundada por Sencico. En las próximas etapas de regreso del 43, 72, 475, 1000, 2500.

8. El Recorrido 4: Inambari – Azñangaro – Ositran se rubrico el permiso el año 2005, hacia la época de investigación y modelos en sismo del vínculo se ejecutaba la regla artesanal modelo en conectores del Ministerio en Transportes y Comunicación del 2003 valido hacia la época, de la velocidad se medió del 10% de exceso en la muestra de la edificación de 50 años que es similar a la época de 475 años.
9. Se desarrolló la valoración del puente para distintas etapas del modelo, también hacia la investigación Pushover y la investigación en la época de la biografía, resultando para $tr=475$ años hacia la regla en el MTC del 2003 en el eje X del 18.23cm y del Y=7.70cm y en él un $tr=1000$ años conforme señala la regla del eje X=21.24cm y del Y=9.05cm, dejando en respuesta la valoración del pontón $tr=1000$ años la conformación de encuentra dentro da la frontera en protección al derrumbe, y del $tr=475$ años la infraestructura de la frontera en protección a la vida.
10. El estudio de la época y la biografía es un modelo más concreto, en causa de que se concretó al estudio sísmico mediante la Acelerograma verdaderamente actuando en dirección respecto a la época.
11. Recibiente al espectro con la finalidad del bosquejo respecto al espectro a la norma en puentes del MTC 2016 y en base a al aplicativo CISMID y el software SEISMOMATCH 2016, se obtuvieron un total de 6 Acelerograma sintéticos en sus componentes Este–Oeste, Norte–Sur. Las dos componentes horizontales

fueron escaladas de tal forma que sus espectros sean compatibles con este espectro objetivo.

12. En el estudio inmóvil no direccional progresivo (Pushover) y del estudio energético no direccional (biografía de la época), son los más óptimos procedimientos utilizables de la investigación sísmico para medir las conclusiones (movimientos y fortalezas) de modo más objetivo en puentes.

La agrupación es fundamental en un puente en un factor fundamental pues determina el, procedimiento sísmico a emplear.

13. La ductilidad es el método y modelo en garantizar la oportuna conducta del sismo resistente al mismo tiempo se observa la geometría y capacidad de asistencia en los sectores de concreto apoyado y, por lo tanto, el costo de edificación es perfecto.
14. El efecto P-Delta será relevante conforme a la dimensión en la subestructura que ocasionan la actividad en la producción y la velocidad del pavimento, también del movimiento lateral incitado, a la vez ocasionan al medio de gravedad de la infraestructura se mueva de lugar, generando una excentricidad.

Vergara y Zevallos, (2014) en su tesis denominada: *Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad*, sustentada en la Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo, Perú, llegaron a las siguientes principales conclusiones:

1. En el estudio No- Lineal Estático Pushover, es un proceso que por medio de el podemos entender la conducta en la infraestructura ante un sismo, ya que expone la secuencia de presentación de rotulas que lentamente llevan al derrumbe, empleando Norma Peruana E-030 que se alcanza el nivel de daño obtenido.
2. Conforme se visualiza en la figura III-18 de conjetura al rendimiento por el procedimiento FEMA-356, nos demuestra un desplazamiento máximo para un sismo de diseño E.030 reducido de la edificación en el 6 nivel de 4.133cm, si bien es cierto este punto cae en el rango inelástico, sin embargo, aún estamos en un rango de desempeño netamente operacional para la edificación
3. A manera de semejanza se desarrolló distintos métodos, adentro de ellos se encuentra el código ATC- 40, de la figura III-22, que enseña una ruta máxima de 4.150cm, esto confirma el producto resultado del proceso FEMA-356.
4. Las conclusiones adquiridas conducido a un sismo solicitada al modelo preparado, obtenido para dicha zona y características del suelo. En los análisis del edificio de 6 niveles utilizando la demanda de la norma peruana, para este trabajo en particular obtienen un desempeño generoso respecto al punto de control, esto nos indica que la norma peruana es conservadora.
5. El resultado no direccional inmóvil pushover, ejerce la observación en alteración de la elaboración en la infraestructura, analizando las divisiones que lentamente se agrietan por lo prepara rutas más importantes.

6. Cabe nombrar que la regla peruana E-030 no examina una causa en la disminución a la petición del sismo particular en las infraestructuras, mientras tanto las reglas según el FEMA-356 y ATC-40 si elabora la cuenta en toda la infraestructura puesta al mitigar histórico está la causa del abatimiento en las divisiones en la infraestructura al extenso suceso sísmico, pero la regla peruana nos muestra virtudes tradicionales.
7. El coeficiente reduce tanto en la zona de aceleraciones con la de velocidades de la curva *r e q u e r i d a* , encontradas en causas restas al amortiguamiento positivo considerado. La fluencia infalible fortaleza cortante en infraestructura mundial fue $V_{f.e}=525.06$ ton, la fortaleza cortante del derrumbe fue $V_{colapso}= 1447.98$ ton y la fortaleza cortante de petición $V_{demanda}= 625.50$ ton.
8. El sobre fuerza neta en la infraestructura de la infraestructura es $V_{col}/V_{f.e}=2.8$. La sobre fuerza requerida en la infraestructura de la infraestructura es $V_{col}/V_d=2.3$. De la infraestructura, viene siendo la sobre fuerza neta 2.8 y la sobre fuerza requerida 2.3, señala la infraestructura ante dicho sismo de modelo si incursiona en el estado inelástico.
9. La fuerza en dicho desempeño ha sido superior a la fluencia efectiva en la estructura lo que nos señala que la estructura incursiona en el nivel inelástico frente un suceso sísmico de modelo, esto señala que es certero examinar el amortiguamiento efectivo en la estructura en aquellas causas no direccionales

Calcina, (2017) en su tesis denominada: *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal*, sustentada en la Universidad Privada de Tacna; Tacna, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. El uso del análisis Pushover y análisis dinámico asciende en el modelamiento inelástico de estructuras para simular comportamientos y predecir respuestas, se va a convertir en trabajo cotidiano en las oficinas de ingeniería estructural conforme el Diseño Sísmico Basado en Desempeño se abra paso en nuestro medio.
2. El análisis no-lineal estático y dinámico, nos sirve para ver la magnitud del daño, mediante el monitoreo de la deformación de desempeño (giro o desplazamiento) de los elementos y poder calificarlos como daños que pueden ser aceptables o no, mediante los niveles y rangos de desempeño.
3. El análisis pushover e IDA permiten comprender los mecanismos de falla que gobiernan la ductilidad y si se requiere una mayor ductilidad debe diseñarse el edificio para que las rótulas plásticas ocurran en todos los extremos de las vigas y columnas.
4. En las vigas cortas o de acople se generan primero las rotulas plásticas, por consiguiente, estas vigas son las que protegen la estructura porque en ellas se está disipando la energía no lineal.
5. La ductilidad lateral se incrementa si se reduce la cuantía de acero en las columnas, pero en compensación se incrementa la resistencia lateral.

6. Debido a que se degrada la resistencia lateral al tener deformaciones inelásticas el periodo de vibración fundamental de la estructura se incrementa dependiendo de su ductilidad.

Casana, (2018) en su tesis denominada: *Desempeño Sísmico de un Edificio de 14 pisos con Disipadores de Energía en la ciudad de Tumbes - 2018*, sustentada en la Universidad Privada del Norte, Lima, Perú llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La unión en disipadores gelatinosos chebrón, resulto complacer las peticiones estructurales y cumplir los requerimientos arquitectónicos, es decir la funcionalidad conjunta con el sistema estructural. Dejando los 3 primeros niveles lo más libre posible, factor fundamental tratándose de uno Hotel.
2. La construcción obtendrá un aprovechable funcionamiento (flexible direccional) porque efectúa con lo requerido en la Norma E-030 en especial lo solicitado en las tablas N°8 y N°9, es decir, los desplazamientos cumplen como máximo 0.007 en el rango inelástico, como lo demostramos con el programa ETABS lo cual poco o nada importó, ya que la edificación de uso hotel en el análisis para la presente tesis, fue evaluada a sismo severo (dinámico tiempo-historia). Para eso se filtró 3 registros sísmicos con el SISMOSIGNAL y el SISMOMATCH para el espectro de diseño, como resultado fue el sismo de Lima 1974 como sismo de diseño ya que obtuvo la mayor proximidad a la unidad, con la cual garantizaría la mínima variación con respecto al espectro de diseño.

3. Frente a los eventos sísmicos severos, conforme al estudio no direccional - elástico, una estructura habitual sin disipadores, la filtración en fuerzas sísmicas lo realizan los muros estructurales y columnas, en un edificio con disipadores, son ellos los primeros en realizar la absorción sísmica dejando una desigualdad en la infraestructura y pavimento en fundamento a reflexionar del resultado de interrelación sismo suelo - estructura.
4. Se pudo definir el disipador en fluido gelatinoso (chevon) ya que no modifican las etapas originarias de vibración ni las frecuencias, manteniendo dichas virtudes permanentes en diversos diseños matemáticos de las cuentas estructurales (ETABS).
5. En las figuras históricas, completos disipadores ejecutan la conducta fuerza – desplazamiento en función a curvas helicoidales (color azul) paralela al eje de las abscisas tanto en el eje X como en el eje Y, esto correcto en un disipador de fluido viscoso, aportando significativamente en el amortiguamiento y reducción de drift de la estructura, eso se corrobora con el esfuerzo de tracción y compresión que axialmente se genera en cada uno de ellos.
6. En edificaciones renovadas, guían las propuestas el empleo de disipadores en fluidos viscoso, generaría una gran disminución de dimensiones de las secciones transversales de los elementos estructurales, ya que aumenta el coeficiente de amortiguamiento (C), ante el sismo la estructura (concreto armado) absorberían menos fuerza de cizalla.

7. En el ajuste de disipadores viscoso disminuyen el amplio porcentaje en las fortalezas ejecutadas completamente en materiales de estructura, manipulando una aumentada flexibilidad arquitectónica respecto al ambiente libre alude de esta forma evitar la pared en corte y pilares de gran dimensión (funcionalidad).
8. El estudio no direccional – elástico se dio la mayor observación del deterioro y nivel de rendimiento sísmico, por medio de reglas internacionales según en el comité de Visión 2000 y el Procedimiento Hazus, admitiendo la deriva de finalidad conforme el empleo de construcción y deterioro a padecer.

Villanueva, (2018) en su tesis denominada: *Desempeño sísmico del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz - 2014*, sustentada en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La realización sísmica del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014, no cumple con el rango de desempeño para edificio esencial a nivel de la recomendación del Comité Visión 2000.
2. La realización sísmica del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014, no cumple con el nivel de desempeño para sismo de servicio a nivel de la recomendación del Comité Visión 2000.
3. La realización sísmica del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014, no cumple con el nivel de desempeño para sismo

de diseño a nivel de la recomendación del Comité Visión 2000.

4. La realización sísmica del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014, no cumple con el nivel de desempeño para sismo máximo a nivel de la recomendación del Comité Visión 2000.

b) Internacionales

Peralta, (2012) en su tesis denominada: *Análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal del hospital de Vielha*, sustentada en la Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Se mostró en este estudio un análisis estático no lineal en 3 dimensiones mostrando el aporte en procedimientos superiores y consecuencia de interacción de 3-D, donde desempeñan labores significativas de la estructura del hospital de Vielha en su forma asimétrica. Se empleó el “pushover” tradicional donde se apreció que este es deficiente hacia el asunto de estructuras asimétricas, donde se compararon las consecuencias alcanzadas obtenidas del análisis dinámico no lineal. En la resolución que pretenden ocultar es defectuoso del “pushover” adaptativo, donde adaptan las cargas aplicadas a la estructura en función de la figura despegada se demostró que los resultados conseguidos del procedimiento donde se parecen de los promediados en función del cálculo dinámico no lineal.
2. Se tuvo en cuenta la inquietud en dirección de la demanda del método del aprendizaje en dirección en acceso al terremoto. Es primordial destacar que, también es idéntico al terremoto, la función al ángulo de ingreso, como deterioro sísmico se espera un cambio notablemente.

3. Se puede identificar un mayor acercamiento entre los alejamientos del techo adquirido durante el proceso “pushover” adaptable y el ADNL que con el “pushover” tradicional y del ADNL. Con esta intervención realiza productos del “pushover” adaptativo es mayor fiable por el tipo de estructuras mostradas por la influencia de procesos mayores de vibración.
4. Se calculó que es deterioro sísmico inspeccionado dos métodos, el primero cuenta con un apoyo de la curvatura inconsistente, conseguida a partir del “pushover” por ambos rumbos (“X” e “Y”). La segunda con un apoyo en la suposición del deterioro del medio en índice del deterioro de Park y Ang, conseguida del ADNL, que necesita la fuerza disipada y las alteraciones máximas logradas. En conclusión, de deterioro se inspecciono el deterioro medido partiendo a las probabilidades otorgadas por Park y Ang diverso en medio al estado leve al estado severo conforme al ángulo de ingreso del sismo. Las conclusiones al deterioró adquirido al inicio del “pushover” tradicional son diferentes notablemente por lo obtenido a partir del ADNL, la elección justificada del “pushover” adaptativo muestra objetivamente el deterioro del proceso dinámico.
5. Venideras líneas de indagación tienen que orientar a obtener rendimientos mostrados en esta tesina pues el desarrollo en esta técnica estática no lineal en 3D permite la evaluación hacia abundantes estructuras de suma importancia que, de concordado a los análisis obtenidos para este estudio, no se recomienda enseñar utilizando estos métodos tradicionales simplificadas, espacialmente cuando se trabaje en estructuras altas o irregulares.

Salcedo, (2017) en su tesis denominada: *Desempeño sísmico por el método push-over de un edificio construido en la ciudad de Barranquilla bajo la Norma NSR-10.*, sustentada en la Universidad de la Costa; Barranquilla, España, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Se finaliza que el rango de ocupación en la construcción del caso se mostrara el sismo del modelo de la labor al instante, se supone un deterioró pequeño de materiales estructurales, se espera reocupar inmediatamente después de un sismo considerable. Se espera que sea necesario la limpieza y reparación de algunos de sus sistemas después de un sismo.
2. La construcción mostrada previamente en el proceso pushover, que están conformadas por rotulas plásticas inicialmente en vigas, por lo que es un buen instrumento de defecto. Asimismo, muestra que inicialmente los materiales que se conforman las rotulas plásticas son materiales debajo en el Story 1. El secundario paso se conforma rotulas plásticas en pilares, por el arrebato en pilares, así mismo a la vez se conforman rotulas plásticas en más vigas, en tanto las plantas de arriba no se muestra rotulas plásticas.
3. Por eso se puede declarar como conclusión, que el estudio realizado en el edificio en investigación señala una conducta muy buena, pues en la mayoría de materiales en la estructura, no se muestran rotulas plásticas y únicamente muestran rotulas plásticas de pocos en sus integrantes al emplearle el sismo en ruta X y en ruta Y.

4. Se supone a la construcción en un suceso al sismo en boceto la mayoría de materiales permanezcan totalmente ejecutivo y otros materiales de debajo de la construcción mostrar cierto modelo en deterioró pequeño en materiales estructurados, puede ser en vigas y en pilares.
5. Es posible afirmar del sismo en magnitud mayor al de origen en espera que el 2.59% y la construcción y el nivel de carga sea consecuencia a la labor al instante.
6. Mientras que por un lado se deja claro el procedimiento el pushover no es más óptimo para una construcción alta debido al que el proceso se realiza de manera lento por lo hace que sea limitado como instrumento de diseño estructural, en cambio, es un instrumento muy eficiente para el análisis de la conducta estructural de un edificio.
7. También a esto, hacia el sismo en peligro sísmico en intervalo y superior al edificio cuenta una perfecta conducta sísmico, sino no cuenta con el proceso el nivel en rendimiento hacia ambos sucesos es de labor Inmediata.
8. Se acordó el lugar del rendimiento hacia el nivel de peligro sísmico menor que coincide con la capital en la actualmente está conformado el edificio.

Ramírez, (2013) en su tesis denominada: *Estimación de la capacidad sismo-resistente en edificaciones de concreto armado modeladas con acero comercial aplicando el*

método análisis estático no lineal “pushover”, sustentada en la Universidad Católica Andrés Bello; Caracas, Venezuela, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Queda demostrado que el análisis “Pushover” es una alternativa viable cuando se desea conocer la ejecución de una edificación. Y sus iniciales ventajas arraigan en su sencillez y en la suficiencia del estudio en avaluar las alteraciones en los elementos, del método con una precisión tolerable que fácilmente solicitado por un estudio dinámico. Pero, la aplicación del estudio pushover asimismo es suelto de restricciones.
2. La regla sísmica venezolana COVENIN 1756-2001, del editorial 10.1, restringe los recorridos horizontales a $\Delta_i = 0.8 \times R \times \Delta_{ei}$, en que R es la causa de disminución colocado en la editorial 6.4 de la regla, y Δ_{ei} es el trayecto lateral del nivel i deduciendo la fortaleza del modelo.
3. Conforme a lo que, se demuestra por igual, que para este valor del recorrido al límite excepto el modelo de conducta en la estructura perfecta, realizan su ductilidad e introduciéndose idealmente a las imperfecciones inelásticas sin colocar en peligro la estabilidad en la estructura. Confirmando el empleo de un espectro acortado, accediendo que las estructuras introduciéndose a un rango no direccional, y hacia el valor de las alteraciones sísmicas realizara esta conducta.
4. Por otra parte, se aprobó el corte basal de límite impuesto por la regla, demuestra una valoración mayor considerada hacia la fluencia inicialmente en cierto lugar de las construcciones.

5. En conclusiones genéricas, el desempeño en las construcciones es aceptable conforme a las variables ordenadas al reglamento y en acuerdo a lo previsto por el dibujante. Pero en cambio, es primordial recalcar en las alteraciones en la edificación es una zona débil del modelo. Tales como, el sistema con alteraciones de rigidez en altitud, en ductilidad global no es un parámetro que admita calificar su progreso tanto bueno o malo. Proporcionalmente, queda claro en la dificultad del sistema que aumentan luego del modelo terminado.

Duarte, Martínez y Santamaría, (2017) en su tesis denominada: *Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador*, sustentada en la Universidad Católica Andrés Bello; Caracas, Venezuela, llegaron a las siguientes principales conclusiones:

1. La observación visual desarrollada a lo largo del trayecto de construcción, dio como producto, la identificación de daños por flexo-compresión y cortante en vigas primarias y secundarias de todos los niveles de la edificación, además, se observaron daños existentes en columnas y losas debido de la pérdida del recubrimiento y contaminación del concreto, exponiendo el acero de refuerzo al ambiente y volviéndose vulnerables para la formación de rótulas plásticas en columnas y a filtraciones de líquidos en las losas.
2. Mientras el desplazamiento en la construcción se logra examinar de las reuniones sísmicas en muros de mampostería de relleno, en magnitudes mayores, se hallaron una mala situación (endurecidas), tapado con mortero de repello. Del mismo modo, la reunión de edificación que divide el cuerpo

central en el norte y sur, se halla en una mala situación tapado de sobras de elementos en edificación (ripio), en la sección de cuerpo en ascensores principales de nivel inferior; la calidad ocasiona una conducta contraria a lo esperado al instante de dibujar la estructura, dejando como conclusión la pérdida del movimiento en el tiempo del evento sísmico disminuyendo la fuerza sismo- resistentes.

3. El alzamiento el tamaño de vigas, pilares, losas, claros de vigas y altitud de entresijos, desarrollado con prioridad de la construcción, examinando las dimensiones que están asociados a los planos de edificación que fue posibilitado son precisos, concordando en su conjunto, habiendo varias alteraciones de dos o tres centímetros a causa de equivocaciones en el desarrollo en edificación, los fallos en el proceso no son considerados en la exposición en la estructura pues no son importantes.
4. En los productos de experimento en núcleos en sustracción de la losa de instituto, en acuerdo al desarrollo ASTM C42 (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*) y el experimento de compresión de cilindros de concreto en acuerdo al ASTM C39 (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*) se definió en la fuerza de compresión del concreto se hizo de 372 kg/cm² y de 318 kg/cm²; habiendo empleado la exposición en la edificación una estimación de 210 kg/cm² implantado según el mínimo según el ACI318-14.
5. En la utilización del pachometro se pudo confirmar los números, disposición,

división y calibre, en barras de acero con apoyo longitudinal y transversal de vigas y columnas elegidos hábilmente de los planos que fueron concedidos, con respecto a los recursos del paso de materiales de campo, generando productos prácticos que concordando a la precisión de los planos estructurales en la construcción de la edificación.

6. Mediante la utilización del martillo de rebote se pudo medir la calidad igualdad al concreto en vigas y columnas elegidas en función a su sencillez a su entrada y el recurso del grupo, elaborando las determinaciones prácticas con valores de rebote que revelan la igualdad del concreto endurecido de los materiales experimentados.
7. Para lograr ejecutar el estudio estructural Pushover, se necesita disponer de informe que presenta las circunstancias presentes en la construcción (tamaños generales, cargas, elementos, cuantificación de deterioro entre de los factores de rajaduras, etc.) y lograr obtener las conclusiones, el diseño que logre obtener la cualidades y conducta más cercano a la existencia.
8. Para recoger y comprobar la indagación en una construcción que nos dé acceso a definir las circunstancias presentes, es de suma relevancia contar con formularios y formatos que favorecen la labor que nos concede progresar de manera ordenada e integral, justo como se desarrolló. Entre la observación visual se confirma la cohesión como lo exponen los planos y lo comprobado en campo (geometría, cargas, instrumentos, etc.), estableciendo de este modo las referencias que se emplean en el diseño del estudio estructural.

9. Como consecuencia al alzamiento de deterioro se reconocieron algunos de estos materiales que muestren alguna especie de deterioro, otorgando mayor consideración a algunos de clase estructural, definiendo a los materiales estructurales, la gran mayoría vigas, muestran rajaduras de clase estructural por Flexión o cortante, la longitud de la rajadura es inferior a los 0.41mm, lo que de acuerdo a lo redactado en la ACI 224 no superan la frontera permitida, porque no muestra una amenaza en la estructura; en cambio se emplea en relación a los factores de rigidez seguro necesario a la rajadura del diseño, en acuerdo a FEMA 356, para disminuir rigidez en las divisiones y mostrar calidad y conducta más próximo a lo real.
10. Para establecer e investigar desempeño e irregularidades en la parte central de la construcción en facultad de medicina se utilizaron métodos de investigación matricial (AME) y el análisis del proceso de instrumentos finitos (MEF), estos métodos crecieron internamente por el SAP2000 y que estos implican una mayor cantidad de cálculos numéricos. Para fundar el diseño del edificio en SAP2000 se incluyeron parámetros que son similares al computacional de las circunstancias presentes en la construcción (geometría, dimensiones y cantidad de acero de los elementos, cargas, materiales, daños etc.), logrando con lo anterior una conducta más cercana con la realidad.
11. Los instrumentos de error en materiales de estructura en la construcción (vigas, pilares, paredes, etc...), se precisaron por medio de gráficos del instante curvatura y fueron regulados para ser incluidos en el SAP2000, logrando un

diseño para cada material dispone su respectivo mecanismo de plasticidad.

Valencia, (2012) en su tesis denominada: *Análisis del método “modal push-over” y su incidencia en el cálculo de pórticos de hormigón armado en el cantón de Ambato*, sustentada en la Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Al realizar la conjetura y modelo en la estructura empleando regla mostradas en el CEC 2002, apenas se puede establecer el nivel de desempeño de la estructura, por medio de las derivas de piso, siendo el parámetro establecido de $0,02/R$ (siendo R el valor del coeficiente de reducción de respuesta estructural)
2. Es fundamental implementar al nivel de rendimiento que mantendrá una estructura entre el push-over, a pesar de que exponga una estructura de clase residencial, le otorgamos un nivel de garantía excelente pues muestra rotulas plásticas únicamente en vigas, por igual en estructuras de clase hospitales, centros de educación, centros de emergencia como bomberos o policías; que solicitan que sigan en manejo luego de un desastre, brindarle un nivel de protección mayor es fundamental.
3. Se debería de explorar una estructuración en apoyo a pilares resistentes en vigas frágiles, para facilitar la creación de articulaciones plásticas en vigas al expandirse la fortaleza proporcionada.
4. Es fundamental la introducción del efecto $P-\Delta$, del estudio sísmico a causa de la competencia solido acorta el rango inelástico.

5. En relación al efecto P- Δ podemos examinar la estructura ir regulada rápidamente ya que se producido una gran ir regulación, por lo que se elabora rotulas plásticas en vigas.
6. En la curva de push-over veremos como la estructura va perdiendo rigidez a medida que aumenta la deformación o ductilidad, y esto es debido a que la estructura está disipando la energía que produce el sismo
7. En la curva del espectro de capacidad veremos que cuando está ocurriendo el sismo, el tiempo de vibración aumenta, el amortiguamiento aumenta y la rigidez disminuye, todo esto es debido a la ductilidad de la estructura

Gonzáles, (2018) en su tesis denominada: *Análisis estático no lineal (Pushover) de estructura aporticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad aplicando la norma sismorresistente colombiana 2010 (NRS-10)*, sustentada en la Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Con los avances tecnológicos de hoy en día se puede ver que cálculos como el PUSH-OVER están siendo cada vez más viables para incorporarlos como una opción de cálculo de uso cotidiano en todas las edificaciones que hasta unos años esto era impensable y solo se veía su uso de manera investigativa o en términos de análisis de ductilidad. Esto dando mayores beneficios al proyectista por la información adicional que genera comparando con los métodos ya tradicionales de hoy en día, como zonas de falla de la edificación, nivel de falla de misma, etc.

2. Este método, aunque cada vez más reconocido todavía no es incorporada por muchas normativas, la normativa americana y europea ya incluyen esta opción de cálculo, mientras que la normativa colombiana apenas lo ha añadido en el 2010 en un apéndice para el análisis y conocimiento del mismo entre los proyectistas y en futuras versiones poderse integrar en la normativa.
3. Al ver los resultados obtenidos después del análisis de PUSH – OVER se puede terminar que las rótulas en general se presentan en las plantas inferiores, lo que lleva a pensar que, aunque por normativa se deben reforzar la estructura cumpliendo con todos los requerimientos sísmicos en todos los elementos, en realidad con este tipo de análisis se puede localizar estos detalles y reducir costos al solo reforzar donde se solicita.
4. También el PUSH-OVER permitió hacer el cálculo de los valores de ductilidad los cuales resultaron muy cercanos a los esperados en cada uno de los modelos de cálculo que son los especificados por la NSR-10.
5. Con respecto a los costos de la edificación se observa que aunque la magnitud del sismo de diseño está en el rango bajo el cual es el único que permite los 3 niveles de ductilidad DMI, DMO y DES si se hace una comparativa presupuestal de los materiales la mejor opción no es la de disipación de energía mínima (DMI) como se esperaba inicialmente, sino la opción más favorable económicamente es aumentar el nivel de ductilidad a DMO. Que además nos lleva a secciones más pequeñas principalmente en los pilares que viendo esto arquitectónicamente hablando es más óptimo.

Slebi y Vargas, (2014) en su tesis denominada: *Análisis y aplicación del método estático no lineal en columnas reforzadas con disipación especial de energía*, sustentada en la Universidad Pontificia Bolivariana; Bucaramanga, Colombia, llegaron a las siguientes principales conclusiones:

1. La ductilidad es una de las propiedades más relevantes en el diseño de elementos estructurales ya que es una característica propia que no sólo aborda el rango elástico, sino que además incursiona en el rango plástico además de ser el parámetro principal del diseño por capacidad porque a ella se le confía la disipación de energía en acciones inelásticas para resistir fuerzas laterales.
2. El concreto reforzado es un material que debe ser entendido como un compuesto, es decir, el acero y el concreto se entrelazan entre sí propiedades intrínsecas ofreciéndole a los elementos estructurales ductilidad y confinamiento.
3. El refuerzo longitudinal en una sección transversal de concreto se debe considerar no sólo la zona que trabaja a tracción sino además las varillas que trabajan a compresión ya que le permite a la sección alcanzar mayores desplazamientos en caso de que llegue a incursionar en el rango plástico.
4. Las filosofías de diseño por capacidad propuestas por Park Paulay y Priestley, no sólo están orientadas a evitar el colapso de una estructura sino además a conocer el comportamiento del sistema estructural ante una fuerza lateral y otorgarle propiedades dúctiles para que puedan incursionar en el rango inelástico.

5. El refuerzo transversal empleado en la columna no sólo le otorgó a la columna resistencia al cortante, sino que además le otorga confinamiento al concreto brindándole propiedades dúctiles y aumentando su resistencia.
6. La gráfica momento curvatura es una herramienta clave para determinar la ductilidad de un elemento, ya que considera los momentos y curvaturas de fluencia y colapso a partir de las características de la sección del elemento.
7. De todas las metodologías aplicadas la que tiene un mayor acercamiento a la modelada en el SAP2000 por pushover, es la que considera el confinamiento del concreto la razón de ello porque emplea todos los parámetros y características de la columna.
8. Como recomendación se propone hacer una prueba de laboratorio donde se elaboren especímenes, en este caso columnas con disipación especial de energía para corroborar de una mejor manera los datos obtenidos teóricamente y los modelos en los programas computacionales.
9. La ductilidad es una característica propia de cada elemento o de cada conjunto de elementos, por tanto, el coeficiente modificador de energía R propuesto en las normas de diseño como el CCDSP-95 deberían replantear dichos valores o poner en sus especificaciones que debe ser calculado según lo disponga la configuración de su sección y sus propiedades de acero longitudinal, transversal y características de los materiales.

Marte, (2014) en su tesis denominada: *Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal ("push-over")*, sustentada en la Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. En esta tesis, el objetivo principal era determinar si era necesario o no un procedimiento de ajuste a las formulaciones de umbral de estado de daño propuestas por (Moreno, 2006), que caracterizan el nivel de daño de una estructura a través de la curva de capacidad adquirida a partir del análisis pushover estático no lineal, así como si era necesario o no desarrollar nuevas fórmulas basadas en los parámetros que definen la curva de capacidad.
2. Esta técnica, que tiene en cuenta la fragilidad y la capacidad última de la estructura, evalúa el daño teniendo en cuenta la capacidad de fluencia y la capacidad última de la estructura. Además de la ductilidad, tiene en cuenta la pérdida de rigidez de la estructura a través del parámetro FH como otro elemento causante del daño. A la luz del párrafo anterior, cabe destacar que los umbrales del estado de daño comprenden un gran número de criterios que pretenden imitar con precisión el comportamiento estructural y que deben ser tenidos en cuenta para describir el daño de una estructura.
3. Las nuevas formulaciones sugeridas intentan tomar en consideración las características particularmente que resultan tener un mayor efecto para cada condición de daño que en las formulaciones anteriores.

4. Los umbrales de daño se evaluaron utilizando un total de 17 pórticos de hormigón armado que representaban estructuras con una variedad de características, incluyendo edificios regulares e irregulares, número variable de vanos y niveles, y una variedad de longitudes de vanos. La población se seleccionó en su mayoría de edificios existentes que se construyeron en zonas sísmicamente activas. Sobre la base de la población de muestra considerada, pudo alterar los parámetros FH, A1 y de ductilidad en los rangos de 0,07- 0,45, 10.456,20-6,33 kN.cm, y 2,04-17,28, respectivamente. Sin embargo, dado que sólo había cuatro marcos irregulares en la muestra, se aconseja aumentar el número de marcos irregulares en futuras investigaciones para determinar con mayor precisión la prevalencia de este rasgo.

5. El proceso de calibración de las nuevas expresiones de los umbrales de daño nos permitió descubrir que el parámetro que más influye en la condición de daño es el último de los recorridos, seguido del parámetro de endurecimiento FH, y por último la relación $2A1/A1$ ($Vydy$). El umbral leve de la mayoría de los edificios tendió al valor 0,9dy, siguiendo una tendencia correcta al limitar el daño cerca del límite elástico, que es el límite en el que aproximadamente el 10% de las rótulas activadas presentan daños locales leves o mayores, lo que indica que la nueva expresión fue eficaz.

6. De forma similar a la situación del umbral leve, en el caso del umbral moderado, la ductilidad del desplazamiento último tiene un gran impacto, seguido de la relación $2A1/(Vydy)$, y finalmente el parámetro de rigidez. Se descubre que el desfase de la curva de capacidad bilineal con respecto a la curva de capacidad

(A1) no sólo afecta a la evaluación del umbral leve, sino que también afecta a la evaluación del umbral moderado de forma moderadamente negativa. Al incluir este parámetro en la ecuación de evaluación del umbral de daño moderado, se puede reducir la dispersión de la ecuación de evaluación.

7. Debido a que una curva más gradual de la curva de capacidad indica que el daño se ha distribuido adecuadamente en más rótulas, el umbral moderado se ha incrementado o, en otras palabras, la estructura ha necesitado más desplazamiento para presentar un daño de esta escala. Además, se ha demostrado que el FH está directamente relacionado con el valor del umbral leve. Un FH alto implica que la estructura tiene un grado adecuado de rigidez en el rango no lineal, y que las bisagras de sus componentes tienen una alta capacidad de ductilidad, lo que permite que la estructura tenga una mayor capacidad de disipación de energía que el entorno.
8. La ductilidad final del trazado tuvo un impacto significativo en el umbral de estado, mientras que el parámetro de rigidez tuvo un impacto moderado y la relación $2A1/(Vydy)$ tuvo un impacto escaso, lo que hizo que este último no se incorporara a la nueva fórmula sugerida. Es importante señalar que, cuanto mayor es la ductilidad y la FH que presenta una estructura, mayor es la superficie que requiere la estructura para alcanzar este grado de destrucción. Esto se debe al hecho de que ambos factores contribuyen al desarrollo del daño a través de la formación y fabricación progresiva de bisagras.

9. A la hora de calibrar las nuevas ecuaciones de umbral de daño, se descubrió que las estructuras irregulares creaban cierta dispersión en el proceso de calibración, ya que estas estructuras, debido a su disposición geométrica, no garantizan una entrega de daño adecuada independientemente del número de elementos estructurales duplicados o vanos que tengan, porque no todos los elementos son capaces de activar sus bisagras o no hay una adecuada uniformidad de la magnitud de daño en todos los elementos.

Lara, (s.f.) en su tesis denominada: *Funciones de confiabilidad para diseño sísmico de edificios esbeltos con sistemas estructurales duales*, sustentada en la Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., México, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. En el presente trabajo se ha llevado a cabo el análisis de confiabilidad de sistemas estructurales duales con diferentes espesores de muros, en los cuales se realizó una comparación sobre la forma en que los valores de confiabilidad se ven afectados para determinadas variables, como el porcentaje de cortante que soporta el muro, esbeltez y periodo fundamental de la estructura. Los sistemas de análisis han sido diseñados para los mismos valores de resistencia, aunque específicamente producto del diseño final presenta variaciones entre los pertenecientes al mismo grupo según su altura.
2. Se realizaron análisis no lineales de tipo dinámico y pseudo-estático, se han incluido los efectos P- Δ en dichos análisis. Para poder estimar el desempeño sísmico de los sistemas estructurales se han empleado parámetros relacionados con el daño, puesto

que únicamente se analiza la probabilidad de falla debida a la ocurrencia de un determinado movimiento sísmico se usa como referencia el índice de daño D , definido en la ecuación 2.3. De esta forma, el desempeño sísmico fue cuantificado por medio de un índice de reducción de rigidez secante el que se encuentra directamente relacionado con la degradación de rigidez y el daño consecuente que ha sufrido durante un evento sísmico.

3. Para establecer una estimación de la forma en que el sistema resiste estas acciones inducidas por las excitaciones del terreno se emplea una medida de la intensidad normalizada, dependiente del cortante a fluencia obtenido de la curva de capacidad. Obtenidos los datos anteriores fue posible estimar las funciones de confiabilidad por medio del método de máxima verosimilitud.
4. La utilización de muros de mayor espesos aporta un leve incremento de la rigidez a los sistemas y tras utilizar las ecuaciones de aplicación deducidas en el capítulo 4 los resultados indican que los coeficientes sísmicos de diseño son menores en las estructuras cuyos muros se destinaron a tomar aproximadamente el 90 % del cortante basal comparadas con las que toman aproximadamente el 60 %.
5. En lo referente a las relaciones de esbeltez, los edificios se pueden dividir en dos grupos: los de 10 niveles corresponden a relaciones de esbeltez de 2.33 y los de 15 y 20 niveles a relaciones de esbeltez de 3.5. Los resultados de los análisis de aplicación demuestran que en los casos con edificios menos esbeltos los coeficientes sísmicos tienen un valor menor en comparación con el requerido para relaciones de esbeltez mayores.

6. En lo concerniente al periodo fundamental, en estructuras cuyo periodo fundamental se acerca al periodo dominante del terreno, los coeficientes sísmicos incrementan su valor en comparación con aquéllos pertenecientes a estructuras más rígidas.

Castillo, (2016) en su tesis denominada: *Análisis estático no lineal: aplicación de métodos avanzados a un edificio típico de la República Dominicana*, sustentada en la Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Tras la realización de la tarea, se podrá comprobar que la herramienta de software empleada, Seismostruct v7, es eficaz para la realización del análisis modal y del análisis pushover estático. En cuanto a su interfaz, el software proporciona una experiencia muy amigable que facilita su interpretación; pero, a la hora de definir los componentes y sus relaciones, el programa presenta un paso a paso muy particular que requiere cierto tiempo para completarlo.
2. En primer lugar, es necesario definir una sección, luego asignarle un "tipo de clase", después introducir los nodos que definen cada elemento y, por último, imaginando una vista en alzado, realizar la proyección de la sección informando al programa del nodo inferior y del nodo superior de cada elemento, como se muestra en el siguiente diagrama.
3. Teniendo en cuenta que la versión utilizada correspondía a una licencia de estudiante y que varias de las funciones del programa estaban desactivadas,

seismostruct v7 es una herramienta muy potente, según el autor. A efectos de comparación, sería interesante repetir la misma investigación, pero esta vez utilizando un programa de análisis estructural diferente, a fin de conocer bien las capacidades y/o los límites de seismostruct v7 en comparación con otros programas informáticos, como Ruaumoko o Tremuri.

4. Además, dado que la isla de La Española está situada en una falla que separa las placas de América del Norte y del Caribe, se considera que tiene una alta peligrosidad sísmica en toda la isla, pero especialmente en la mitad norte, que contiene la estructura examinada. Debido al hecho de que las leyes fueron publicadas en 2011, que la estructura fue terminada en 2007, y que el nivel de peligro en la isla es bastante alto, este tipo de investigación es extremadamente importante.
5. Si bien es fundamental que los futuros edificios cumplan con las normas que garantizan la resistencia sísmica, es igual de crítico que los que ya han sido construidos también lo hagan, y que los que no lo hagan sean modificados para cumplir con los criterios lo antes posible. Dado que estas estructuras ya están en uso, es fundamental que esta verificación se realice lo antes posible.
6. Se observa que la estructura exhibe una mayor vulnerabilidad en la dirección de análisis más larga (Y) cuando se comparan las direcciones de análisis; sin embargo, cuando se consideran las tensiones contempladas por la norma, la estructura exhibe una alta probabilidad de sufrir daños Moderados o Completos cuando se compara con la dirección de análisis más corta (X).

7. Además, se han calculado los puntos de fluencia para diferentes valores de PGA, que indican cómo la estructura alcanza su punto de capacidad última cuando se incrementa ligeramente el PGA, tal y como define el espectro elástico de una estructura convencional.
8. En cuanto a los daños proyectados, existen importantes posibilidades de que la estructura sufra niveles de daño Moderado y Severo, así como el colapso total. Sería imprescindible examinar el estado estructural existente del edificio en cuestión y aportar los resultados extraídos de este trabajo para determinar si es necesario o no reforzar la estructura en cuestión.
9. El aprendizaje de los cinco parámetros que determinan la curva de capacidad de una instancia dada es sólo el comienzo para comprender la verdadera utilidad del modelo paramétrico, lo que facilita la realización de estudios probabilísticos en primer lugar. Dado que sería necesario calcular un gran número de casos para los productos del emplazamiento (diferentes curvas de capacidad para diferentes eventos sísmicos) si no se dispusiera de este modelo, el proceso necesario para llevar a cabo un estudio probabilístico requeriría una cantidad significativa de esfuerzo computacional.
10. Recapitulando, el parámetro "m" determina la pendiente de un tramo lineal de la curva de capacidad; los parámetros "du,au" proporcionan las coordenadas del punto final de las vías; y los parámetros "" y "" determinan el grado de ajuste de un componente no lineal de la curva de capacidad. Es sorprendente ver cómo la

componente no lineal normalizada, que corresponde al patrón de deterioro de la estructura, muestra el mismo comportamiento en ambas direcciones cuando los resultados se presentan de esta manera.

Balcázar, (2017) en su tesis denominada: *Desempeño sísmico del edificio administrativo de la unidad académica de ingeniería civil*, sustentada en la Universidad Técnica de Machala; Machala, Ecuador, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Mediante un examen de las cargas gravitatorias y laterales, se identificaron y midieron los tipos de cargas que operan sobre la estructura, que luego se utilizaron en la modelización del edificio. Se acordaron y estimaron dentro de los valores admisibles previstos en cada código de diseño, que fue aprobado. Se determinó que el rango de rendimiento del edificio podía alcanzarse teniendo en cuenta el estado funcional y normativo actual del edificio.
2. Según la filosofía de diseño sismorresistente, la deriva inelástica máxima del suelo no debe superar el 2%. Las derivas inelásticas de piso de la estructura estudiada son de 1,419 por ciento para el eje X y de 3,152 por ciento para el eje Y, y están presentes en el segundo piso, lo que indica que el eje X tiene una deriva inelástica que cumple con la filosofía de diseño sismorresistente, y el eje Y tiene una deriva inelástica que excede la filosofía sismorresistente.
3. Se completó una investigación sobre las derivas inelásticas del primer piso alto de un edificio construido sin expansión hasta el segundo piso, que fue diseñado con el CEC 77. Se descubrió que mientras las derivas inelásticas máximas son

del 0,5%, en el edificio analizado son del 0,2202% para el eje X y del 0,3401% para el eje Y, y están presentes en el primer piso alto, lo cual es muy bueno porque se puede comprobar que las derivas fueron

4. Las derivas inelásticas máximas del suelo de un edificio construido en el pasado hasta la segunda planta se calcularon de acuerdo con el CEC 2002, que establece que las derivas inelásticas máximas del suelo son del 2 por ciento. El edificio analizado tiene derivas inelásticas de suelo de 2,2144 por ciento para el X y 4,1192 por ciento para el Y, lo que indica que no cumple con la filosofía de diseño sismorresistente para ninguno de los dos ejes.
5. Para los combos de servicio, vertical y sísmico para el CEC 77, que, para el combo vertical, los pilotes más la zapata aislada de 3x3 m soportan un 35,81% más, mientras que la zapata aislada de 1,75x1,75 m soporta un 22,10% menos, para el combo sísmico, los pilotes más la zapata aislada de 3x3 m soportan un 157,44% más, mientras que, para la zapata aislada de 1,75x1,75 m soporta un 22,10% menos, para el servicio
6. La carga máxima que se puede aplicar a los pilares más solicitados en la dirección de los pilotes para la NEC 15 para el edificio con la ampliación se ha acordado para los combos de servicio, vertical y sismo, que para el combo vertical, los pilotes más la zapata aislada de 3x3 m soportan un 48,65 por ciento más, mientras que para la zapata aislada de 1,75x1,75 m soporta un 27,80 por ciento menos, para el combo vertical, los pilotes más la zapata aislada de 3x3 m soportan un 48

7. El edificio aparecería en un estado de colapso aparente, y entraría en un estado de daño global severo, con poca o ninguna resistencia y rigidez residual en los pisos, donde la reserva de ductilidad quedaría en la base de las columnas del segundo piso, promoviendo fallas de tipo dúctil en esas columnas. Si se tienen en cuenta las hileras laterales de los pisos, también se producirían daños graves en los componentes no estructurales.

Villanueva, (2009) en su tesis denominada: *Diseño sísmico por desempeño aplicado a un edificio de hormigón armado*, sustentada en la Universidad Austral de Chile; Valdivia, Chile, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La teoría presentada en esta tesis es el resultado de una exhaustiva recopilación de información sobre normas y códigos extranjeros (FEMA 356, ATC 40 y VISION 2000), así como de su interpretación por parte de varios autores (Aguar (2004) y León (2003), entre otros), en la que se introducen los principios fundamentales de la filosofía del diseño basado en el desempeño. Los resultados de esta tesis se basan en la teoría ofrecida, lo que ha permitido crear el diseño sísmico basado en el desempeño aplicándolo a una estructura de concreto armado. Los resultados de la aplicación se incluyen en la conclusión de esta tesis.
2. Se obtuvieron dos factores de reducción de la demanda sísmica para el Terremoto Raro y el Terremoto Muy Raro, y ambos resultaron ser inferiores a los obtenidos de la Nch433.Of.96. El factor de reducción de la demanda sísmica obtenido para un Terremoto Raro fue un 60,5% inferior, y el factor de reducción de la demanda sísmica obtenido para un Terremoto Muy Raro fue un 42,3% inferior al obtenido utilizando Nch433.OF96.

3. Mientras que un terremoto se produce de forma Frecuente u Ocasional, como se predijo, la estructura permanece en el rango elástico mientras que un terremoto se produce de forma Rara o Muy Rara. La estructura pasa entonces del rango elástico al inelástico. Dado que las deformaciones máximas permitidas por VISION 2000 son muy permisivas para la estructura investigada, fue necesario redefinirlas de acuerdo con la curva de capacidad de la estructura.
4. En el cuarto piso se produce la mayor deriva y sólo se alcanza un porcentaje ínfimo del valor máximo permitido (Tabla 5.6) para cada nivel de rendimiento vinculado a las distintas formas de sismo. Los terremotos frecuentes representan el 45,57% de todos los terremotos, los esporádicos el 31,9%, los poco frecuentes el 41,76% y los muy raros el 39,21%.
5. Luego de realizar un análisis de la estructura utilizando la teoría presentada en esta tesis, se concluye que aplicando la norma chilena de diseño sísmico de edificaciones Nch.433.Of.96, específicamente el método modal espectral y diseñando los elementos utilizando el código de diseño ACI- 318-05, la estructura se comporta mejor de lo esperado, ya que se mantendrá operativa durante un Sismo Frecuente y un Sismo Ocasional, y garantizará la Seguridad de Vida luego de un Sismo Raro y un Vertiginoso.
6. Es posible conocer en detalle el comportamiento de una estructura cuando ha sido sometida a un sismo específico a través de la aplicación del diseño sísmico por desempeño, lo que nos permite determinar si el diseño preliminar basado en normas nacionales es consistente con las expectativas de diseño de esta. De este

modo, dispondremos de una herramienta adicional de verificación del diseño que nos permitirá confirmar que el diseño se ajusta a las especificaciones.

Mendoza, (2011) en su tesis denominada: *Desarrollo y validación de un método de evaluación y diseño sísmico basado en desempeño para edificios de concreto reforzado*, sustentada en la Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., México, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La *fase de evaluación* considera como una propiedad del sistema estructural a la curva de capacidad e incluye tasas de amortiguamiento equivalente como alternativa aproximada para considerar los efectos de disipación de energía por histéresis; para ejemplificar su potencial, se presentaron resultados de evaluaciones de un marco y un edificio, ambos de concreto reforzado.
2. De los estudios los resultados se concluyen que el método de evaluación presentado es una *alternativa eficiente* para estimar el desempeño global (cortante basal vs. máximo desplazamiento de azotea) de estructuras de concreto fortalecido.
3. Su *principal ventaja* es producir curvas de capacidad (trasnacionales y rotacional) que, para una demanda sísmica de intensidad creciente, reflejen correctamente los desempeños globales de la estructura, correspondientes a cada una de las intensidades sísmicas consideradas.
4. Debido a esta característica, para obtener el resultado ante una demanda sísmica particular, no es necesario realizar acciones complementarias, como sería las que involucra la aplicación de métodos como el espectro de capacidad o sus derivados;

y basta con rescatar de los resultados de los análisis con los que se construyó la curva de capacidad el desempeño sísmico de la estructura.

5. El desgaste de tasas de amortiguamiento equivalente en un sistema de un grado de libertad como única opción práctica para considerar los efectos de disipación de energía por histéresis, permite comparar los desplazamientos máximos de azotea y rotaciones asociados a una intensidad de demanda sísmica determinada, con los “exactos” calculados mediante IDAs.
6. La aplicación del método de evaluación requiere de la ejecución de tantos análisis como articulaciones plásticas ocurran antes que la estructura alcance su capacidad máxima, sin embargo, se ha demostrado que no es necesario realizar un nuevo análisis cada vez que un elemento alcanza su capacidad elástica, siendo posible definir un nivel de daño con un conjunto de secciones de elementos en las que aproximadamente ocurra la fluencia bajo un mismo nivel de demanda sin afectar significativamente la precisión de la curva de capacidad.
7. Se demuestra que la rapidez de aplicación y la precisión del procedimiento mejora significativamente al incorporar un algoritmo predictor-corrector en el que se utiliza una configuración de daño intermedia, lo que es equivalente a usar una rigidez secante en cada incremento de intensidad de la demanda sísmica.
8. La *fase de diseño* se justifica en la hipótesis de que la curva de espacio de la estructura puede reducirse mediante conceptos elementales de dinámica estructural, a la curva de comportamiento de un sistema de referencia de un grado

de libertad. Para mostrar su potencial se diseñó un edificio de ocho niveles, el cual tuvo como objetivo de desempeño una $\square=4$.

9. Del análisis de resultados se finaliza que el método de diseño genera una estructura que *cumple satisfactoriamente* el objetivo de diseño establecido y puede considerarse como el inverso de un método de diseño sísmico basado en desempeño.
10. Toma en cuenta la contribución de los modos superiores de vibrar en la respuesta de la estructura para determinar los elementos mecánicos de diseño. Es aplicable a estructuras regulares e irregulares, aunque estrictamente, las estructuras regulares presentan problemas de torsión accidental, convirtiéndolas en estructuras irregulares.
11. Una ventaja del método es ser aplicable por medio de programas de análisis comerciales, utilizando análisis modales espectrales en la obtención de resultados, que es un análisis conocido y comúnmente aplicado.
12. Finalmente, no se debe abandonar que la validez de este método y de la mayoría de los procedimientos simplificados existentes para la evaluación y el diseño sísmico de estructuras que se basan en resultados de análisis estáticos equivalentes de sistemas simplificados de un grado de libertad, pierden precisión a medida que la demanda sísmica produce en la estructura cambios en su configuración modal. Esta característica hace evidente en todos los casos usar estos procedimientos de análisis simplificados con las reservas correspondientes.

1.11. Marco conceptual

2.2.1. El diseño basado en desempeño

En lo que respecta al diseño sísmico, el concepto básico que subyace al diseño sísmico basado en estudios es que da al ingeniero la libertad de crear estructuras que sean predecibles y fiables en su comportamiento durante un terremoto, al tiempo que permite a los propietarios y otras partes interesadas cuantificar los riesgos que esperan de la estructura y seleccionar un nivel de rendimiento que satisfaga tanto sus necesidades como un nivel mínimo de confianza. (FEMA 349).

Es necesario comprender: Esta es la investigación solicitada. En esta sección se analiza la relación entre las características de diseño y el rendimiento. Cuando ocurre un evento de diseño, obliga al Diseñador a estimar el rendimiento previsto para el evento ocurrido. El propietario y/o el cliente se plantean las siguientes preguntas: ¿será seguro el edificio, podré utilizarlo después del terremoto, cuánto costará repararlo y cuánto tiempo tardará en restaurarse. Al ingeniero le preocupa la estructura, es decir, cuánta fluencia y agrietamiento se producirá, así como el pandeo y la deformación irreversible, el daño estructural y el daño no estructural (Salcedo, 2017).

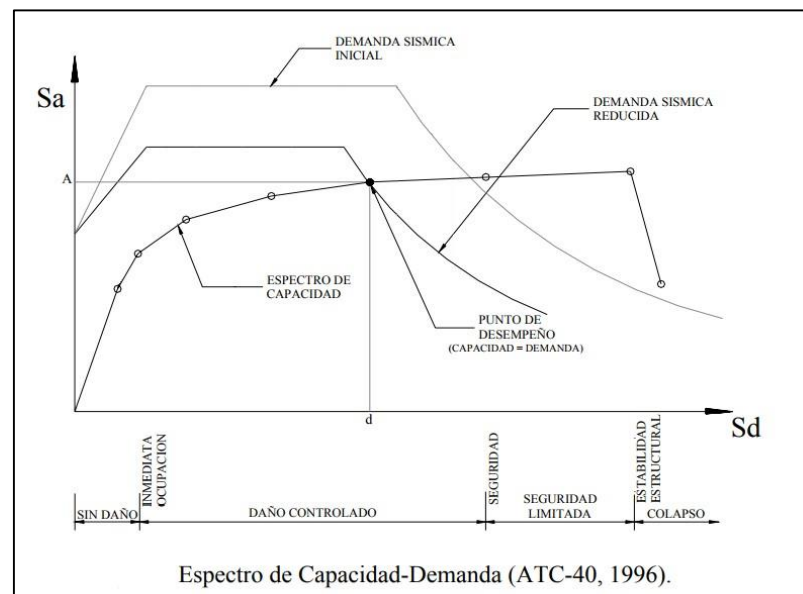
2.2.2. Niveles de desempeño

Fuente: Upcommons, 2017.

Para la construcción de la curva ATC 40, se representa las características de la edificación a través de un análisis estático no lineal, luego se construye la curva de capacidad, luego se convierte la curva de espectro de capacidad *Figura 7* y simultáneamente se grafica el espectro de diseño reducido que corresponde a la sísmica junto con la curva de capacidad de la estructura *Figura 8*. Se transforma la aceleración demanda espectral S_a , en una fracción de la aceleración de la gravedad. Y se convierte el periodo, en desplazamiento espectral S_d en función del periodo y la aceleración espectral. (upcommons, 2017).

Figura 8

Capacidad = Demanda



Fuente: Upcommons, 2017.

2.2.4.14. Cuantías de acero mínima

Si el contenido de acero de la sección es bajo, el acero alcanza la resistencia f_y de cedencia antes que el concreto alcance su capacidad máxima. La fuerza del acero $A_s f_y$ permanece entonces constante a mayores cargas. (Barrios, 2017)

2.2.4.15. Cuantías de acero mínima

Si el contenido de acero de la sección es grande, el concreto puede alcanzar su máxima capacidad antes que ceda el acero. En tal caso aumenta la profundidad del eje neutro, lo que provoca un aumento en la fuerza de compresión. Esto se comienza ligeramente por una reducción en el brazo de palanca. Nuevamente se alcanza la resistencia a flexión en la sección creando la deformación en la fibra a compresión externa del concreto es aproximadamente 0.003. Para una falla a compresión $f_s < f_y$ ya que el acero permanece dentro del rango elástico, se puede determinar el esfuerzo del acero, en términos de la profundidad del eje neutro, considerando los triángulos semejantes. (Barrios, 2017)

2.2.4.16. Cuantía balanceada

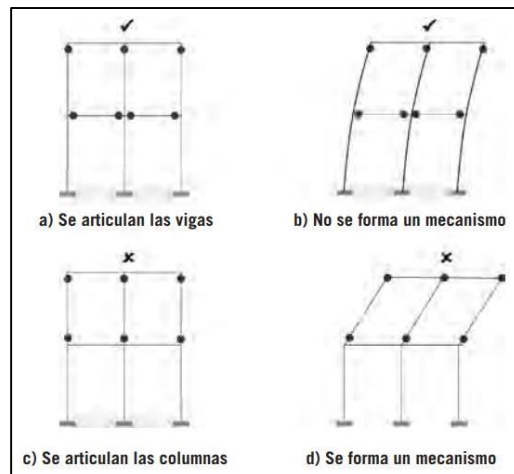
La cuantía balanceada del área de acero puede determinarse con base en las condiciones de que en la falla balanceada la deformación en el acero sea exactamente igual que la deformación del concreto (0.003) Cuando el acero alcanza la fluencia al mismo tiempo que el concreto alcanza la deformación de la fibra externa de 0.003 entonces provoca falla a tensión. (Barrios, 2017)

2.2.4.17. Mecanismo de falla

Es el proceso o secuencia que ocurre en el elemento estructural cuando falla. Puede haber un mecanismo de falla o varios que se acoplan. Ejemplos: mecanismo de pandeo, mecanismo de fractura. Falla es una condición no deseada que hace que el elemento estructural no desempeñe una función para la cual existe. Una falla no necesariamente produce colapso o catástrofe. ver *Figura 9*. (academic.uprm.edu, 2017)

Figura 9

Articulación plástica en un pórtico



Fuente: FOPAE, 2011.

Cuando se muestra rotulas plásticas en las vigas ver *Figura 11*, no se genera un mecanismo de un defecto, sin embargo, cuando se muestra rotulas plásticas en las columnas ver *Figura 10*, se genera un mecanismo de defectos. Lo ideal es que se entregue primero la formación de rotulas plásticas en las vigas y por último en las columnas, ver *Figura 9*.

Figura 10

Rotula plástica en una columna



Fuente: civilengineeringtr, 2017.

Figura 11

Rotula plástica en una viga



Fuente: Salcedo, 2017.

2.2.4.18. Capacidad de reducción de energía moderada

Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural, o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro del rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia. Se cuantifica por

medio de la energía de deformación que el sistema, elemento o sección es capaz de disipar en ciclos histeréticos consecutivos. Cuando hace referencia al sistema de resistencia sísmica de la edificación como un todo, se define por medio del coeficiente de capacidad de disipación de energía básico R_0 , el cual después se afecta debido a irregularidades de la estructura y a ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica, para obtener el coeficiente de disipación de energía. El grado de capacidad de disipación de energía se clasifica como especial (DES), moderado (DMO) y mínimo (DMI). (NSR10, 2010) (Salcedo, 2017).

2.2.4.19. Periodo de la estructura

Es el tiempo requerido para dar una oscilación en la dirección que se está considerando; una estructura rígida tiende a oscilar rápidamente y con un período de vibración corto, mientras que una flexible tiende a oscilar más lentamente y su período es más largo (Salcedo, 2017).

2.2.4.20. Método modal

El análisis modal es una técnica de análisis dinámico de estructuras. Tiene como objetivo la estimación de propiedades dinámicas las estructuras como las frecuencias y los modos naturales al igual que el amortiguamiento, las estructuras son tridimensionales y pueden desplazarse o deformarse en las 3 direcciones del espacio, existen varios “modos” o “formas” en los que una estructura puede vibrar u oscilar frente a una excitación sísmica determinada. Cada modo tiene además una deformada característica y una

frecuencia de vibración asociada diferente (citethisforme.com, 2017).

2.2.4.21. Curva histórica de takeda

El modelo consiste en una curva envolvente trilineal bajo cargas monotónicas, una para cada sentido de carga, con cambios de pendiente en los puntos de agrietamiento y de cedencia. El modelo tiene 16 reglas para la descarga y la recarga que cubren todas las posibles secuencias de carga (Salcedo, 2017).

1.12. Definición de términos

Acciones Permanentes (Ramírez, 2013): Representa las cargas gravitatorias debidas al peso de todos los componentes estructurales y no estructurales, tales como muros, pisos, techos, tabiques, equipos de servicio unidos a la estructura y cualquiera otra carga de servicio fija.

Acción Sísmica (Ramírez, 2013): Acción accidental debida a la ocurrencia de sismos, la cual incorpora los efectos traslacionales y los rotacionales respecto al eje vertical.

Acciones Variables (Ramírez, 2013): Carga originada por el uso y ocupación del edificio, excluidas las cargas permanentes, de viento o sismo.

Aceleración de Diseño (Ramírez, 2013): Valor de la aceleración del terreno para el diseño sismorresistente de obras de ingeniería.

Cedencia (Ramírez, 2013): Condición del sistema resistente a sismos, caracterizada por aumentos considerables de los desplazamientos, para pequeños incrementos del cortante basal.

Centro de Cortante (Ramírez, 2013): Punto donde actúa la fuerza cortante en un nivel, considerando que las fuerzas horizontales en cada nivel actúan en los centros de masa respectivos.

Centro de Rigidez de un Nivel (Ramírez, 2013): Punto del nivel donde al aplicar una fuerza cortante horizontal, el nivel se traslada sin rotar respecto al nivel inferior.

Coefficiente de Amortiguamiento (Ramírez, 2013): Mide el amortiguamiento de la estructura como una fracción (generalmente expresada en porcentaje) del amortiguamiento crítico. El amortiguamiento crítico es el valor límite por encima del cual el movimiento libre de la estructura no es vibratorio.

Demanda de Ductilidad (Ramírez, 2013): Cociente entre el máximo valor del desplazamiento alcanzado por un sistema durante su respuesta sísmica y el desplazamiento cedente.

Diafragma (Ramírez, 2013): Parte de la estructura, generalmente horizontal, con suficiente rigidez en su plano, diseñada para transmitir las fuerzas a los elementos verticales del sistema resistente a sismos.

Ductilidad (Ramírez, 2013): Capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en el dominio inelástico, sin pérdida apreciable en su capacidad resistente.

Efecto de Columna Corta (Ramírez, 2013): Marcada reducción de la longitud libre de columnas por efecto de restricciones laterales.

Excentricidad Accidental (Ramírez, 2013): Valor adicional a la excentricidad estática que toma en cuenta los efectos debidos a: irregularidades en la distribución de masas y rigideces, y a la excitación rotacional del terreno.

1.13. Hipótesis

1.13.1.Hipótesis General

1.13.2.Hipótesis Específicas

1.14. Variables

1.14.1.Definición conceptual de la variable

1.14.2.Definición operacional de la variable

1.14.3.Operacionalización de la variable

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

2.1. Método de investigación

El proceso general en la indagación es el procedimiento científico pues es un procedimiento lógico, que crea ideas que se complementan, también es capaz de elaborar ideas nuevas, e incluso un cambio en su procedimiento. Se puede deducir que sus cualidades del método científico son demostrables y explicativos.

2.2. Tipo de investigación

La posterior indagación es aplicada por el modelo investigación por la cual la incógnita se establecido y es reconocido por el indagador, por lo que emplea la indagación para ofrecer solución a preguntas determinadas. Por este tipo de indagación se hace énfasis al estudio en la conclusión práctica de problemas. Se concentran determinadamente en cómo llevar el método a la práctica de teorías generales. Su causa en la solución de incógnitas en la que se plantearan en una oportunidad dado.

2.3. Nivel de investigación

El nivel en la presente indagación es explicativo, pues inquiriere en la causa - efecto en la variable autónoma sobre la subordinación.

2.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó fue el diseño experimental el cual permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño de este tipo se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.

2.5. Población y muestra

Población:

La población está conformada por las estructuras de los edificios siniestrados en la ciudad de Lima.

Muestra:

La muestra será la estructura del edificio del centro comercial Nicolini, ubicado en la zona de las Malvinas de la ciudad de Lima.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.6.1. Técnicas:

2.6.2. Instrumentos:

2.7. Procesamiento de la información

Lo averiguado conseguido por varios estudiados fue desarrollado por programa Excel y en el programa estadístico SPSS.

2.8. Técnicas y análisis de datos

El método de estudio cuantificado en datos comenzó cuando los datos se codificaron, transfiriendo una matriz, preservado en archivo y limpiado los fallos, luego de eso se procederá a analizarlos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

El análisis estático no lineal determina la ocupación inmediata de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima

Metodología. - Análisis estático no lineal (Pushover)

En el proceso avanzado de estudio para determinar la ejecución de una estructura. Es un instrumento que se usa también para determinar y relacionar procesos en diseño apoyado en el movimiento como en otros diseños de estructuras existentes como también en estructuras anticipadas a su construcción.

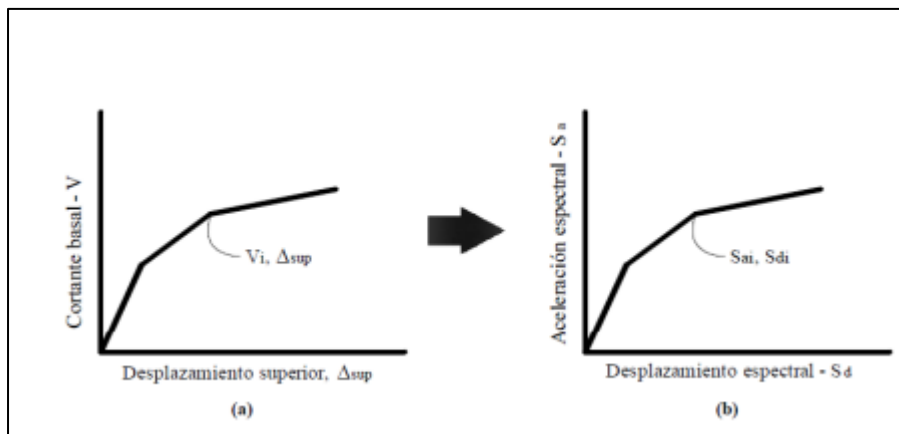
Se basa en el empleo a embarcar laterales a la estructura hasta obtener que se desplome. “El patrón de cargas laterales aumenta de manera inmóvil, monótona llevando a la estructura a desplomarse. La deformación de los elementos estructurales debido a la aplicación de cargas debe ser similar a la deformación que ocurriría durante un sismo. Por lo tanto, se emplea espectro de sismos que fueron registrados por sismógrafos por definidas áreas geográfica,

aparentando la máxima intensidad (sismo último) avanzando dicho sismo definidas cantidades ocasiones.

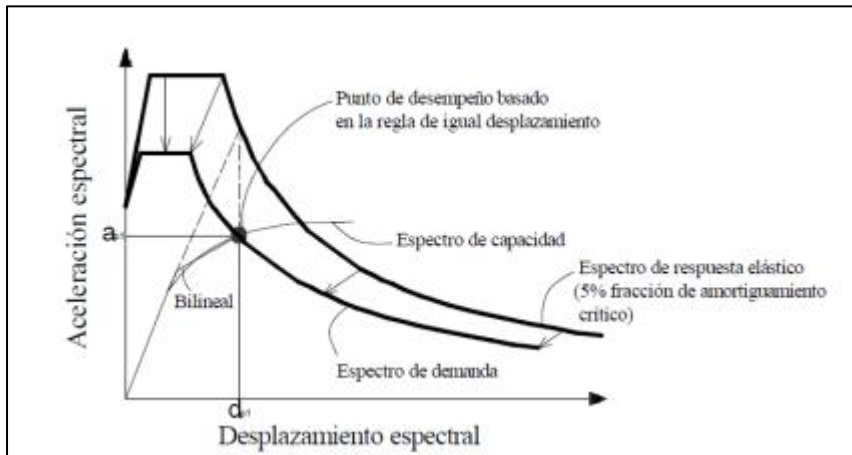
Por el estudio inmóvil no lineal aumentado obtenemos la curva de carga o curva pushover y el espectro. “Existen procedimientos como el método de espectro de capacidad (MEC), que usa la interrelación entre el espectro de un espacio y espectro de respuesta disminuyendo la evolución al límite de movimiento en la estructura; otro procedimiento es el método de coeficiente de desplazamiento (MCD) que emplea un estudio pushover y una interpretación transformada al mínimo movimiento idéntico del desplazamiento para estimar el límite de movimiento.

Figura 12

Curva de capacidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 13*Espectro de capacidad*

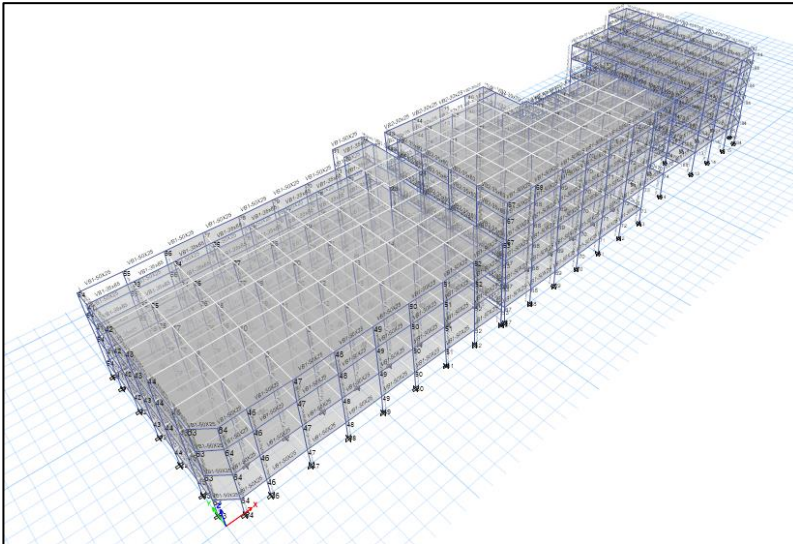
Fuente: Elaboración propia

Punto de rendimiento definido por los espectros elástico e inelástico y el espectro de capacidad

- Método realizado con el software ETABS V18.0

Por el cronograma de estudio tridimensional espacioso y elaborado en edificaciones, ETABS, se ejecutó el estudio Estático no Lineal Incremental: Pushover en la estructura para comprobar si obedeció a la normativa respectivo a edificaciones primordiales como son las Instituciones Educativas; Para lo cual, se empleó el Expediente Técnico de dicho módulo, se ejecutaron los posteriores pasos:

- Por encima a la estructura enseñada para el análisis estático y dinámico

Figura 14*Estructura modelada del edificio Nicolini**Fuente: Elaboración propia*

- Elaborar el patrón de cargas lateral

Figura 15*Patrones de carga x*

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-cm
Story6	D1	245.4699	0	0
Story5	D1	218.5754	0	0
Story4	D1	283.9724	0	0
Story3	D1	207.9134	0	0
Story2	D1	124.1107	0	0
Story1	D1	32.1745	0	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

Sort Rows Add Row Delete Row(s)

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16*Patrones de carga y*

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-cm
Story6	D1	0	245.4699	0
Story5	D1	0	218.5754	0
Story4	D1	0	283.9724	0
Story3	D1	0	207.9134	0
Story2	D1	0	124.1107	0
Story1	D1	0	32.1745	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

Sort Rows Add Row Delete Row(s)

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia

- Elaborar el peso pushover en la dirección X y en la dirección Y

Figura 17*Carga Pushover x*

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSHOVERX Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: masa

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	F LATERALX	1

Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Default Modify/Show...

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia

Figura 18*Carga Pushover y*

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSHOVERY [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: masa

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	F LATERALY	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia

- Asignación de rótulas plásticas

Figura 19*Asignación de rótulas en vigas*

Auto Hinge Assignment Data

Auto Hinge Type: From Tables in ASCE 41-17

Select a Hinge Table: Table 10-7 (Concrete Beams - Flexure) Item i

Degree of Freedom

M2

M3

V Value From

Case/Combo: CGNL

User Value: V2 [] tonf

Transverse Reinforcing

Transverse Reinforcing is Conforming

Reinforcing Ratio (p - p') / pbalanced

From Current Design

User Value (for positive bending) []

Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity

Drops Load After Point E

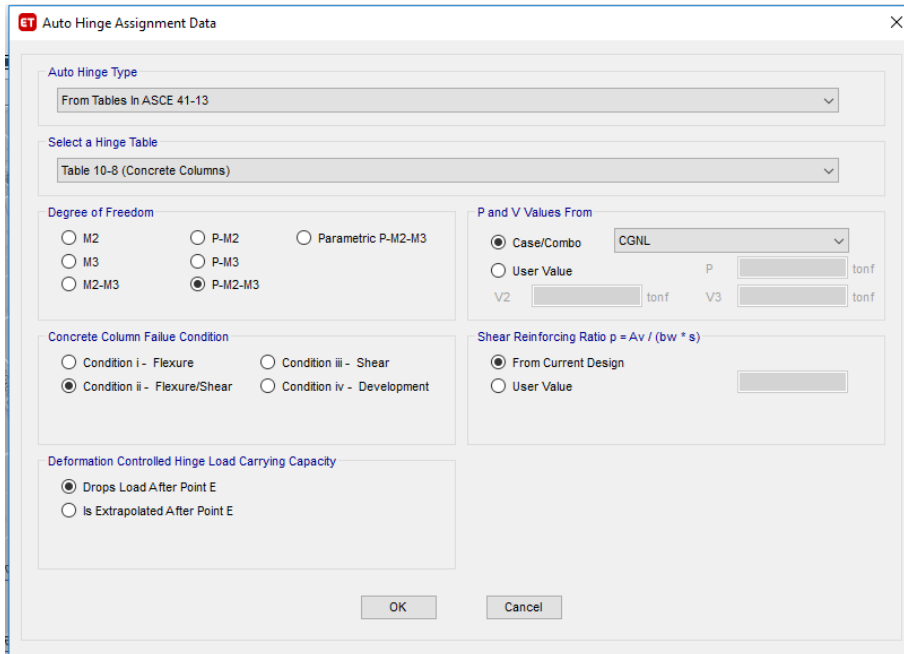
Is Extrapolated After Point E

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Asignación de rótulas columnas



Fuente: Elaboración propia

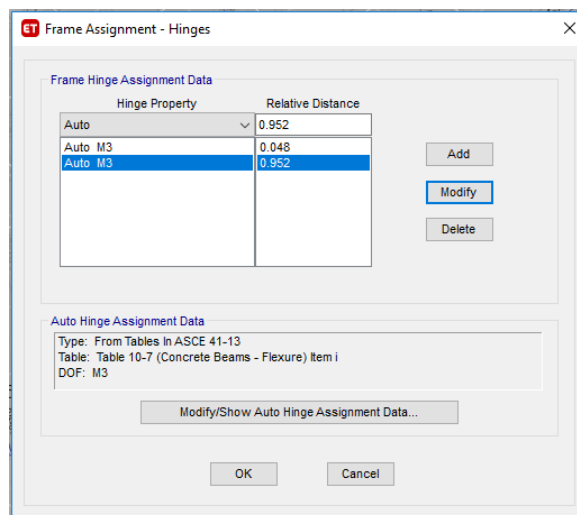
- Asignación en la lejanía relativa para la formación de las rótulas plásticas en vigas

Figura 21

Asignación de distancia de rótulas

LUZ	620
COLUMNA IZ	60
COLUMNA DE	60

DISTANCIA DE ROTULAS	
ROTULA IZQ	4.8%
ROTULA DER	95.2%

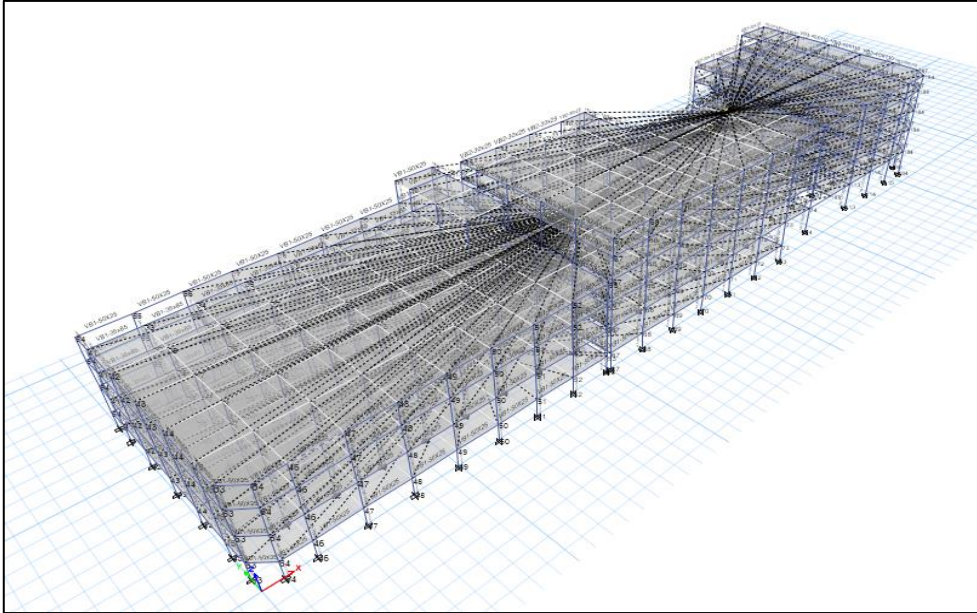


Fuente: Elaboración propia

- Asignación de diafragmas

Figura 22

Diagrama rígido

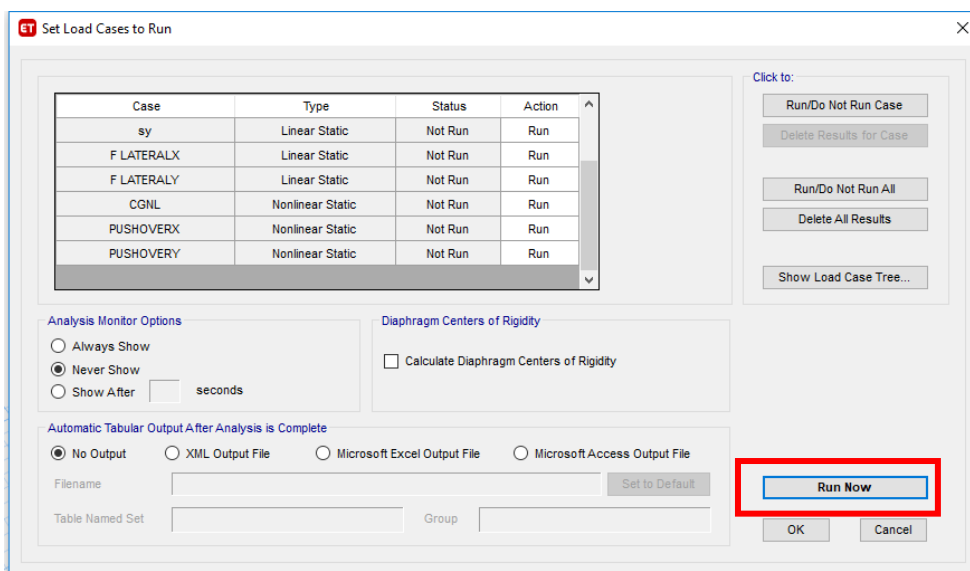


Fuente: Elaboración propia

- Correr el programa

Figura 23

Corrida de las cargas

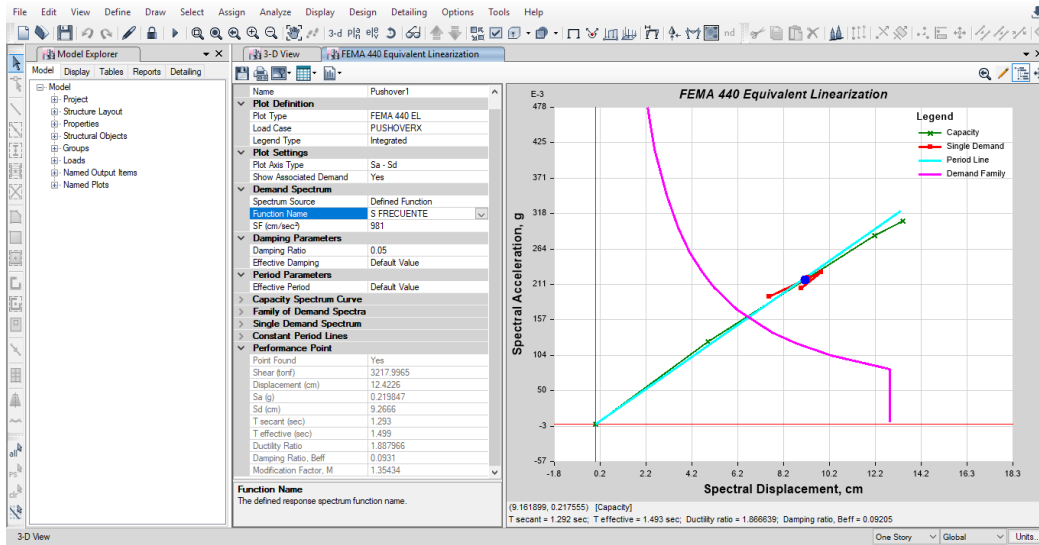


Fuente: Elaboración propia

Resultados Pushover x-x (Método FEMA 440)

Figura 24

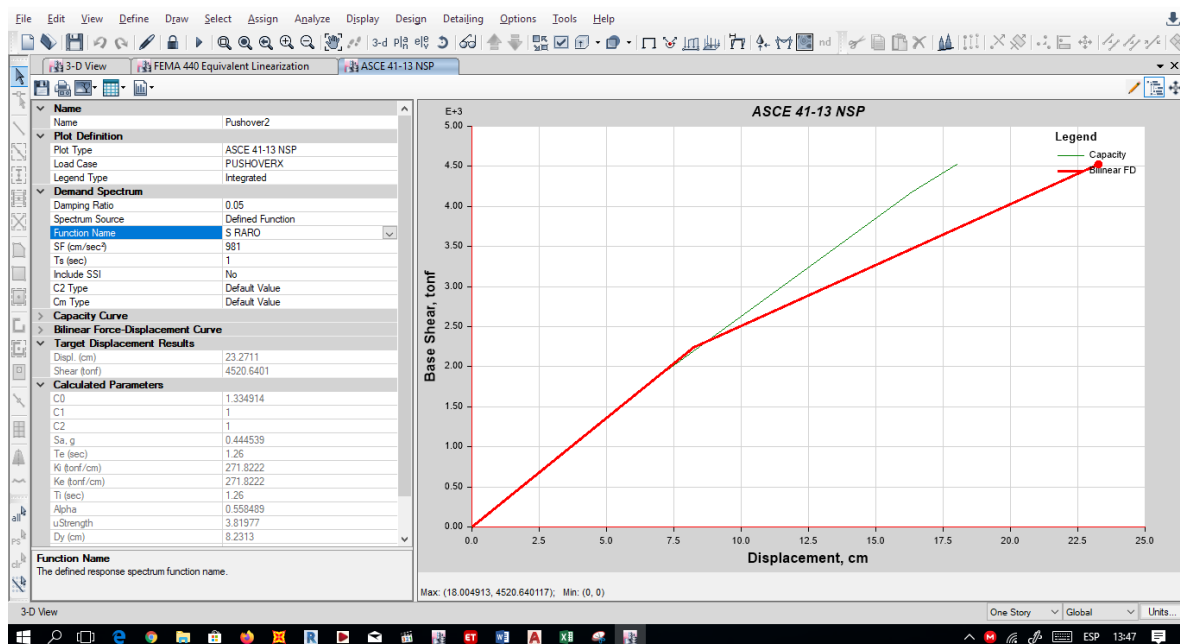
Punto de desempeño para ocupación inmediata en el eje x



Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Punto de desempeño para ocupación inmediata en el eje y



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1

Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para ocupación inmediata

Sistema	Estructura del edificio del centro comercial Nicolini					
	Desplazamiento		Cortante		Periodo	
Nivel de desempeño	x	y	x	y	x	y
Ocupación inmediata	9.26	-	3,217.99	-	1.5	-
Seguridad de vida	11.69	-	4,014.09	-	1.63	-
Próximo al colapso	-	-	-	-	-	-
Colapso	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos por el análisis no lineal pushover, se observa en la dirección x, que el sismo es habitual el punto de rendimiento se encuentra desplazándose a 9.26cm y para un sismo es de vez en cuando el punto de rendimiento se encuentra desplazándose a 11.69cm y para un nivel de demanda en sismo singular y muy raro no intercepta la curva de espacio con el espectro de demanda lo cual no garantiza que la estructura este cumpliendo con los parámetros brindados por el FEMA 440. en la dirección x, para ningún tipo de demanda sísmica no intercepta que curva de suficiencia con el espectro de una demanda lo cual no garantiza que la estructura este cumpliendo con los parámetros brindados por el FEMA 440.

Tabla 2

Resultados de ductibilidad estructural del Centro comercial Nicolini

Sistema Demanda sísmica	Estructura del edificio Nicolini (MODELO 1)									
	Ductibilidad de la estructura									
	x					y				
	Δu	Δy	Δd	ud	u	Δu	Δy	Δd	ud	u
Sismo frecuente	18	6.58	10.15	1.54	2.74	12.59	3.36	9.89	2.94	3.75
Sismo Ocasional	18	6.58	12.14	1.84	2.74	12.59	3.36	11.75	3.5	3.75
Sismo raro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sismo muy raro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos por el análisis no lineal pushover, se observa en la dirección x se tiene una ductilidad de 2.74 y en la dirección y se tiene una ductilidad estructural de 3.75, se concluye que la estructura no se comporta de manera dúctil antes las demandas sísmicas.

Figura 26

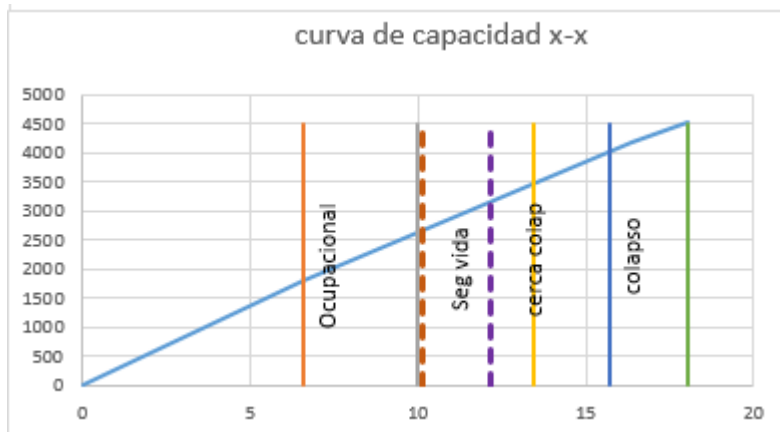
Demanda sísmica del edificio del centro comercial Nicolini

Sismo Frecuente		
10.15	0	— — — — —
10.15	4500	
Sismo Ocasional		
12.14	0	— — — — —
12.14	4500	
Sismo Raro		
		— — — — —
Sismo muy Raro		
		— — — — —

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Gráfica de niveles de desempeño



Fuente: Elaboración propia

El análisis estático no lineal determina la seguridad de vida de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019

Metodología. - Análisis estático no lineal (Pushover)

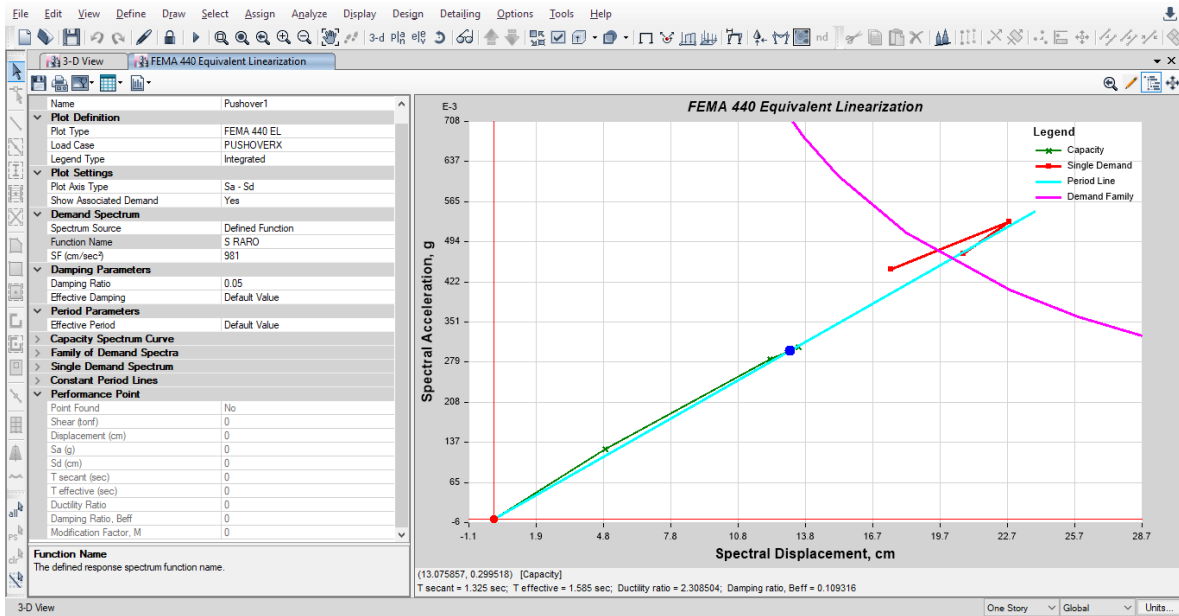
En el proceso avanzado de estudio para determinar el desempeño de una estructura. Es un instrumento que se usa también para determinar y relacionar procesos en diseño apoyado en el movimiento como en otros diseños de estructuras existentes como también en estructuras anticipadas a su construcción.

Se basa en el empleo a embarcar laterales a la estructura hasta obtener que se desplome. “El patrón de cargas laterales aumenta de manera inmóvil, monótona llevando a la estructura a desplomarse. La deformación de los elementos estructurales debido a la aplicación de cargas debe ser similar a la deformación que ocurriría durante un sismo. Por lo tanto, se emplea espectro de sismos que fueron registrados por sismógrafos por definidas áreas geográfica, aparentando la máxima intensidad (sismo último) avanzando dicho sismo definidas cantidades ocasiones.

Por el estudio inmóvil no lineal aumentado obtenemos la curva de espacios o curvas pushover y el espectro. “Existen procedimientos como el método de espectro de amplitud (MEC), que usa la interrelación entre el espectro de capacidad y espectro de respuesta disminuyendo la evolución al límite de movimiento en la estructura; otro procedimiento es el método de coeficiente de desplazamiento (MCD) que emplea un estudio pushover y una interpretación transformada al mínimo movimiento idéntico del desplazamiento para estimar el límite de movimiento.

Figura 28

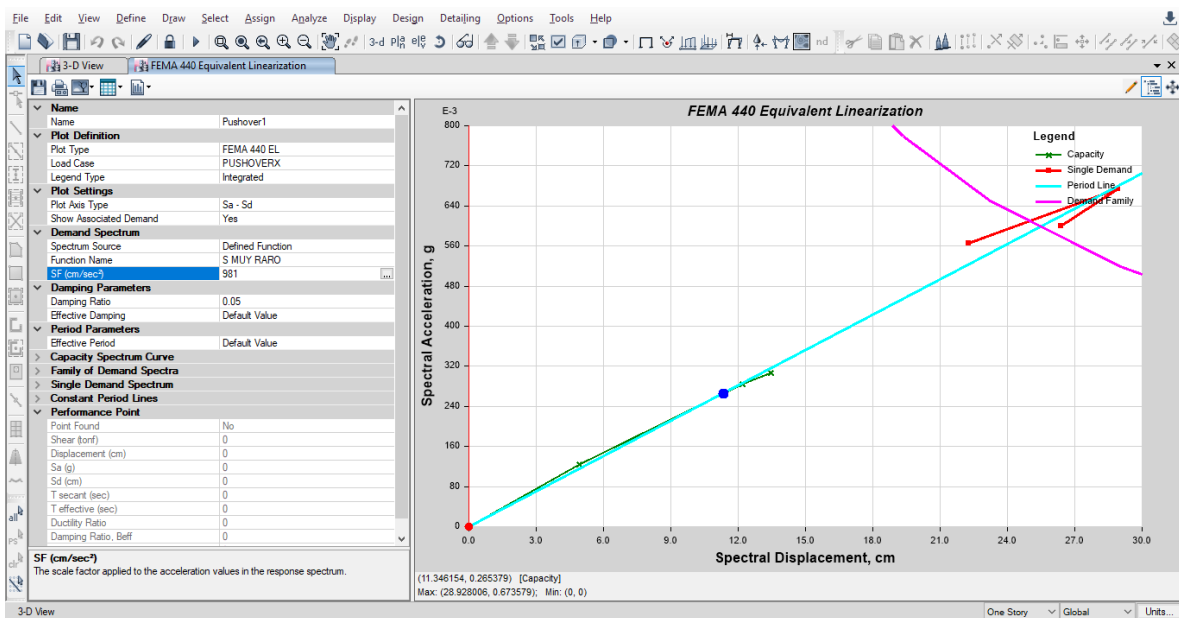
Puntos de desempeño para seguridad de vida en eje x



Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Puntos de desempeño para seguridad de vida en eje y



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para seguridad de vida

Sistema	Estructura del edificio del centro comercial Nicolini					
	Desplazamiento		Cortante		Periodo	
Nivel de desempeño	x	y	x	y	x	y
Ocupación inmediata	9.26	-	3,217.99	-	1.5	-
Seguridad de vida	11.69	-	4,014.09	-	1.63	-
Próximo al colapso	-	-	-	-	-	-
Colapso	-	-	-	-	-	-

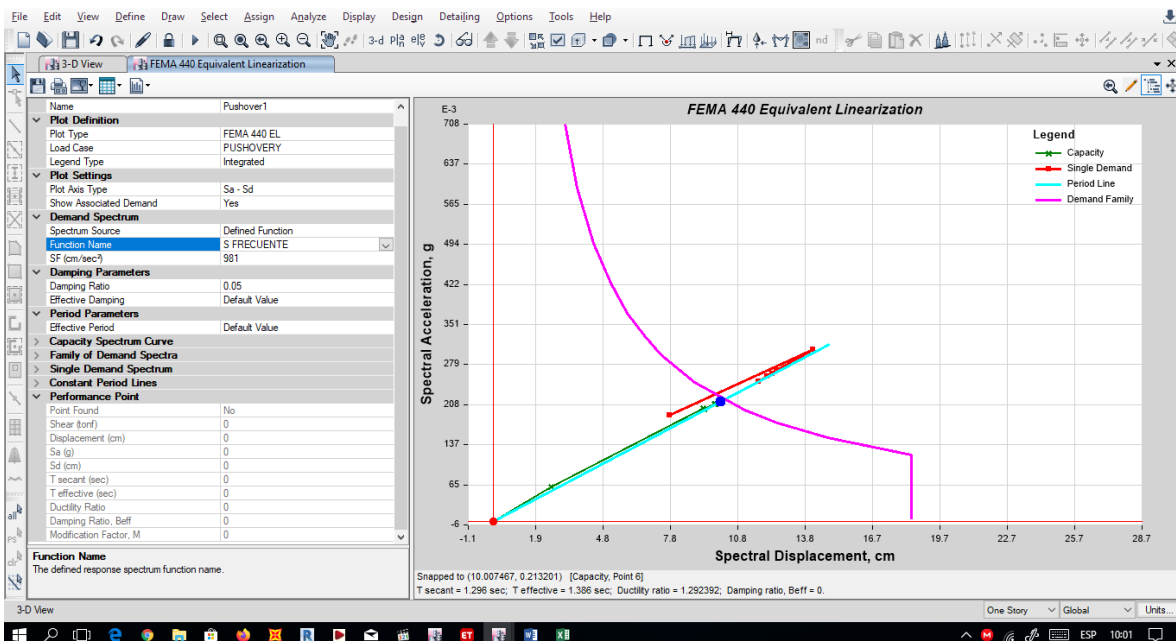
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos por el análisis no lineal pushover, se observa en la dirección x, que para un nivel de rendimiento en protección de vida con un desplazamiento de 9.26cm

El análisis estático no lineal determina el próximo al colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima

Figura 30

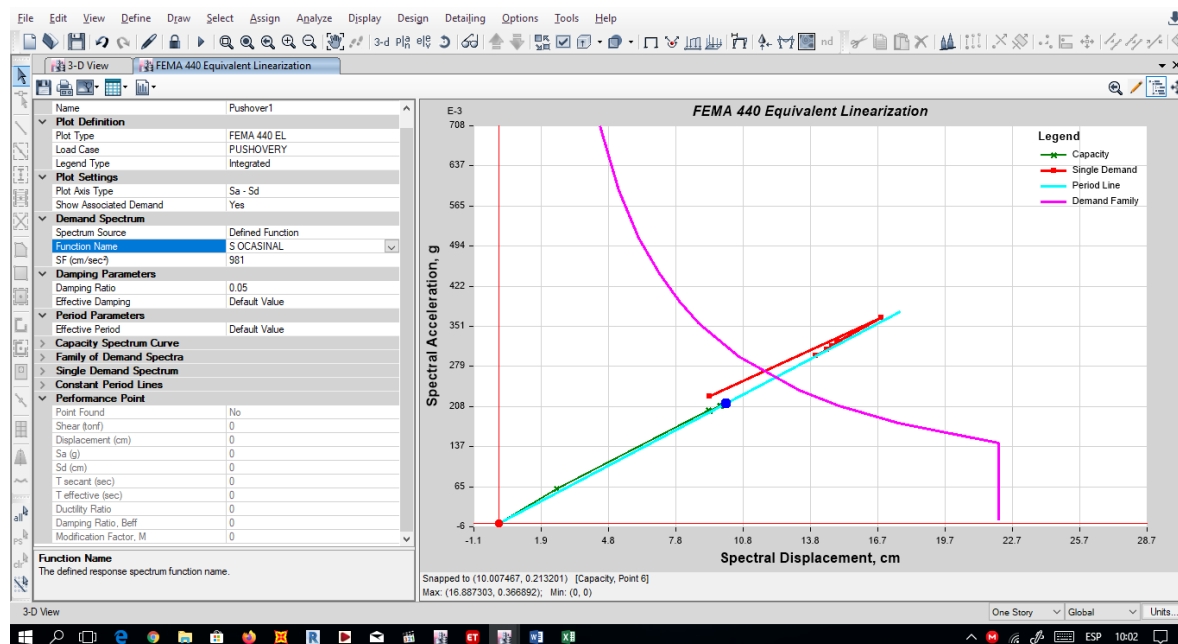
Punto de desempeño para próximo al colapso en el eje x



Fuente: Elaboración propia

Figura 31

Punto de desempeño para próximo al colapso en el eje y



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para próximo al colapso

Sistema	Estructura del edificio del centro comercial Nicolini					
	Desplazamiento		Cortante		Periodo	
Nivel de desempeño	x	y	x	y	x	y
Ocupación inmediata	9.26	-	3,217.99	-	1.5	-
Seguridad de vida	11.69	-	4,014.09	-	1.63	-
Próximo al colapso	-	-	-	-	-	-
Colapso	-	-	-	-	-	-

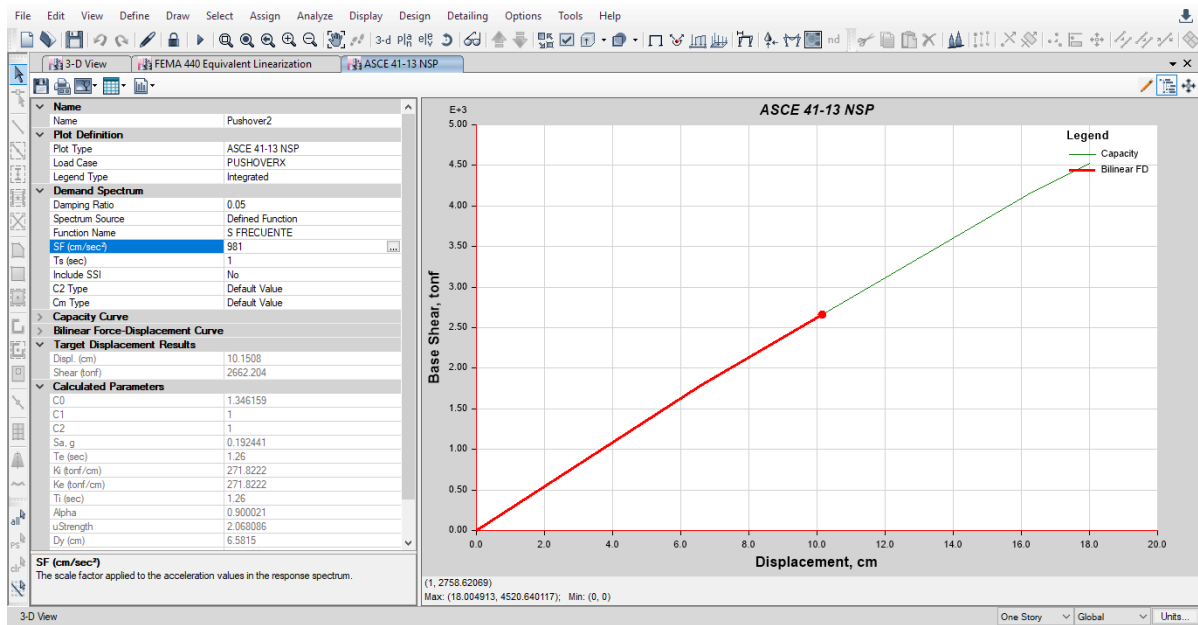
Fuente: Elaboración propia

Para próximo al colapso, la estructura no se encuentra apta, es decir por su configuración estructural, no tiene la capacidad de llegar a este nivel de rendimiento sísmico.

El análisis estático no lineal determina el colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima

Figura 32

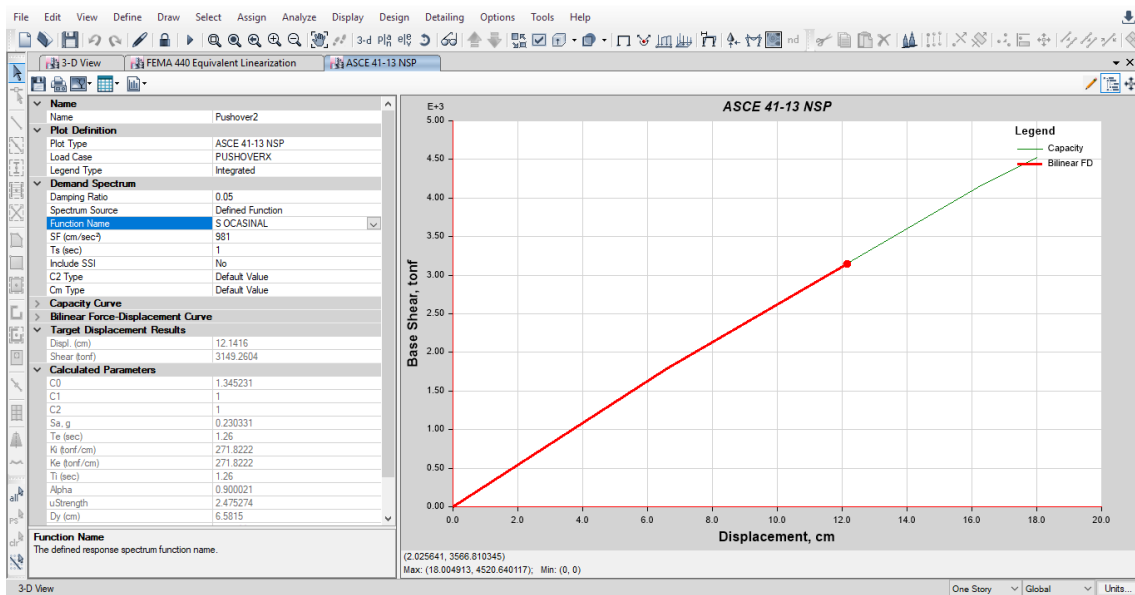
Punto de despiece de la estructura para colapso en el eje x



Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Punto de despiece de la estructura para colapso en el eje y



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Resultados de punto de desempeño del centro comercial Nicolini: Para colapso

Sistema	Estructura del edificio del centro comercial Nicolini					
	Desplazamiento		Cortante		Periodo	
Nivel de desempeño	x	y	x	y	x	y
Ocupación inmediata	9.26	-	3,217.99	-	1.5	-
Seguridad de vida	11.69	-	4,014.09	-	1.63	-
Próximo al colapso	-	-	-	-	-	-
Colapso	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Hacia el nivel en rendimiento “Colapso”, la estructura no se encuentra preparada, es decir que, por su configuración estructural, esta estructura no podrá llegar a alcanzar el nivel de desempeño *Colapso*.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

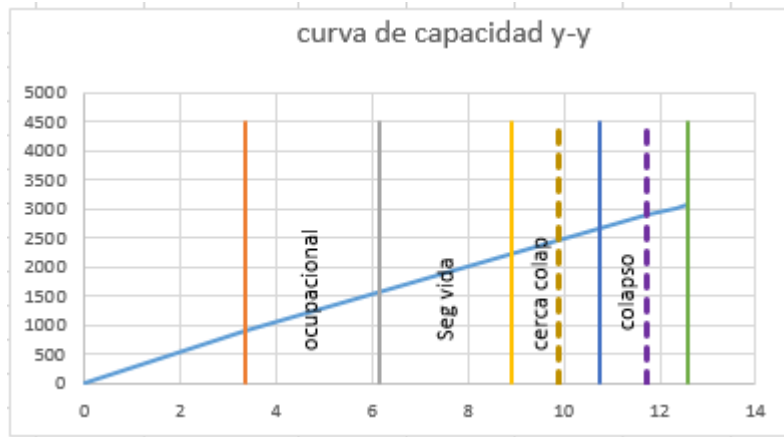
Para un Nivel de rendimiento Ocupacional

Como la frontera de aceptabilidad brindados por la junta visión 2000, del centro comercial Nicolini no cumple con los límites de aceptabilidad, la cual para un nivel de desempeño Ocupacional la demanda es un sismo habitual.

Para un nivel en demanda hacia el sismo raro que no define ni intercepta la curva de competencia del espectro en rendimiento lo cual no garantiza que la estructura este cumpliendo con los parámetros brindados por el FEMA 440. En la dirección x, para ningún tipo de demanda sísmica no intercepta la curva de competencia con el espectro de rendimiento lo cual no garantiza que la estructura este cumpliendo con los parámetros brindados por el FEMA 440.

Respecto al Nivel en desempeño de protección de vida

Según los límites de aceptabilidad brindados por el comité visión 2000, en el centro comercial Nicolini no cumple con los límites de aceptabilidad, la cual para un nivel de rendimiento en la protección de vida la demanda es un sismo raro.

Figura 34*Gráfica de niveles de desempeño**Fuente:* Elaboración propia

Nivel de desempeño próximo al colapso

Según los límites de aceptabilidad brindados por el comité visión 2000, en el centro comercial Nicolini no cumple con los límites de aceptabilidad, la cual para un nivel de desempeño próximo al colapso la demanda es un sismo muy raro.

Los resultados obtenidos son re acuerdo a las normas de diseño sismo resistente E030, la FEMA 440 y el ASCE 41-13, La cual es el proceso desarrollado del estudio para determinar el rendimiento de una estructura. Es un instrumento que se emplea para determinar y relacionar al proceso de diseño basado en el movimiento, otros modelos de estructuras halladas como también estructuras antes construidas.

Nivel de desempeño colapso

Como la frontera de aceptabilidad brindados por la junta visión 2000, del centro comercial Nicolini no cumple con los límites de aceptabilidad, la cual un nivel de desempeño en colapso es el final de la estructura.

Los resultados obtenidos son re acuerdo a las normas de diseño sismo resistente E030, la FEMA 440 y el ASCE 41-13, La cual es el proceso desarrollado del estudio para determinar el rendimiento de una estructura. Es un instrumento que se emplea para determinar y relacionar al proceso de diseño basado en el movimiento, otros modelos de estructuras halladas como también estructuras antes construidas.

CONCLUSIONES

1. Podemos mencionar la ocupación inmediata es un nivel de desempeño de se debe cumplir para un sismo ocasional con un periodo de retorno de 72 años lo cual a cumplir con esa regla brinda por el Comité Visión 2000.
2. Acerca de la protección de vida mencionamos que es un nivel de rendimiento de se debe cumplir para un sismo raro con un periodo de retorno de 475 años lo cual a cumplir con esa regla brinda por el Comité Visión 2000.
3. El Próximo al colapso es un nivel de desempeño de se debe cumplir para un sismo raro con un periodo de retorno de 970 años lo cual a cumplir con esa regla brinda por el Comité Visión 2000.
4. Al sobrepasar el nivel de desempeño próximo al colapso se incursiona en el nivel colapso la cual sería el derrumbe y final de la estructura estando fuera de los parámetros brindados por la junta Visión 2000.
5. El nivel del rendimiento nos ayudan a verificar que la estructura centro comercial Nicolini se encuentren dentro de los límites de aceptabilidad brinda por el Comité Visión 2000.

RECOMENDACIONES

Estudiar el comportamiento de distintos modelos estructurales e incluir la variabilidad de repartición en planta y en altura de los elementos estructurales, con la finalidad de estudiar el efecto de variación de la rigidez en la respuesta general de la estructura de un edificio.

Realizar investigaciones de desempeño sísmico para estructuras de edificios del tipo dual diseñado con los requerimientos de la normatividad peruana vigente y evaluar su respuesta frente a diferentes niveles de alguna amenaza sísmica.

Se sugiere demoler la infraestructura del centro comercial Nicolini porque el continuar con la edificación existente sería atentar contra la vida de los ocupantes de dicha infraestructura, así como de los potenciales clientes al centro comercial.

REFERENCIAS

- Aguiar, R. (2003). *Análisis Sísmico por Desempeño*. Bogotá, Colombia: Universidad de Fuerzas Armadas.
- Balcázar, D., (2017). *Desempeño sísmico del edificio administrativo de la unidad académica de ingeniería civil*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala; Machala, Ecuador.
- Barrios, J. (18 de agosto de 2017). *academia.edu*. Obtenido de Qué es la cuantía de área de acero.
- Calcina, R., (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal*. (Tesis de posgrado). Universidad Privada de Tacna; Tacna, Perú.
- Casana, G., (2018). *Desempeño Sísmico de un Edificio de 14 pisos con Disipadores de Energía en la ciudad de Tumbes – 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.
- Castillo, M., (2016). *Análisis estático no lineal: aplicación de métodos avanzados a un edificio típico de la República Dominicana*. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España.
- Civilengineeringtr. (17 de agosto de 2017). *scontent.cdninstagram.com*. Obtenido de

Rotula plástica en una columna: http://scontent.cdninstagram.com/t51.2885-5/s480x480/e35/17881138_1020069518137409_3915124013294157824_n.jpg?ig_cache_key=MTQ4OTg1ODkxNDkyNDI2OTc4NQ%3D%3D.2

Chancha, J., (2018). *Evaluación del desempeño estructural mediante procedimiento no lineales en puentes de concreto reforzado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica; Huancavelica, Perú.

Choque, J. y Luque, E., (2019). *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la Norma E.030*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Piura.

Crisafulli, F., & Villafañe, E. (2002). *Espectros de respuesta y de diseño*. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.

Duarte, C., Martínez, M. y Santamaría, J., (2017). *Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Andrés Bello; Caracas, Venezuela.

FEMA 349. (s.f.). FEMA 349. *Agencia federal para la gestión de emergencias*. EEUU: Federal Emergency Management Agency iv.

FOPAE, F. D. (2011). *Guía Técnica para Inspección de Edificaciones Después de un Sismo*

(Tercera ed.). Bogotá: FOPAE.

Gálvez, A. (30 de noviembre de 2010). *Verificación del desempeño sísmico metodología y ejemplos*. Obtenido de IX Convención internacional lima: http://www.aciperu.org/eventos/IX_Conv_Nov/06_Adolfo_Galvez%20_-_Verficac

Geofisicaexploraciones. (2017). *Ingeniera sísmica aplicada a la ingeniería*. Obtenido de <http://geofisicaexploraciones.com/ingenieria-sismica-aplicada-a-la-ingenieria/>

González, C., (2018). *Análisis estático no lineal (Pushover) de estructura aportada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad aplicando la norma sismorresistente colombiana 2010 (NRS-10)*. (Tesis de posgrado). Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador.

Lara, G., (s.f.). *Funciones de confiabilidad para diseño sísmico de edificios esbeltos con sistemas estructurales duales*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., México.

Marte, C., (2014). *Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal ("push-over")*. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España.

Mendoza, M., (2011). *Desarrollo y validación de un método de evaluación y diseño sísmico basado en desempeño para edificios de concreto reforzado*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., México.

Mora, M., Villalba, J., & Maldonado, E. (Julio de 2006). *scielo.org.co*. Obtenido de Revista Ingenierías Universidad de Medellín: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242006000200006

Paz, E. (2012). *Procedimiento de cálculo para la elaboración de espectros sísmicos para el diseño sismorresistente de estructuras*.

Peralta, M., (2012). *Análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal del hospital de Vielha*. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España.

Poma, J., (2018). *Software educativo para la automatización del análisis no lineal estático pushover en estructuras de concreto armado*. (Tesis de posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú; Lima, Perú.

Ramírez, C., (2013). *Estimación de la capacidad sísmo-resistente en edificaciones de concreto armado modeladas con acero comercial aplicando el método análisis estático no lineal "pushover"*. (Tesis de pregrado). Católica Andrés Bello; Caracas, Venezuela.

Researchgate. (agosto de 2017). *researchgate.net*. Obtenido de Espectro-elástico:

https://www.researchgate.net/figure/309182918_fig3_Figura-5-Espectro-elastico-con-los-espectros-de-respuesta-y-el-espectro-medio

Salcedo, Y., (2017). *Desempeño sísmico por el método push-over de un edificio construido en la ciudad de Barranquilla bajo la Norma NSR-10*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Costa; Barranquilla, España.

Slebi, C., y Vargas, D., (2014) en su tesis denominada: *Análisis y aplicación del método estático no lineal en columnas reforzadas con disipación especial de energía*. (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana; Bucaramanga, Colombia.

Tapia, E. (18 de agosto de 2017). *Scielo*. Obtenido de Diseño sísmico de marcos de acero contraventeados: Parte 1: recomendaciones de diseño: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-92X2013000100003

Upcommons. (27 de Agosto de 2017). *Desempeño sísmico de edificaciones*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93538/15CAPITULO6.pdf>

Valencia, J., (2012). *Análisis del método “modal push-over” y su incidencia en el cálculo de pórticos de hormigón armado en el cantón de Ambato*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador.

Vergara, A. y Zevallos, M., (2014). *Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo, Perú.

Villanueva, G., (2009). *Diseño sísmico por desempeño aplicado a un edificio de hormigón armado*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile; Valdivia, Chile.

Villanueva, M., (2018). *Desempeño sísmico del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.

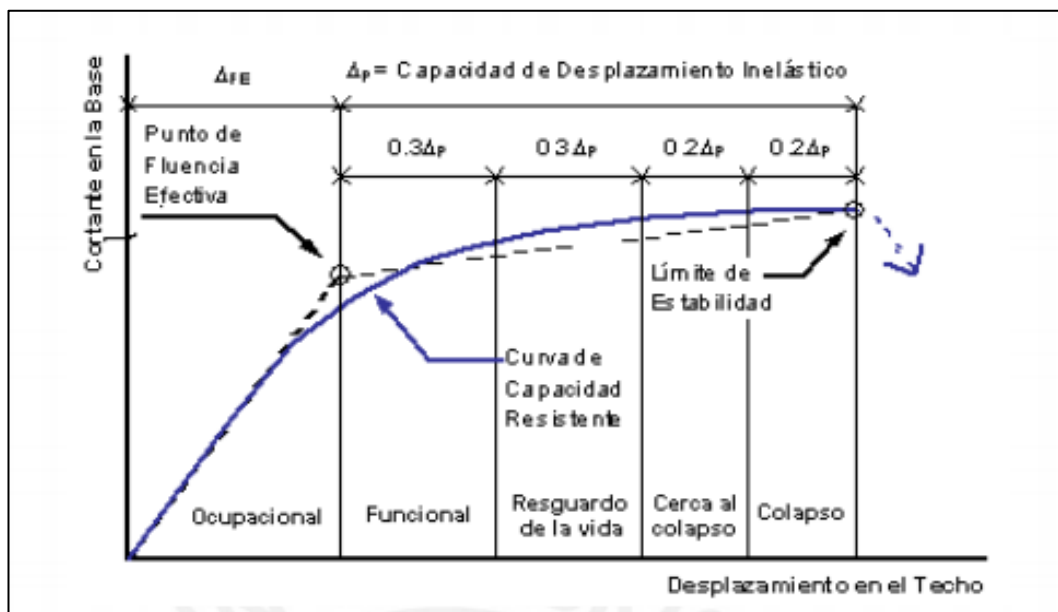
ANEXOS

Figura 35*Niveles de desempeño según visión 2000*

COMITÉ VISION 2000		Nivel de desempeño de la edificación			
		Totalmente Operacional	Operacional	Resguardo de vida	Cerca al colapso
Nivel de demanda sísmica	Sismos frecuentes (43 años)	3			
	Sismos ocasionales (72 años)	2	3		
	Sismos raros (475 años)	1	2	3	
	Sismos muy raros (970 años)	1	1	2	3

	3	Edificaciones Comunes
	2	Edificaciones Esenciales
	1	Edificaciones de Seguridad Crítica

Fuente: Visión 2000

Figura 36*Sectorización de la curva de Capacidad*

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL EN EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO SINIISTRADO CENTRO COMERCIAL

NICOLINI, LIMA

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿De qué manera el análisis estático no lineal determina en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina la ocupación inmediata de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p>	<p>A Nivel Internacional</p> <p>González, C., (2018). <i>Análisis estático no lineal (Pushover) de estructura aporticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad aplicando la norma sismorresistente colombiana 2010 (NRS-10)</i>. (Tesis de posgrado). Universidad Técnica de Ambato; Ambato, Ecuador.</p> <p>Lara, G., (s.f.). <i>Funciones de confiabilidad para diseño sísmico de edificios esbeltos con sistemas estructurales duales</i>. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., México.</p> <p>Marte, C., (2014). <i>Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal ("push-over")</i>. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Cataluña; Barcelona, España.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El análisis estático no lineal determina significativamente en el nivel de desempeño sísmico de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Análisis estático no lineal</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad - Demanda 	<p>Método: Hipotético deductivo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: No Experimental; Transversal o transeccional.</p>

<p>Problemas Específicos</p> <p>¿De qué manera el análisis estático no lineal determina la ocupación inmediata de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?</p> <p>¿De qué manera el análisis estático no lineal determina la seguridad de vida de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?</p> <p>¿De qué manera el análisis estático no lineal determina el próximo al colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?</p> <p>¿De qué manera el análisis estático no lineal determina el colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina la ocupación inmediata de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p> <p>Evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina la seguridad de vida de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p> <p>Evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina el próximo al colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p> <p>Evaluar de qué manera el análisis estático no lineal determina el colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p>	<p>A Nivel Nacional</p> <p>Poma, J., (2018). <i>Software educativo para la automatización del análisis no lineal estático pushover en estructuras de concreto armado</i>. (Tesis de posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú; Lima, Perú, llegó</p> <p>Vergara, A. y Zevallos, M., (2014). <i>Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad</i>. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego; Trujillo, Perú.</p> <p>Villanueva, M., (2018). <i>Desempeño sísmico del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014</i>. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El análisis estático no lineal determina significativamente en la ocupación inmediata de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p> <p>El análisis estático no lineal determina significativamente en la seguridad de vida de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p> <p>El análisis estático no lineal determina significativamente en el próximo al colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p> <p>El análisis estático no lineal determina significativamente en el colapso de la estructura del edificio siniestrado centro comercial Nicolini, Lima – 2019.</p>	<p>Variable 2:</p> <p>Desempeño sísmico</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Totalmente operativo - Ocupación inmediata - Seguridad de vida - Prevención de colapso - Colapso 	<p>Población:</p> <p>La poblacional está conformado por las estructuras de los edificios siniestrados en la ciudad de Lima.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra será la estructura del edificio del centro comercial Nicolini, ubicado en la zona de las Malvinas de la ciudad de Lima.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------