



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado  
con y sin muro de corte, Lima 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Rodriguez Cruz Jairo Aldair (ORCID: 0000-0003-2087-7187)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mi familia por ser mi razón y motivo de lucha constante, sin ellos no hubiese llegado a cumplir mi meta.

## **Agradecimiento**

A mi familia por haberme apoyado en todo el desarrollo de mi carrera.

A mi pareja e hijo por estar conmigo en mis desvelos y haberme dado fuerzas para seguir adelante.

A mis amigos y familiares que han contribuido de una manera u otra en el desarrollo de mi tesis.

Al ing. Raúl Pinto por guiarme en este largo camino y brindarme su apoyo.

<b>Índice de contenidos</b>	<b>pág.</b>
Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	35
3.1. Tipo y Diseño de la investigación.....	36
3.2. Variables, operacionalización.....	37
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5. Procedimiento.....	40
3.6. Método de análisis de datos.....	41
3.7. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN .....	62
VI. CONCLUSIONES.....	69
VII. RECOMENDACIONES .....	72
REFERENCIAS	
ANEXOS	

<b>Índice de tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Categoría y sistema estructural de las edificaciones</i>	23
Tabla 2. <i>Límites para la deriva</i>	33
Tabla 3. <i>Operacionalización de variables</i>	39
Tabla 4. <i>Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas</i>	43
Tabla 5. <i>Características mecánicas de los materiales</i>	44
Tabla 6. <i>Detalle estructural de elementos de Concreto Armado</i>	46
Tabla 7. <i>Cargas mínimas permisibles por piso</i>	46
Tabla 8. <i>Cargas equivalentes por kg/m<sup>2</sup> según la norma E.020</i>	46
Tabla 9. <i>Combinaciones de cargas según el ACI 318-14</i>	49
Tabla 10. <i>Periodos modales de vibración según el ETABS 2017</i>	51
Tabla 11. <i>Distribución de masas por nivel según el ETABS 2017</i>	52
Tabla 12. <i>Desplazamientos</i>	53
Tabla 13. <i>Desplazamientos por nivel según el ETABS 2017</i>	54
Tabla 14. <i>Desplazamientos de la estructura con muro de corte según el ETABS</i>	55
Tabla 15. <i>Derivas de la edificación con muro de corte según el ETABS 2017.</i>	56
Tabla 16. <i>Cortantes dinámicas de la edificación con muro de corte según el ETABS</i>	57
Tabla 17. <i>Derivas de la edificación sin muro de corte y con efecto P – delta.</i>	58
Tabla 18. <i>Cortantes dinámicas de la edificación sin muro de corte y con efecto P – delta según el ETABS.</i>	59
Tabla 19. <i>Derivas de la edificación con muro de corte y con efecto P – delta.</i>	60
Tabla 20. <i>Cortantes dinámicas de la edificación con muro de corte y con efecto P – delta según el ETABS.</i>	61
Tabla 21. <i>Derivas de la edificación con muro de corte.</i>	63
Tabla 22. <i>Cortantes dinámicos de la edificación con muro de corte.</i>	64
Tabla 23. <i>Derivas de la edificación sin muro de corte.</i>	65
Tabla 24. <i>Cortantes dinámicos en estructura sin muro de corte por niveles.</i>	66

<b>Índice de figuras</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Deriva	34
Figura 2. Edificación de 13 niveles	38
Figura 3. Ubicación de estudio del proyecto	43
Figura 4. Modelo estructural en ETABS sin muro de corte	44
Figura 5. Detalle de distribución de carga viva y carga muerta por piso en ETABS	47
Figura 6. Introducción de cargas según Norma E 030 en ETABS 2017	50
Figura 7. Diafragma rígido en ETABS 2017	50
Figura 8. Periodo fundamental de la estructura en en ETABS 2017	51
Figura 9. Peso de la estructura en ETABS 2017	52
Figura 10. Introducción de espectro de sismo	53
Figura 11. Derivas entre pisos	55
Figura 12. Modelo estructural en ETABS sin muro de corte	56

## Resumen

En esta era moderna del siglo XXI, se debe diseñar una estructura alta para resistir la carga lateral como la fuerza del terremoto dentro de los límites permisibles establecidos por las normas. Para estructuras altas es necesario considerar la no linealidad, que generalmente se observa en geometría y materiales. Nuestro estudio se basa en el análisis "P-Delta" que incorpora la no linealidad geométrica en el análisis. El estudio se realizará en el software estructural ETABS. De este modo la Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte se considera el factor de zona sísmica de 0.45 que se encuentra en la Zona 4. En cuanto al análisis, el máximo desplazamiento respecto a las cargas sísmicas y a todos los modelos fue de 0.006168 m. El efecto P-delta es un efecto secundario sobre la estructura. También se conoce como "efecto de no linealidad geométrica". Para el análisis de los edificios de concreto armado de 13 niveles la carga sísmica se aplica en el modelo de estructura según la norma E 030 para zona 4 en el software ETABS. La combinación de carga para el análisis se establece según norma E 020. Todos los análisis se llevan a cabo en el software ETABS. Momento de flexión, se calcula el desplazamiento del piso con pared de corte y sin pared de corte y efecto p-delta.

Palabras clave: efecto P-Delta, desplazamiento, momento flector, carga lateral, muros de corte, edificios altos.

## Abstract

In this modern 21st century era, a tall structure must be designed to resist lateral load such as the force of the earthquake within the allowable limits set by the standards. For tall structures it is necessary to consider non-linearity, which is generally observed in geometry and materials. Our study is based on the "P-Delta" analysis that incorporates geometric nonlinearity in the analysis. The study will be carried out in ETABS structural software. Thus, the influence of the P-Delta effect on reinforced concrete buildings with and without a cut-off wall is considered to be the seismic zone factor of 0.45 found in Zone 4. As for the analysis, the maximum displacement with respect to loads seismic and all models was 0.006168 m. The P-delta effect is a side effect on the structure. Also known as "geometric nonlinearity effect". For the analysis of 13-level reinforced concrete buildings, the seismic load is applied in the structure model according to the E 030 standard for zone 4 in the ETABS software. The load combination for the analysis is established according to the E 020 standard. All analyzes are carried out in the ETABS software. Bending moment, the displacement of the floor with cut wall and without cut wall and p-delta effect is calculated.

Keywords: P-Delta effect, displacement, bending moment, lateral load, shear walls, tall buildings.



## **I. INTRODUCCIÓN**

El rápido crecimiento de la urbanización en todo el mundo indica que hay un movimiento creciente de población que resulta en alta concentración de actividades de construcción de edificios de concreto armado en zonas urbanas, esto lleva a una demanda cada vez mayor de terrenos para la construcción debido a que la tierra es un recurso escaso para desarrollos en cualquier área urbana y por ello existe una fuerte presión sobre la tierra disponible. Por razones económicas, las personas tienden a construir edificios de concreto armado con superficie máxima en el terreno disponible y en consecuencia, la construcción de estos edificios de concreto armado es cada vez más inevitable en zonas urbanas. La estructura del edificio de concreto armado está diseñada para áreas óptimas construidas según los requisitos y la comodidad de los ocupantes de tal manera que el sistema estructural es económicamente factible y suficientemente seguro para resistir todas las fuerzas laterales ante un sismo. Las estructuras sujetas a cargas laterales a menudo experimentan una fuerza secundaria debida al movimiento del punto de aplicación de cargas vertical, este efecto secundario, comúnmente conocido como efecto P-Delta juega un papel importante en el análisis de la estructura.

En vista de la popularidad y la menor disponibilidad de tierra, las estructuras son solo soluciones para superar los problemas. Se debe diseñar una estructura para resistir la carga lateral como la fuerza del terremoto dentro de los límites permisibles establecidos por las normas. Las cargas son principalmente de dos tipos que son cargas de gravedad y cargas laterales como carga de terremoto. Las fuerzas sísmicas son otros dos tipos, fuerzas estáticas y fuerzas dinámicas. Estructura y ley de zonas sísmicas solamente. Para estructuras altas es necesario considerar la no linealidad, que generalmente se observa en geometría y materiales. Nuestro estudio se basa en el análisis "P - Delta" que incorpora la no linealidad geométrica en el análisis. El estudio se realizará en el software estructural ETABS. En el presente estudio, el análisis sísmico de un edificio de concreto armado de varios pisos con y sin efectos P-Delta se analizan mediante el uso de ETABS estructural software de análisis Se considera el factor de zona sísmica que se encuentra en la zona IV. Del análisis, los desplazamientos respecto a las cargas sísmicas son mínimos en comparación con la carga sísmica con efectos P-delta. El efecto P-delta es un efecto secundario sobre la estructura. También se conoce como "efecto de

no linealidad geométrica". En este estudio se estudia el efecto P-delta en edificios. Los edificios enmarcados están modelados. La carga sísmica se aplica en el modelo de estructura según en el software ETABS. La combinación de carga para el análisis se establece según la norma peruana E 030. Todos los análisis se llevan a cabo en el software ETABS. Momento flector, se calcula el desplazamiento del piso con pared cortante y sin pared cortante y efecto p-delta. Los efectos P- delta disminuyen el desplazamiento del piso por terremoto con muros de corte. La fuerza axial aumenta a medida que el número de los niveles del edificio aumenta El momento flector se incrementa en la columna en la planta baja el cual se encuentra en aumento, así como también en las paredes cortantes, lo cual también nos dará un aumento después de los efectos P-delta.

Las edificaciones de hoy en día son la gran demanda de una nueva era, de ahí la necesidad de tener una óptima estructura ya que sin un diseño adecuado puede suceder un hecho catastrófico, lo cual es evidente desde las últimas décadas debido a que las estructuras son propensas a ser afectadas por varios parámetros ya sea por su propio peso o movimiento sísmico. En general el análisis de los edificios se realiza mediante el uso del método elástico lineal, que es el análisis estructural de primer orden en donde los desplazamientos y la fuerza interna son evaluados en relación con la estructura geométrica no deformada. Sin embargo, en algunos casos, la desviación de la estructura puede tener un efecto geométrico de segundo orden en el comportamiento de la estructura. Este tipo de no linealidad geométrica se puede analizar realizando a través de un iterativo proceso que solo son practicables usando una computadora programada. Generalmente se conoce como análisis de segundo orden, en este tipo de análisis, las deformaciones y fuerzas internas no son proporcionales a las cargas aplicadas. Los efectos de segundo orden generalmente se explican considerando los desplazamientos, fuerzas y momentos adicionales. Los efectos de segundo orden generan desviaciones adicionales, momentos y fuerzas más allá de las calculadas por análisis de primer orden. Por lo que debe ser considerado en el diseño.

P-Delta es un efecto no lineal (segundo orden) que ocurre en cada estructura donde los elementos están sujetos a carga axial. Eso es un "efecto" genuino que está asociado con la magnitud de la carga axial aplicada (P). Debido a que, la estructura

es impulsada aún más desarrollando una desviación de segundo orden. Este efecto de segundo orden experimentado es convenientemente denominado como efecto P-Delta. En base a este contexto, se presenta como proyecto de tesis “Evaluación del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019”.

La **formulación del problema** según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indican que: el planteamiento del problema de la investigación es la delimitación clara y precisa del objeto de la investigación que se realiza por medio de preguntas, lecturas, encuestas pilotos, entrevistas, etc. por ello el problema general es ¿Cuál será la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, ¿Lima 2019? Del mismo modo los **problemas específicos** son: ¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con muro de corte, ¿Lima 2019?, ¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado sin muro de corte, ¿Lima 2019? y ¿Cómo influye el efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, ¿Lima 2019?

En relación a la **justificación del estudio** en su aspecto teórico se menciona que el presente estudio contribuirá con brindar información acerca del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, teniendo en cuenta que esta evaluación se hará de acuerdo con los lineamientos de la Norma de diseño sismorresistente E. 030, en tal sentido, se pretenderá realizar algunas comparaciones de la edificación frente a un evento sísmico con y sin muro de corte, en nuestro país que se encuentra en la zona altamente sísmica y considerando el silencio sísmico desde 1746, por esta razón se evaluara las estructuras de las viviendas priorizando la vida y reduciendo el daño generado por la vulnerabilidad ante el sismo. También en el aspecto práctico se realiza porque existe la necesidad de evaluar y mejorar la respuesta sísmica de la estructura a través del efecto P-Delta con y sin muros de corte, del mismo modo planea cumplir con la gran demanda de una nueva era, de ahí la necesidad de tener una óptima estructura ya que sin un diseño adecuado puede suceder un hecho catastrófico, lo cual es evidente desde las últimas décadas debido a que las estructuras son propensas a ser afectadas por varios parámetros ya sea por su propio peso o movimiento sísmico. Se podría decir que, viéndolo desde un punto social, es de consideración

tener en cuenta la mejora de las edificaciones al mismo tiempo poder brindar seguridad y bienestar a las personas que vivan en ellas de aquí que el proyecto se justifica debido a la necesidad de brindar adecuada infraestructura en las viviendas, lo cual no cumplen con las normas de construcción. Por ello es necesario se realice una evaluación del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, de acuerdo con las especificaciones técnicas vigentes establecidas en la normatividad peruana. Y por último desde un estudio económico, en este proyecto de investigación es necesario se realice una evaluación del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, con lo cual minimizaríamos el costo de pérdidas humanas y materiales en un futuro, y a pesar de que se gastaría muchos recursos en la construcción de una edificación con muros de corte, a pesar de eso no existiría comparación debido a que lo que se gastaría en la reparación post-sismo, que quiere decir después de sucedido el movimiento sísmico, de la estructura en colapso este sería menor.

La **hipótesis** según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indica que: las hipótesis nos indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas a manera de proposiciones. Por este motivo nuestra **hipótesis general** menciona que el El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019. De este modo se plantearon las **hipótesis específicas** siguientes: El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con muro de corte, Lima 2019. El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado sin muro de corte, Lima 2019. La influencia del efecto P-Delta presenta variación en los resultados de edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.

Los **objetivos** según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indica que: un objetivo de investigación es el fin o meta que se pretende alcanzar en un proyecto, estudio o trabajo de investigación. También indica el propósito por el que se realiza una investigación. De este modo se elaboró el siguiente **objetivo general**: Determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019. En consecuencia, se elaboraron los siguientes

**objetivos específicos:** Determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019. Determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado sin muro de corte, Lima 2019. Comparar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019

## **II. MARCO TEÓRICO**

**Lakshmi (2017)** “*Seismic Performance of Tall Reinforced Concrete Buildings under P-Delta Analysis*”. Artículo de investigación en la revista International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). El objetivo del artículo del presente trabajo es determinar de qué manera el análisis P-delta influye en la variación de las respuestas de la estructura tales desplazamientos y deriva de pisos contra análisis estático lineal. Para realizar el análisis se utiliza el software ETABS 2016 para todos los modelos de cada caso. El análisis y diseño inapropiados de las estructuras pueden conducir a al colapso de la estructura. Por lo general, los edificios de varios pisos se analizan utilizando un análisis estático lineal general de un paso asumiendo las cargas completas que se aplicarán en la estructura. Pero puede haber muchas diferencias en los resultados obtenidos del análisis contra el aspecto práctico. Para estudiar los efectos de segundo orden o P-delta, se toma en cuenta los diferentes modelos de construcción de 5 pisos, 10 pisos, 15 pisos, 20 pisos, 25 pisos y 30 pisos los cuales fueron analizados en el software ETABS. Las cargas laterales, carga muerta y la carga viva se consideran para el diseño de la estructura como según el código de práctica estándar indio para la Zona Sísmica V. La comparación de los desplazamientos máximos y deriva máximas de pisos para diferentes modelos con y sin P-delta. Se concluyó que el rendimiento estructural de los edificios con diferentes alturas que se estudiaron, modeló y analizaron utilizando el software ETABS 2016. Son las siguientes conclusiones: El cambio en el desplazamiento y la deriva del piso debido a P - Delta efecto aumenta con el aumento en el número de pisos o altura del edificio. Tanto estático lineal como P - Delta son necesarios para estructuras de concreto armado. El efecto de segundo orden en el modelo de 5 pisos es de alrededor del 3%, que aumenta al 16% en el modelo de 30 pisos. En caso de deriva del piso, el porcentaje de aumento en la deriva del piso debido a P - Delta efecto en el modelo de 5 pisos es de aproximadamente 0,52% que aumentó a 13.75% en el modelo de 30 pisos. Por lo tanto 5 historia los modelos son los menos afectados, mientras que los modelos de 30 pisos son los más afectado por el efecto de segundo orden que indica el segundo orden Es necesario tener en cuenta los efectos para estructuras altas. Efecto P-Delta es insignificante hasta 10 pisos en edificios, pero mientras aumenta altura desde el décimo piso, hay un pequeño aumento en desplazamiento con efecto P-Delta así como en las fuerzas cortantes en sistemas sin muros de corte.



**Pattar y Muralal (2017)** "*P-delta effect on multi-storey buildings*". Artículo de investigación en la revista *I - Manager's Journal on Structural Engineering*. El objetivo de esta investigación implica encontrar un diseño de parámetros de edificios afectados por P-Delta, como desplazamiento lateral, cizalladura de base y momento en las columnas base. El análisis no iterativo de P-Delta se adopta para determinar el efecto P-Delta para simétricas estructuras rectangulares de planta regular. Se ha determinado que el marco desnudo de concreto armado requiere más de 20 historias para ser analizadas y diseñadas para el efecto P-Delta los cuales son significativamente controlados por los sistemas arriostrados y las estructuras de relleno de mampostería. La metodología aplicada en esta investigación consideró estructuras de varios pisos. El área edificada de 2 la estructura del edificio es de 345,6 m. La altura del piso inferior es 3,75 m y otros pisos de altura son 3 y tienen una uniforme distribución masiva sobre su altura. Cuatro bahías de 3,6 m en dirección Y y se consideran cuatro bahías de 6 m en dirección X para analizar. Se realiza el análisis no iterativo de P-Delta utilizando el software E-TABS para todos los modelos junto con no lineal análisis estático. Una investigación subyacente de P-Delta en este programa considera el efecto P-Delta de un solitario apilado Estado sobre la estructura. Determine el montón utilizando uno de las opciones que se acompañan: a) Ninguna Opción: utilizar esta opción de no considerar los impactos de P-Delta, incluida la expulsión impactos ya considerados, b) Opción no iterativa: la carga considerada consecuentemente de la masa en cada nivel como una pila de historia por historia sobre la estructura. Este enfoque es supuso, sin embargo, no requiere un análisis iterativo. Está la técnica es básicamente adecuada para estructuras simétricas modelos para considerar el efecto P-Delta. Las siguientes conclusiones se extraen de los resultados obtenidos en el estudio realizado: Las estructuras RC de marco desnudo rectangular que son más de 20 pisos deben analizarse y diseñado para efectos P-Delta. El análisis P-Delta no es necesario para mampostería de relleno estructuras de hasta 40 pisos de estructuras de edificios de 30 piso en adelante se ha observado que hay un aumento repentino de desplazamientos laterales y momentos de vuelco en estructuras de mampostería de relleno. Los sistemas de refuerzo totalmente externos son más eficientes estructuras que sistemas de refuerzo totalmente internos, porque desplazamientos y momentos de vuelco de

completamente los sistemas de refuerzo externo son menores que los completamente internos sistemas arriostrados en 27.5% y 17.06%, respectivamente del mismo modo, los sistemas de refuerzo parcialmente externos son más estructuras eficientes que parcialmente arriostradas sistemas, porque los desplazamientos y el vuelco momentos de sistemas de refuerzo parcialmente externos es menor que los sistemas de refuerzo parcial en un 26.03% y 34,80%, respectivamente.

**Pushparaj (2016)** *“Análisis del efecto p-delta en edificios de altas plantas”*. Artículo de investigación en la revista International Journal of Engineering Research and General Science. El objetivo de este estudio incluye el análisis de 20, 25 y 30 pisos R.C.C. construyendo con y sin considerar los efectos P-delta. Análisis se puede hacer con SAP 2000. La carga lateral es la carga del terremoto para la zona III. Si el cambio en los valores de deflexiones, fuerzas y Momentos de flexión considerando el efecto P-delta no es más del 10%, pueden ser descuidados. De este análisis podemos decidir si Es necesario incluir el efecto P-delta para los edificios de hasta 30 pisos. Análisis de edificios de gran altura en SAP 2000: Los edificios que tienen el mismo plan, pero con un número diferente de pisos se analizan en SAP 2000 con y sin considerar el efecto P-delta y se comparan sus resultados: 1) 20 pisos, 2) 25 pisos y 3) 30 pisos. En este estudio, los tres modelos de construcción con diferentes números de historias se analizan con y sin considerar el efecto P-delta para cargas sísmicas. Al estudiar los resultados del análisis, se extraen las siguientes conclusiones: a) A medida que aumenta el número de pisos, el efecto P-delta se vuelve más importante efecto El efecto P-delta solo se observa en algunas de las vigas y columnas (columnas exteriores y sus vigas adyacentes) en alguna carga casos. Si estos casos de carga gobiernan los casos de carga para el diseño del miembro, entonces solo podemos decir que es considerable. Está la condición se observa en edificios de 25 y 30 pisos y principalmente en edificios de 30 pisos. b) Entonces podemos decir que, al menos, es necesario verificar los resultados del análisis con y sin considerar el efecto P-delta para el edificio de 25 pisos (altura = 75 m). c) Se utiliza el método de análisis iterativo P-delta. La construcción se analiza para 10 números de iteraciones. Pero se encuentra que los resultados son convergió después de 2 iteraciones. Por lo tanto, no hay cambios en los resultados al aumentar el número de iteraciones. d)

También el análisis se realiza considerando la carga sísmica en otras zonas de la India. Se observan resultados similares en el formulario de aumento en las fuerzas internas. e) Por lo tanto, debemos realizar un análisis P-delta para diseñar un edificio mínimo de 25 pisos. Y edificios de hasta 25 pisos pueden ser diseñados por análisis primario convencional o análisis lineal. c) Esta conclusión es válida para edificios residenciales regulares de RCC y puede no ser aplicable para fines comerciales, educativos o industriales.

**Kirti (2015)** “*Comparative Study of Elastic Analysis and P- $\Delta$  Effect in Elevated Water Tank for Seismic Loads*”. Artículo de investigación en la revista International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). El objetivo de este proyecto es intentar comparar el análisis sísmico de los tanques de agua mediante el análisis elástico y el efecto p-delta. El tanque de agua circular y el tipo Intz se analizan para determinar la combinación de carga crítica considerando la zona severa (solo zona V). El análisis se realizará para la Fuerza Axial, la Fuerza de Corte y los Momentos con p-delta y sin condiciones de p-delta. En el estudio general del análisis sísmico, se descubre la combinación de carga crítica. Para estas combinaciones de carga crítica para diferentes alturas como 16M, 20M, 24M, se calculan varios parámetros. Una parte importante de este proyecto es descubrir la variación en altura en el desplazamiento de la columna y el momento de la columna para la misma capacidad del tanque a diferentes alturas de estadificación tomando las mismas dimensiones de arriostramiento y columna y se establece una correlación significativa entre estos parámetros. En la India, los tanques elevados se usan comúnmente en los sistemas públicos de distribución de agua. Estos tanques elevados son generalmente de concreto de cemento reforzado (RCC). Dado que estos tanques elevados son partes integrales de los sistemas de línea de vida, su seguridad sísmica es de considerable importancia. [4] Durante la respuesta sísmica, la deformación lateral aumenta muy bruscamente, lo que hace que el efecto p- $\Delta$  desempeñe un papel crucial en las estructuras como el tanque de agua elevado, que tiene una gran concentración de masa en la parte superior y está respaldado por un sistema de soporte relativamente delgado, análisis sísmico del tanque elevado necesita consideraciones especiales. Después de considerar el efecto p-delta, se observa que las fuerzas finales en arriostramiento y columnas se incrementan muy marginalmente. La carga axial no se distribuye equitativamente

entre las columnas, pero varía con su distancia desde el eje central. Los tamaños de las columnas juegan un papel importante en la redistribución de la carga transportada por varias columnas. Las fuerzas máximas se transportan mediante arriostramiento provisto en el panel superior. Después de la aplicación de la fuerza sísmica en el tanque y de transferirlo a la puesta en escena, las fuerzas en los miembros horizontales no aumentan. Por otro lado, se reducen en magnitud. A medida que aumentamos la altura del tanque, se encuentra que el efecto p-delta es mayor en 20M, 24M de altura del sistema de soporte. Por lo tanto, para este estudio de proyecto podemos decir que el efecto p-delta es directamente proporcional a la altura. Entre los dos tipos de tanques de agua, el tanque intz es complicado en diseño y fundición.

**Bell (2016)**, en el artículo "*Behavior of FRP Jacketed Concrete Columns under Eccentric Loading*". Comportamiento de las columnas de hormigón revestidas de FRP bajo carga excéntrica; Este artículo describe un estudio sobre el comportamiento de las columnas de hormigón cuadradas con revestimiento de polímero reforzado con fibra (FRP) sometidas a cargas excéntricas. El efecto del gradiente de deformación sobre el comportamiento de las columnas de hormigón confinadas por la cubierta de FRP se investigó mediante métodos de análisis experimental y numérico. Se probaron nueve muñones de columnas de hormigón (108 × 108 × 305 mm) con cero, uno y dos capas de tejido de FRP de carbono unidireccional bajo carga de compresión axial. Además del grosor de la chaqueta de FRP, se examinaron los efectos de diversas excentricidades. Los resultados del análisis de elementos finitos no lineales se compararon y validaron frente a los resultados de las pruebas experimentales. Los resultados muestran que la cubierta de FRP puede mejorar en gran medida la resistencia y la ductilidad de las columnas de concreto bajo una carga excéntrica y que el gradiente de tensión reduce la eficiencia de adaptación de la cubierta de FRP para columnas de concreto. Por lo tanto, se debe utilizar un factor de mejora más pequeño en el diseño de columnas con camisa de FRP bajo carga excéntrica. Además, los modelos de elementos finitos no lineales establecidos en este estudio se pueden usar como plantillas para futuros trabajos de investigación en columnas de hormigón confinado en FRP.

**Feng (2015)** en el artículo "*Damage Assessment of Jacketed RC Columns Using Vibration Tests*". [ Evaluación de daños en columnas RC encamisadas mediante pruebas de vibración, La evaluación de daños de las columnas de hormigón armado (RC) reconstruidas por chaquetas compuestas avanzadas se estudió experimental y analíticamente. Los escritores construyeron dos columnas de puente de media escala, las envolvieron con las chaquetas compuestas y las sometieron a cargas cíclicas para introducir niveles moderados y graves de daño en las columnas. Se realizaron pruebas de vibración con un agitador en estas columnas antes y después del revestimiento y en condiciones de daños y daños. La técnica de red neuronal fue efectiva para estimar el cambio (representativo del daño) en la rigidez basada en las características de vibración medidas. Las frecuencias y las formas de modo de las columnas determinadas a partir de las pruebas de vibración y calculadas sobre la base de la rigidez estimada mostraron una excelente concordancia. Pertinente al propósito del presente estudio es el éxito de la cuantificación de la extensión y ubicación de la degradación de la rigidez debido a diferentes niveles de daño. La degradación de la rigidez al corte y la rigidez a la flexión en la región del empalme del regazo, especialmente en el 1-in. parte de la brecha sin envolver, de la columna fue un parámetro clave para representar el daño.

**Bencardino y otros (2015)** en el artículo "*International Concrete Abstracts Portal*". [ Portal Internacional de Resúmenes de Concreto, Los materiales compuestos de unión epoxi a la cara de tensión de las vigas de concreto reforzado son una técnica efectiva para el fortalecimiento de cortante / flexión. Para garantizar aplicaciones exitosas y rentables, los ingenieros deben mejorar su conocimiento con respecto al comportamiento real de las estructuras fortalecidas. Este artículo presenta los resultados obtenidos de una investigación experimental de vigas de concreto reforzado reforzadas en flexión y corte utilizando un tejido de fibra de carbono bidireccional unido por epoxi externamente. Se construyeron y probaron dos series de tres modelos de vigas de hormigón a gran escala con curvatura de cuatro puntos. Las vigas de las dos series se reforzaron internamente con acero de alta resistencia para el corte y la flexión. Se utilizó una viga para cada serie como viga de control sin refuerzo externo. La diferencia entre las dos series consistió en la cantidad de estribos internos y la resistencia del concreto. Para estudiar el efecto

del refuerzo compuesto externo, se realizaron variaciones en el número de capas aplicadas y en los arreglos finales externos. Un tipo de refuerzo externo consistía en dos capas de tela unidas a la cara de tensión de la viga y parcialmente extendidas hasta los lados verticales. La segunda disposición consistía en cuatro capas de tela y anclajes finales suplementarios. El refuerzo compuesto llevó a un aumento tanto en la capacidad de carga como en la rigidez máxima y en la flexión en comparación con las vigas de control. También se observaron reducciones significativas en la desviación, la curvatura y la ductilidad estructural.

**Mestanza (2019)** “*Estudio comparativo del comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado, Lima 2019*”. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo. El objetivo esta investigación consiste en determinar la diferencia en el comportamiento sísmico de una edificación de 13 niveles diseñada con un sistema aporticado y muros de sistema dual, mediante la comparación de los desplazamientos de respuesta, distorsiones y momento de volteo considerando análisis tiempo historia no lineal. Determinar la diferencia de los desplazamientos de respuesta de una edificación de 13 niveles con un sistema aporticado y otra con sistema dual considerando análisis tiempo historia no lineal. Determinar la diferencia de distorsiones de una edificación de 13 niveles con un sistema aporticado y otra con sistema dual considerando análisis tiempo historia no lineal. Determinar la diferencia de momento de volteo de una edificación de 13 niveles con un sistema aporticado y otra con sistema dual considerando análisis tiempo historia no lineal. La metodología aplicada en esta investigación estará basado un método científico, puesto que se reconocerá un problema y se procederá a la búsqueda de respuestas hacia las interrogantes de investigación. Las conclusiones obtenidas son: En la presente tesis se determinó que con aplicando el sistema dual al momento del diseño de la estructura favoreció significativamente a diferencia en el comportamiento sísmico de una edificación de 13 niveles diseñada con un sistema aporticado, se determinó en que medias esta la diferencia de entre piso como también en general mediante la comparación de los desplazamientos de respuesta, distorsiones y momento de volteo considerando un registro tiempo historia no lineal en cuanto a la diferencia general se determinó que la diferencia significativa de entre estos dos sistemas es de 17.3933 % de diferencia entre estos dos sistemas, esto indicando que en este rango esta la

diferencia entre un sistema dual con un sistema aporticado para esta tesis. Se determinó la diferencia de los desplazamientos de respuesta de una edificación de 13 niveles con un sistema aporticado y otra con sistema dual considerando registro tiempo historia no lineal, en la presente tesis se determinó las diferencias porcentual que existen entre estos dos sistemas con respecto al desplazamiento que se determinó para cada sistema en la edificación, además de ello se determinó la diferencia total entre estos dos sistemas, brindando como resultado que la diferencia entre un sistema dual y un sistema aporticado encontrando una diferencia de 14.3589% con respecto al desplazamiento entre estos dos sistemas. Se determinó la diferencia de distorsiones de una edificación de 13 niveles con un sistema aporticado y con un sistema dual considerando registro sísmico tiempo historia no lineal, en la presente tesis se determinó las diferencias que tienen en cuanto a las distorsiones como también el total de diferencia entre estos dos sistemas, brindando como resultado que la diferencia entre un sistema dual y un sistema aporticado varía entre un 28.1606 % esto indica que el sistema dual se comporta a este rango mencionado por encima del sistema aporticado.

**Huapaya (2017)** *“Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal”*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Ricardo Palma. El objetivo esta investigación consiste en calcular la sobre resistencia y ductilidad para construcciones aporticadas a través del procedimiento estático no lineal y confrontar su capacidad con la demanda mostrada en la norma E 030. Con la intención de identificar una conducta más efectiva de una construcción, al mismo tiempo se intenta efectuar un análisis estático no lineal por medio de un programa de diseño estructural. Dicha investigación, es más sofisticada que los estudios académicos que mencionan de que la estructura posee una conducta lineal. La curva de capacidad formada por este análisis consentirá establecer productos de sobre resistencia y ductilidad. Para el análisis estático no lineal y para lograr conseguir resultados que se aproximen a la realidad será forzoso tomar en cuenta las propiedades no lineales de cada elemento de la construcción: en este caso las columnas y vigas, por considerarse un sistema aporticado. La metodología radica en la elección de los parámetros y los materiales sísmicos a tomar en cuenta, los tamaños de las construcciones, zonificación, el tipo de suelo, tipo de sistema

estructural. Pre-dimensionamiento de las edificaciones elegidas. Dimensionamiento de las construcciones designadas con el programa de diseño estructural: ETABS 2016. Diseño no lineal: avance de los diagramas de interacción y momento curvatura para columnas y vigas. Se realizarán las curvas de capacidad para establecer los indicadores solicitados: ductilidad y sobre resistencia. Se observará la averiguación por medio de la estadística con el software Excel 2013. Posteriormente se finiquitará sobre los resultados logrados de ductilidad y sobre resistencia. Las conclusiones obtenidas son: El total de la sobre-resistencia  $\Omega$ , es dependiente del tiempo principal de la estructura. A raíz que el periodo principal de la estructura se acrecienta, aquel valor de  $\Omega$  se acrecienta consigo también. 2. El valor del factor de ductilidad  $\mu$ , es dependiente del tiempo principal de la edificación. A raíz que el periodo principal de la estructura se acrecienta, dicho valor de  $\mu$  se reduce a razón de una ecuación polinómica.

**Haro (2019)** *“Influencia del cambio de la norma E.030/2006 a la norma E.030/2018 en la respuesta estructural de un edificio multifamiliar del distrito de Surquillo”*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte. El objetivo esta investigación consiste en determinar la influencia del cambio de la norma E.030/2006 a la norma E.030/2018 en la respuesta estructural del edificio multifamiliar ubicado en Calle Gerard Blanchere, Lote 8, Mz. A Urb. Las Orquídeas distrito de Surquillo, Lima. Así como determinar la influencia del cambio de la norma E.030/2006 a la norma E.030/2018 en las fuerzas cortantes de entrepiso del edificio multifamiliar ubicado en Calle Gerard Blanchere, Lote 8, Mz. A Urb. Las Orquídeas distrito de Surquillo, Lima. Del mismo modo determinar la influencia del cambio de la norma E.030/2006 a la norma E.030/2018 en las derivas de entrepiso del edificio multifamiliar ubicado en Calle Gerard Blanchere, Lote 8, Mz. A Urb. Las Orquídeas distrito de Surquillo, Lima. Y por último determinar la influencia del cambio de la norma E.030/2006 a la norma E.030/2018 en las fuerzas axiales, cortantes y momentos de los elementos estructurales del edificio multifamiliar ubicado en Calle Gerard Blanchere, Lote 8, Mz. A Urb. Las Orquídeas distrito de Surquillo, Lima. La metodología en esta investigación para el análisis de la información se utilizó la estadística descriptiva, en la que se realizan tablas con los resultados, histogramas (grafica de barras) y graficas de dispersión según sea el caso necesario, estos instrumentos representaron los indicadores de las



variables estudiadas. Los resultados evaluados en estas investigaciones son las variaciones de las cortantes de entrepiso, las derivas y las variaciones de las fuerzas en los elementos estructurales las cuales son fuerza axial, fuerza cortante y momento flector. Las conclusiones indican que se determinó que el cambio de la norma E. 030 /2006 a la norma E. 030 / 2018 influye significativamente en la respuesta estructural del edificio multifamiliar, debido a la variación de los parámetros en las normas se genera un incremento de cortantes de entre piso en un valor de 85%, en derivas de entrepiso en 12% y fuerzas internas de los elementos estructurales en un valores mayores iguales al 9% , todos estos incrementos llevan a que la estructura no tenga una adecuada respuesta estructural debido a que se sobrepasa el límite permitido según norma.

**Roca (2015)** *“Diseño del edificio de mampostería confinada y Resistencia probable a flexocompresión de muros estructurales de concreto armado”*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería. Los objetivos generales de esta investigación son analizar y diseñar las estructuras en la región con alta actividad sísmica. Para lograr este objetivo primero es necesario aprender y comprender los códigos de construcción locales; en segundo lugar, obtener información sobre el tipo de estructuras, procesos de construcción que son comunes en Cajamarca; y tercero, analizar el riesgo sísmico al que están sujetos los edificios. Atención más detallada puse a las estructuras de mampostería confinada. Entonces, los objetivos específicos son el análisis de este tipo de estructura, los materiales que se utilizan para la construcción, el comportamiento bajo diferentes tipos de carga y los modos de falla. El diseño detallado de la mampostería confinada debe hacerse de acuerdo con los códigos de construcción ecuatorianos (NEC-SE-MP, 2015) y (NEC-SE-Vivienda, 2015). También los códigos ecuatorianos permiten utilizar códigos de construcción de otras ciudades como Arequipa, Trujillo, Iquitos. Por lo tanto, se recomienda considerar todos los requisitos para las estructuras de mampostería confinada utilizando la experiencia de diferentes ciudades. La metodología menciona que el informe consta de 13 capítulos. En el primer y segundo capítulo presento la información sobre mi pasantía en IDC Proyectos Integrales, la breve revisión de los proyectos que completé. El tercer capítulo habla sobre la mampostería como material en sí, sobre los tipos de construcciones que usan este material, el comportamiento de las

estructuras de mampostería y el desempeño durante los terremotos. En el cuarto capítulo analizo las estructuras de mampostería confinada y la comparo con otras tecnologías de construcción, el comportamiento sísmico de este tipo de estructuras, el análisis de la conexión entre la mampostería y los elementos de confinamiento y las reglas para el refuerzo de las vigas y columnas. En el quinto capítulo se presenta el análisis de las fuerzas laterales y verticales de la estructura. Qué es diafragmas horizontales y verticales, deflexiones en los diafragmas. Los procesos que ocurren en la estructura durante el terremoto como torsión o momento de vuelco. Conclusiones de la investigación indican que se obtuvo una experiencia muy valiosa de trabajar en diferentes tipos de proyectos en un entorno completamente diferente. Se diseño generalmente todos los tipos más comunes de estructuras como marcos de acero, marcos de concreto, mampostería. Por lo tanto, aprendió la mayoría de los códigos de construcción ecuatorianos NEC-2015 con respecto a estas estructuras y también los códigos colombianos NSR-10, los códigos mexicanos NTC y los códigos estadounidenses ACI. Además, tuve que lidiar con el nuevo software para mí, como SAP 200 y ETABS 2016, que la mayoría de los ingenieros usan en Lima y todo el Perú. Como parte de la investigación también se visitó los sitios de construcción donde pude observar el proceso de construcción, los problemas que tienen los constructores en la región en particular y la organización del proceso de construcción en general.

**Castillo (2016)**, en su tesis "*Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de seis niveles en San Miguel*" planteó como objetivo determinar una estructuración apropiada que se pueda compatibilizar con lo que se tiene establecido en el reglamento nacional de edificaciones para fines sísmicos como vendrían a hacer los fines de un diseño adecuado de cada uno de estos elementos de la estructura tales como vigas, losas, columnas, placas y cimentaciones y determinar los planos de la estructura de dicha edificación desde el punto del diseño de elementos de concreto armado. Su aporte brindar información verídica para verificar cuál de los sistemas cuenta con un desempeño con un comportamiento de los elementos en la edificación de seis niveles en San Miguel Concluye que la demandas de sismicidad es son las que predominan en cuanto al diseño vigas en la estructura, cuyo resultado de momentos en pórticos está conformada de vigas que desarrolla momento flector de cargas de sísmica que se genera inversión de

momento de la viga y muro de corte, a diferencia de, los pórticos conectados de columnas y vigas señalan a envolventes de momento donde no se aparecen la inversión de momento en el extremo de las vigas y encuentra momento máximo en el punto centro de la luz de dichos elementos. Esto acusa de que la utilización del muro de corte absorbe el mayor porcentaje de la fuerza de la cortante de la sollicitación sísmica que es transmitida en dirección de las vigas con las cuales se forman los pórticos, indica que en la edificación diseñada debe cumplir con los parámetros que están establecidos por la norma E0.30 el cual menciona que las estructuras de concreto armado los desplazamiento máximo que esta cumple con el parámetro establecido debido que el desplazamiento máximo de 0.01432 en el eje X-X y en cuanto a lo que es el eje Y-Y tenemos 0.016 m, entonces podemos decir que ambas situaciones cumplen con este parámetro que nos indica la norma entonces podemos verificar con los desplazamientos máximos.

**Akhter, Prakash & Aamir (2017)** *“P-Delta Effect on High Rise Building Subjected to Earth Quake and Wind Load”*. Artículo de investigación en la revista International Journal of Engineering Science and Computing. El objetivo esta investigación consiste en 1) realizar un análisis lineal sin efecto P-delta. 2) Realizar análisis lineal con efecto P-delta. 3) Realizar un análisis no lineal con efecto P-delta. 4) Estudiar el desempeño de R.C.C construyendo diferentes parámetros tales como desplazamiento de la historia, desplazamiento de la historia, cizallamiento de la base, fuerza de corte, etc. 5) Determinar el efecto del terremoto en varios parámetros como fundamental, período de tiempo, desviaciones de pisos, desplazamientos de juntas laterales, momentos de flexión y fuerza de corte en vigas y columnas. La metodología aplicada en esta investigación consiste en que el análisis estático lineal es un tipo de análisis en el que no podemos dar respuesta al edificio con respecto al tiempo. En este análisis podemos verificar las pequeñas desviaciones, momentos de flexión y fuerzas de corte de la carga aplicada sobre la estructura. El efecto P-Delta es un análisis no lineal. Los resultados de diferentes casos de carga se pueden combinar entre sí y con otros casos de carga lineal, como los análisis de espectro de respuesta. La no linealidad geométrica y material, excepto el efecto P-Delta, no se considera en un análisis estático línea. Las investigaciones de P-delta y el análisis lineal estático se llevan a cabo para la estructura enmarcada de concreto armado de 18 pisos utilizando ETABS. Sobre la

base de los resultados obtenidos, se extraen las siguientes conclusiones. 1) Los desplazamientos con respecto a la carga sísmica con efectos P-delta son máximos en comparación con la carga sísmica. 2) Esto concluye que los efectos P-delta tienen más efecto en el diseño de una estructura que el efecto de primer orden. 3) Podemos minimizar la acción de golpe de dos edificios altos con desplazamientos del techo. 4) Los valores de desplazamiento del piso para todos los casos de carga están dentro del límite permitido.

**Rajath & Ramegowda (2016)** "*Análisis p-delta del edificio RC de múltiples historias*". Artículo de investigación en la revista International Journal of Research in Engineering and Technology. El objetivo muestra que se requiere un análisis de estructura de segundo orden que contrarreste el equilibrio y la relación cinemática de una estructura en una estructura deformada además de las cargas aplicadas muchas cargas adicionales debido a la deformación que desarrolla segundo orden o Pdelta efectos en la estructura. En el presente estudio, análisis sísmico y análisis de carga de viento de un edificio RC de varios pisos con y sin efectos P-Delta se analiza utilizando el software de análisis estructural ETABS. Se considera el factor de zona sísmica de 0,36 que cae bajo la Zona-V. Del análisis, tanto el desplazamiento como la deriva con respecto a las cargas sísmicas son mínimos en comparación con la carga sísmica con efectos P-delta. La metodología indica que cuando los elementos estructurales están sujetos a una carga axial, P Delta los efectos ocurren en la estructura. Es uno de los segundos efectos de orden que corresponden a la carga impuesta en la estructura con respecto a la deformación. Es un segundo orden efecto que está relacionado con el desplazamiento y la axial cantidad de carga aplicada. P-Delta es un efecto no lineal que ocurre en todas las estructuras donde los elementos están sujetos a axial carga. Es un "efecto" genuino que está asociado con la magnitud de la carga axial aplicada (P) y un desplazamiento (delta). Las conclusiones obtenidas son: Desplazamientos con respecto a la carga sísmica con los efectos P delta aumentan en un 5% en comparación de la evaluación sin considerar dicho efecto. Así mismo la fuerza horizontal en la base considerando el efecto P-delta también aumenta en un 4%, esto constituye que, en edificaciones de mayor altura, el desplazamiento y la fuerza cortante horizontal se incrementaran en mayor magnitud, con lo cual es importante tener en cuenta el considerar este efecto.

**Rakesh, Parvez & Kumar (2017)** “*Study on Dynamic P Delta Effects of a Building with Soft Storey*”. Artículo de investigación en la revista International Journal of Engineering Research in Mechanical and Civil Engineering. El objetivo esta investigación consiste en cuantificar los riesgos y riesgos probabilísticos en el área de alto riesgo del valle utilizando un conjunto lógicamente integrado de investigaciones geo científicas. La metodología consiste en aplicar una carga unitaria de 1 Kn / m en la masa centro de la estructura en el nivel más alto y el piso se obtiene rigidez para esta carga y se verifica que el piso suave hecho para este caso de carga. Ahora el análisis se realiza sin considerar la P delta los efectos y resultados se obtienen para la misma estructura una vez más el análisis se lleva a cabo utilizando P-delta efecto y resultados se comparan para ambos casos. El efecto P- $\Delta$  o P-Delta se refiere a los cambios abruptos en el cizallamiento del suelo, momento de volteo, y / o la distribución de la fuerza axial en la base de un estructura alta o componente estructural cuando está sujeto a un desplazamiento lateral crítico Este efecto es causado en un construir cuando está sujeto a cargas laterales como terremoto o viento y tiene un efecto significativo en el edificio. Estudio sobre los efectos dinámicos P-Delta de un edificio con piso suave. Comprobar el comportamiento de los pisos suaves diferentes tipos de edificios se adoptan cambiando ciertos parámetros tales como A) Introducción de muros periféricos y proporcionando una base abierta (también conocida como STILTS) esto lleva a formación de condiciones extremas de piso blando. B) Introducir muros de corte para aumentar la carga lateral. Capacidad de carga de la estructura. C) Introducir llaves X en las cuatro direcciones para aumentar el Capacidad de carga del edificio. El análisis se lleva a cabo para todas las estructuras con y sin tener en cuenta la configuración de P-delta y los resultados son se discute más adelante. Las conclusiones son: Cuando se considera el efecto P- $\Delta$ , hay un considerable aumento en el desplazamiento, deriva de pisos y momentos de columna lo que indica la importancia de P- $\Delta$ . Y variación máxima en el desplazamiento del techo del 29,6% y sigue disminuyendo con la introducción de diferentes tipos de carga sistema resistente, así como la variación máxima en la deriva del piso a nivel del piso suave es observado en todas las estructuras y la mayor deriva se observa en estructura de base abierta debido a la formación de un piso extremadamente suave.

**Sistemas estructurales:** La clasificación de los sistemas estructurales esta dado según el material predominante en la estructura.

Bozzo & Bozzo (2003) señala que los elementos que conforman un sistema estructural han sido determinados bajo procedimiento de análisis y dimensionamientos, una estructura está conformada por sub-sistemas en los que unos están encargados de transmitir las fuerzas verticales y otras encargadas de soportar las fuerzas laterales. Se considerará que un edificio tiene un diseño correcto cuando estos dos subsistemas pueden transmitir de manera adecuada y eficiente las cargas para las que fueron diseñadas. Existen diferentes sistemas estructurales dependiendo del material del que están diseñadas y construidas, además hay combinación entre estos materiales. La elección del sistema estructural depende de la ubicación del edificio, de las características arquitectónicas, de la utilización de edificación y de la rapidez de construcción.

En la norma peruana existen cuatro clasificaciones de sistemas estructurales estos son de acero, concreto armado, albañilería armada o confinada y de madera, los dos primeros sistemas tienen subclasificación y a cada una de estas clasificaciones le corresponde un valor de coeficiente básico de reducción el cual será afectado por los factores de irregularidad ya mencionados.

Ottazzi (2011) afirma que actualmente uno de los sistemas más utilizados en los edificios de mediana altura y edificios altos, son las que están conformados por la combinación de pórticos y muros de concreto armado o placas, debido a las experiencias que quedaron luego de los eventos sísmicos ocurridos en los últimos años. Se presenta un mejor comportamiento de las estructuras por que las placas proporcionan rigidez a la edificación y de esta manera permite controlar las distorsiones o derivas en la dirección en las que fueron colocadas.

**Sistemas estructurales:** La clasificación de los sistemas estructurales esta dado según el material predominante en la estructura.

**Categoría y Sistemas Estructurales:** De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 1.

**Tabla 1.** Categoría y sistema estructural de las edificaciones

CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF.
		Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado.
		Albañilería Armada o Confinada.
	Estructuras de madera	
	1	Cualquier sistema.
A2	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF.
		Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado.
	Albañilería Armada o Confinada.	
	1	Cualquier sistema.
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF.
		Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado.
		Albañilería Armada o Confinada.

Fuente: RNE -2019

**Estructuras de Concreto Armado:** El concreto armado es la mezcla del acero en armadura y el concreto por ende estos combinados formaran un sistema constructivo, el posicionamiento de las armaduras dependerá del posicionamiento de la zona de tracción, se puede mencionar del término de las columnas, vigas o demás dispositivos se flexionarán; también en los cimientos, los materiales y

elementos de este clase de edificaciones son la armadura de acero y el concreto cabe emocionar con respecto a las estructuras de concreto armado a las que se utilizan en la construcción de lozas, edificios, complejos habitacionales y demás edificaciones.

Según el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE Todos los elementos de concreto armado que son parte del análisis sismorresistente o sistema estructural corresponderán desempeñar con lo previsto.

Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Columnas: Estos son los miembros verticales que transportan cargas desde las vigas y desde las columnas superiores. Las cargas transportadas pueden ser axiales o excéntricas. Las columnas son las más importantes en comparación con las vigas y losas. Esto se debe a que, si falla una viga, será una falla local de un piso, pero si falla una columna, puede provocar el colapso de toda la estructura.

Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20 % y menor que 70 % del cortante en la base del edificio.

Pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos corresponderán diseñarse para resistir una parte del trabajo sísmico general de acuerdo con su rigidez. Tiene un aproximado de ochenta por ciento de la fuerza cortante en la base funciona por encima de las columnas de los pórticos.

Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

Muros de corte: Estos son elementos estructurales importantes en edificios de gran altura. Los muros de corte son en realidad columnas muy grandes debido



a que aparecen como muros en lugar de columnas. Estos se encargan de las cargas horizontales como las cargas de viento y terremoto . Las paredes de corte también soportan las cargas verticales . Es un punto importante comprender que solo funcionan para cargas horizontales en una dirección, que es el eje de dimensión larga de la pared.

**Vigas:** Estos transportan las cargas de losas y también las cargas directas como paredes de mampostería y sus propios pesos. Las vigas pueden estar soportadas en las otras vigas o pueden estar soportadas por columnas que forman una parte integral del marco. Estos son principalmente los miembros de flexión.

**Losas:** Estos son el elemento de placa y transportan las cargas principalmente por flexión . Suelen llevar las cargas verticales. Bajo la acción de cargas horizontales, debido a un gran momento de inercia, pueden transportar fuerzas de viento y terremoto bastante grandes, y luego transferirlas a la viga.

**Diseño de sistema aporticado:** De acuerdo con Pimiento, Salas y Ruiz (2014, p. 287) en su artículo Seismic performance of frames with passive energy dissipation steel slit plates. Nos indican que. El sistema porticado, es aquella estructura de concreto armado que cuenta con similar dosificación en columnas -vigas peraltadas, o chatas que están enlazadas en zonas de confinamiento en donde Angulo formado es de  $90^{\circ}$  en los fondos partes lados laterales y superiores, esta metodología de edificio aporticado, son las que resistirán las cargas muertas, las ondas sísmicas porque están vinculadas de manera como lo indica su nombre el sistema aporticado está constituido de manera tradicional en el uso de muros divisorios de ladrillo, losas y columnas.

Pérez & Mendoza (2011) Estudiaron la respuesta sísmica de pórticos de acero con diagonales Tipo V, utilizando la norma venezolana de diseño, la muestra analizada está conformada por edificios de baja y mediana altura. La metodología empleada se realizó haciendo uso del análisis no lineal mediante el procedimiento de pseudo- estático que es conocido como el método de empuje incremental y el análisis dinámico utilizando acelerogramas sintéticos. De los resultados obtenidos podemos decir que los edificios estudiados presentan una respuesta sismorresistente satisfactoria, además los pórticos con arriostramiento lateral

muestran un mejor comportamiento que las estructuras que no presentan un arriostramiento lateral.

**Diseño de sistema duales:** El sistema dual consta de una edificación que está conformada de vigas columnas, pero además de ello se le añade las placas para que esta pueda rigidizarse y aguante o soporte mejor lo que son las cargas sísmicas, estos serán o son utilizado en edificación de gran altura o pisos.

**Demanda sísmica:** La demanda sísmica es la representación de movimientos de diferentes magnitudes que se puede presentar en el lapso de la vida útil de una estructura. Como se tiene conocimiento, los sismos se pueden obtener o indicar con las lecturas de los registros de aceleración que están en ubicadas en el suelo con tiempos, la separación a la fuente, de la atenuación de las ondas, de los contenidos de frecuencia originados por la fuente sismo génica, de los mecanismos de ruptura, magnitudes, etc. Debido a esta razón es que, la estructura que se va analizar tiene presentar los registros tengan el tipo de suelo dado y las aceleraciones para la ubicación.

**Diseño de vigas:** El diagrama de momento-curvatura es de gran importancia al momento de diseño de estructuras frente a las cargas estáticas y dinámicas, porque de manera inmediata se observa en qué porcentaje la estructura sufrirá una ductilidad muestra y resistente es el elemento de dicho análisis. Asimismo, la zona donde se ubicará la curva representara la energía interna, la parte baja al área elástica es la energía de deformación que está acumulada en el elemento, por otro lado, el área bajo la región de post fluencia responde a la energía de disipación en dentro de las deformaciones plásticas del mismo elemento (Romero y Quiroga, 2015 pág. 21).

**Diseño de columnas:** Las columnas son miembros verticales a comprensión de los marcos estructurales, que sirven para apoyar vigas cargadas. También transmiten cargas de los pisos superiores hasta la planta baja y después al suelo, a través de la cimentación. Puesto que las columnas son elementos a compresión, falla de una columna en un lugar critico puede causar el colapso progresivo de pisos concurrentes al colapso total.

La resistencia a las columnas se calcula con los principios básicos siguientes:

- Existe una distribución Lineal entre el acero y el concreto.
- No hay deslizamiento entre el acero y el concreto
- Para el propósito de los cálculos de resistencia, la deformación máxima permisible del concreto en falla es= 0.003 in/ in.
- La resistencia en tensión del concreto es despreciable y no se considera en los cálculos.

“La cuantía es la cantidad de acero que debe usarse por metro cubico de concreto para ayudar en el comportamiento del elemento puesto que la concreto actúa a compresión y el acero tiene un comportamiento a tensión o tracción y ambas son muy buenas porque soportan bien las fuerzas a deflexión [...]” (Reascos, 2017, par 45).

**Diseño de losas:** De acuerdo a un diseño estructural, que es la disipación de energía en cuanto a una estructura para que ello no cause una falla en ella o para lograr una disminución de la falla en cuanto a los elementos estructurales y las normas técnicas la especifican definen que la cuantía mínima firma la parte más baja con la que el acero puede analizar el elemento en dicha estructura este tipo de mecanismo en el diseño conllevara a que ello tenga una falla de tipo de viga débil-columna fuerte. Este modelo implicara la conformación consistente de articulaciones plásticas en mayor parte en cuanto a los extremo los elementos de viga u otros elementos en la estructural. (Conde, 2013 p. 9)

**Comportamiento inelástico (no lineal):** “Cuando un elemento es sometido a una fuerza de tensión uniaxial, se ocasiona una deformación del material si regresa a su estado original cuando la fuerza cesa se manifiesta que el material ha sufrido una deformación elástica [...]” (Medina, 2013 p. 2).

La estructura tendrá un comportamiento en un ámbito amplio que será parecida al de la carga concentrada, pero a contrario debe nombrarse algunas diferencias. Existentes en esta etapa elastoplástica, entre lo que vendría hacer la plastificación de los elementos de empotramiento y la plastificación de la sección central. En esta parte y la posterior la elástica, se verá prácticamente similitudes con en cuanto a los resultados de la teoría de vigas, con una mínima variación atribuibles a la disipación de las cargas existentes. (Rubinstein, 2014 p. 20)

**Comportamiento plástico (no lineal):** “En el momento que un elemento se somete a una fuerza de tensión uniaxial ocasiona un comportamiento de deformación de dicho material y cuando este no puede regresar a su dimensión original es en ese instante que se puede manifestar que dicho elemento ha sufrido una deformación plástica”. (Medina, 2013 p. 2).

**Momento último:** “En el momento máximo o momento ultimo podremos hacer mención que se puede definir habitualmente cuando un elemento de concreto alcanza su más alta valor hacia a la deformación útil cuando este esté sometida a compresión o también cuando el acero en dicho elemento alcance la rotura, cualquiera de ellas que se logre primero.” (Romero, Et al, 2015 p. 23).

**Sección de viga:** La sección de un elemento estructural como es el caso de una viga se define como la sección transversal del mismo que cumple la función de soportar las cargas que va producir el muro además de ello cumple la función como dispersor de energía y un porcentaje de energía de ella será enviado a las columnas, también en este elemento o sección de viga contara con un ancho y el alto, de la misma manera se podrá visualizar el acero longitudinal y el acero transversal (estribos) así conocer el recubrimiento de la viga y los espaciamientos de los aceros de refuerzo de la viga.

**Capacidad de deformación:** Se puede determinar la deformación que un determinado componente estructural como una variación del estado físico debido a una fuerza mecánica externa ya sea que este sea causado con un evento sísmico o por un mal diseño al comienzo de la obra, a un cambio de temperatura, a un sedimento de apoyos, etc. La deformación puede ser elástica, cuando se elimina al reducirse la acción que lo ocasiona, por lo que las partículas primordiales con las que cuenta el cuerpo regresaran a su posición inicial; por otro lado, si es permanente, cuando persiste luego de que ya haya desaparecido la causa que lo ocasiono. Dicho elemento en el primer caso el comportamiento será de tipo elástico y en el segundo caso el elemento tendrá un comportamiento plástico o inelástico.” (Morales, 2016, p. 12)

**Curvatura de un miembro:** La definición respecto a la curvatura nos esclarece los Doctores R. Park y T. Paulay, en su libro, “Estructuras de concreto reforzado”, tal como señala de la siguiente manera:

La siguiente figura se presenta un elemento que al comienzo es recto que es un elemento de concreto reforzado cuyo miembro está sometida a momentos en los extremos y fuerzas axiales similares. El radio de curvatura  $R$  se mide hasta el eje neutro. Donde el radio de curvatura  $R$ , la profundidad del eje neutro  $k_d$ , la deformación del concreto en la fibra extrema a compresión  $\epsilon_c$ , y se puede observar la deformación del acero a tensión  $\epsilon_s$ , que cambian a medida de la ubicación del elemento puesto que entre las grietas el concreto considera algunas tensiones. Considerando únicamente una mínima cantidad del elemento de longitud  $dx$  del elemento y la utilización de la notación de la figura, los siguientes vínculos brindan la rotación que ocurre entre los extremos del elemento. (Paulay 2014 p. 202)

**Ductilidad de vigas:** De acuerdo con la definición del Dr. Roberto Aguiar se tiene que la ductilidad local por curvatura es explicada de la siguiente manera:

Una definición, un tanto cuestionada Blume et al (1961) pero muy utilizada dentro de la Ingeniería Sismo Resistente, es la referente a la ductilidad por curvatura, que vincula la curvatura última, con relación a la curvatura de fluencia, que se designa además como la capacidad de ductilidad por curvatura de una sección. (Aguiar, 2016 p. 22)

**Concreto armado:** Según San Cristóbal (2014), El concreto armado es la combinación del concreto y el acero en armadura para que juntos formen un sistema constructivo. La colocación de las armaduras depende de la ubicación de la zona de tracción, es decir del lugar donde las vigas, columnas, o demás componentes se flexionan; así mismo en los cimientos.

Según Wight y MacGregor (2014) en su artículo “Reinforced Concrete: Mechanics and Design” menciona que el concreto armado mejora la trabajabilidad de las estructuras es más sencilla si estas son estructuras regulares o de pequeña altura (p. 14)

**Resistencia del concreto:** La resistencia del concreto, normalmente aumenta con la edad. Dicho aumento se produce muy rápidamente durante los primeros días posteriores a su colocación, resultando más gradual al transcurrir el tiempo, aunque incrementara en una proporción más reducida durante un periodo de tiempo indefinido. La resistencia a la compresión de un concreto a los 28 días, determinada de acuerdo a ensayos normalizados y suponiendo que haya sido curado en forma correcta, se emplea generalmente como índice de calidad del mismo. El mejor método para obtener un criterio sobre la calidad, debido a la dispersión de los resultados, es el derivado de consideraciones estadísticas.

Según Biasioli, Mancini, Curbach, y Walraven (2014, pág. 14) en su artículo Design of concrete buildings, estructura se diseñe de tal manera que el deterioro de su diseño a lo largo de su vida no perjudica el rendimiento de la estructura inferior a la prevista, teniendo debidamente en cuenta su medio ambiente y el nivel de mantenimiento previsto. Las influencias ambientales son, por lo tanto, considerado para evaluar la durabilidad de las estructuras de concreto, Por lo que se refiere al deterioro del hormigón y la corrosión del acero de refuerzo debido a posibles en un entorno agresivo, el diseñador debe identificar las condiciones (anticipadas) del entorno, donde se ubicará la estructura con el fin de tomar las disposiciones adecuadas para la protección de los materiales utilizados en la estructura.

**La durabilidad de la estructura:** Según Zhujun Wanga, Weiliang Jina, et al. (2017. p. 121) en su artículo Hierarchical life-cycle design of reinforced concrete structures incorporating durability, economic efficiency and green objective. Menciona que están sujetas a varios mecanismos de degradación, incluidos el ataque de cloruro, el ataque de sulfato, el ataque de escarcha, la reacción de álcali-sílice, entre otros. El agrietamiento y desprendimiento de la cubierta de concreto, así como la corrosión del refuerzo, son los dos problemas principales de durabilidad de las estructuras de concreto reforzado en el medio marino y en el ambiente de sal de deshielo. Para mantener las estructuras funcionales durante toda su vida útil, el diseño de durabilidad inicial y el mantenimiento futuro de la durabilidad son ambos necesarios. Por lo general, hay tres pasos en el proceso de diseño de durabilidad.

**Rendimiento de una estructura:** De acuerdo a Xilin, Chun, Et al. (2015 pág. 5) en su artículo. Seismic design methodology for self-centering reinforced concrete

frames. Después del estado límite de rendimiento, comienza una rotación constante entre las interfaces de contacto alrededor del eje neutral. En este proceso, el hormigón no confinado en el lado de compresión se derrumba gradualmente, y el eje neutral se moverá una pequeña cantidad hacia el lado de tracción. Se supone que, después de todos los saltos de hormigón no confinados, el eje neutral se mantendrá inmóvil y el área de contacto no cambiará a medida que aumenta la rotación.

**Tipo de uso de edificación:** De acuerdo con Vnadana (2014, pág. 13), en su artículo Analysis and design of reinforced concrete structures-a g+5 building model. Nos indica que la impuesta a una edificación está determinada según el uso de estas y ello estará normada o la mayoría de los países tienen una norma que rige ello entonces así se tienen cargas vivas que pertenecen las cargas externas a las que están sujetas o constituyen la edificación.

**Refuerzo en una estructura:** El reforzamiento de una estructura está dirigido a incrementar la capacidad de carga y serviciabilidad de una estructura, se realiza cuando existen nuevas solicitaciones como errores de diseño o defectuosa mano de obra durante el proceso constructivo.

De acuerdo con Hakan, Atila y Ahmet (2019, pág. 477), en su artículo. Torsional behavior of reinforced concrete beams with corroded reinforcement. Nos menciona que Antes de la instalación de las barras de refuerzo y la aplicación del método de corrosión acelerada, todas las barras de refuerzo se limpiaron con un cepillado para registrar sus masas iniciales. Se utilizó un equilibrio con dos puntos de células de carga para registrar la masa inicial de cada barra de refuerzo (es decir, barras longitudinales y estribos). Se usó la escala completa de una piscina de corrosión acelerada para corroer los haces RC.

**Elasticidad de una edificación:** El módulo de elasticidad del hormigón representa la rigidez de este material ante una carga impuesta sobre el mismo. El ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace por medio de la Norma Técnica Colombiana 4025 que tiene como antecedente la ASTM C 469 y tiene como principio la aplicación de carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producida.

La primera fase es la zona elástica, donde el esfuerzo y la deformación unitaria pueden extenderse aproximadamente entre 0% al 40% y 45% de la resistencia a la compresión del concreto.

Una segunda fase, representa una línea curva como consecuencia de una microfisuración que se produce en el concreto al recibir una carga, estas fisuras se ubican en la interfase agregado-pasta y está comprendida entre el 45% y 98% de la resistencia del concreto.

Uno de los valores más importantes en el diseño de concreto reforzado es el módulo de elasticidad, puesto que este influye en las deflexiones, derivas y rigidez de una estructura.

Según Jui-Lin, Chung-Ming, Et al (2019, Pág. 282). en su artículo. Study on collapse of steel-reinforced concrete structure caused by self-weight during construction. Luego a través de un análisis lineal con el programa NIDA, se obtiene la mayor deformación horizontal  $\delta_N$  en 3FL aplicada por FN. El valor de  $\delta_N$  es de 29,75 mm. El análisis lineal también se puede realizar utilizando programas de análisis lineales comerciales, como SAP2000 y STAAD.

**Espectro de diseño:** De acuerdo con Francisco (2002, pág. 1) en su guía de estudio (Espectros de Respuesta y Diseño). El concepto de espectro de respuesta es una importante herramienta de la dinámica estructural, de gran utilidad en el área del diseño sismorresistente. En forma general, podemos definir espectro como un gráfico de la respuesta máxima (expresada en términos de desplazamiento, velocidad, aceleración, o cualquier otro parámetro de interés) que produce una acción dinámica determinada en una estructura u oscilador de un grado de libertad. En estos gráficos, se representa en abscisas el periodo propio de la estructura (o la frecuencia) y en ordenadas la respuesta máxima calculada para distintos factores de amortiguamiento

De acuerdo a Rodríguez y Restrepo (2013, pag.101), en su artículo. Practica y diseño sísmico en México cambios necesarios. Menciona que el espectro de diseño se utiliza de acuerdo al tipo de suelo y los parámetros sísmicos que nos brinda el estudio entonces se puede hacer mención que para cada caso será distinta por la variación de sí estos lectores sísmicos.



**Importancia de La Deriva:** Es necesario realizar un estricto cumplimiento del control de la deriva (Especificados en La Norma Sismo Resistente del 98), para así garantizar un buen comportamiento de la estructura, debido a que la deriva está relacionada con los siguientes efectos presentes en un temblor:

- Deformación inelástica de los elementos estructurales y no estructurales.
- Estabilidad Global de la Estructura.
- Daño a los elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica y a los elementos no estructurales, tales como muros divisorios, particiones, enchapes, acabados, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.
- Alarma y pánico entre las personas que ocupen la edificación.

**Desplazamientos Laterales Permisibles** según la Norma E 030 indica que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 33, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla 2.

**Tabla 2. Límites para la deriva**

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	( $\Delta_i / h_{ei}$ )
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Norma E 030.

Según la Norma E 030 los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

**Efectos De Segundo Orden Efecto P- Delta:** Sharma Y Singh (2017. P.1). P-Delta es un efecto no lineal (segundo orden) que ocurre en cada estructura donde los elementos están sujetos a una carga axial. Es un "efecto" genuino que está asociado con la magnitud de la carga axial aplicada (P). Debido a lo cual, la

estructura se empuja aún más desarrollando una desviación de segundo orden. Este efecto de segundo orden experimentado se denomina convenientemente efecto P-Delta. Si  $P$  es la carga de gravedad,  $\Delta 1$  es el desplazamiento observado a través del análisis de primer orden o elástico para las fuerzas laterales ( $F_{wind}$  o  $F_{eq}$ ) y  $h$  es la altura de la historia, el producto ( $P \cdot \Delta 1$ ) es el momento de vuelco experimentado en Además de  $F \cdot h$ . El efecto P-Delta se ilustra en la Figura 1, donde  $\Delta 2$  es la desviación de segundo orden desarrollado debido al efecto P-delta. Este efecto secundario se observa mediante dos procesos diferentes. El efecto principal se ve debido a la desviación de la estructura como un todo (inestabilidad del marco) y también se denomina P - "GRAN" delta ( $P-\Delta$ ) y el resto es contribuido por las deformaciones axiales de los miembros individuales de la estructura (miembro inestabilidad) también denominado P - "pequeño" delta ( $P-\delta$ ) (Chen y Wang 1999; Dobson 2002). Sin embargo, esta investigación de tesis solo se limita al efecto P-delta visto a través de la inestabilidad estructural ( $P-\Delta$ ). La magnitud de los efectos de P-Delta depende de la magnitud de la carga axial ( $P$ ), la rigidez / esbeltez de los elementos individuales y la estructura en su conjunto (Dobson 2002). Por lo tanto, normalmente las estructuras y edificios altos con un mayor número de pisos experimentarán un mayor efecto P-delta que otros y deben diseñarse con las consideraciones adecuadas.

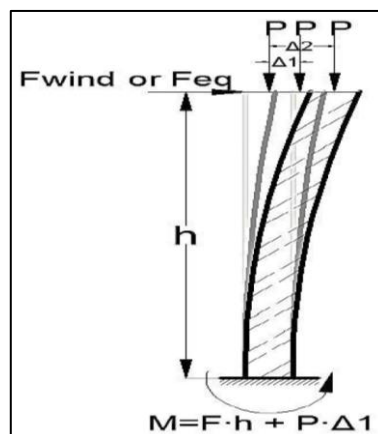


Figura 1. Deriva.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **El tipo de investigación**

Se puede afirmar que este trabajo es de tipo de investigación aplicada, ya que se busca determinar la situación de una edificación y aplicarle un análisis estático no lineal con el fin de poder determinar sus condiciones y de esa manera poder diagnosticar una mejora o reestructuración a nuestro modelo.

Del mismo modo Valderrama (2013, p. 165) señala que:

La investigación aplicada es una averiguación para corregir el entorno existente de los especímenes o acumulaciones de individuos y con esto se tiene que entremeterse. La investigación aplicada desplazada por el ánimo de la averiguación primordial ha encaminado la aplicación a través de mejorar y resolver el problema más que sobre la enunciación de proposiciones [...]. Se representa a deducciones del momento y se encuentra ensañada en el progreso de los organismos participantes en el transcurso de la investigación.

#### **Diseño de investigación**

Según (Hernández y otros, 2014 p. 128) definen que “para poder diseñar un modelo o método que permita desenvolver y alcanzar la teoría y práctica que se demanda en una averiguación e indicar al proyecto”.

Valderrama (2015) “Sostiene que los diseños de investigación experimentales se dividen pre experimentales y cuasi experimentales, “Los diseños cuasi experimentales implican adecuar por lo menos una variable y notar el impacto con las otras” (p. 65).

Este trabajo de tesis se ubicó en el diseño Experimental, debido a la manipulación de la variable independiente, mediante aplicación de pruebas que permitan corroborar su impacto en la variable dependiente. También es cuasi experimental porque se tendrá un grupo de control que nos permitirá observar cual es la influencia del efecto P-Delta en la variable dependiente.

## **Nivel de investigación**

Se tiene que en nuestro estudio será de nivel descriptivo, ya que se describirá los hechos como ocurran según se valla realizando el análisis de los resultados obtenidos en la investigación.

Del mismo modo (Hernández y otros, 2014 p. 92) puntualizan que “es descriptivo, porque pesquisa puntualizar los perfiles, las características y las propiedades de objetos, procesos, grupos, personas, comunidades o cualquiera sea distinto fenómeno o acción que se involucre en un estudio. Detalla disposiciones de una población o grupo”.

### **3.2. Variables, operacionalización**

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

- Edificios de concreto armado con y sin muro de corte.

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Efecto P-Delta

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Según Hernández y otros (2014, p. 174) puntualizan que “la población o universo es un acumulado de cualesquiera los asuntos que conforman con concluyentes determinaciones”.

La población de esta investigación está conformada por todas las edificaciones de 9 a 13 niveles ubicados en la Av. 28 de julio en el distrito de Miraflores, estas edificaciones cuentan con un sistema dual.

#### La muestra

según Hernández y otros (2014, p. 173) sustentan que “la muestra es una parte de la población de provecho y es este donde se cogerán datos, los cuales tienen que estar bien definidos determinados desde mucho antes y con mucha exactitud, conjuntamente de que tiene que presentar una parte representativa y simbólica de la población”.

En esta investigación la muestra es de modo dirigida o no probabilística, dirigiéndose a la propuesta de una edificación de 13 niveles ubicada en la Av. 28 de Julio 359, Miraflores, Lima, la misma que será analizada de dos maneras una sin muros de corte y otra con muros de corte tomando en consideración los parámetros y limitaciones establecidas por las normas peruanas, para el modelamiento se usara el programa de ETABS, ya que es un software especializado en concreto armado.



*Figura 2.* Edificación de 13 niveles.

## **Muestreo**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 176) precisan que “la muestra que no está formada por probabilidad en este caso no probabilística es una parte de un grupo de la población en la que la acción de elegir los elementos no está basada de la probabilidad por el contrario solo se rige a las propiedades de la investigación”.

Por esto se considera que la elección del diseño muestral dependerá solo de las característica y propiedades que nos muestre y requiera esta investigación ya que no dependerá de ningún cálculo de probabilidades.

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

#### **Técnicas de recolección de datos**

Según Valderrama (2013, p. 194) puntualiza que “las técnicas son las desiguales procederes o convenciones de aprovechar las operaciones y herramientas para adquirir información”.

En relación con lo señalado por el autor las metodologías son muchos formatos que nos transporta a la preparación de cierta cantidad de valores con un fin determinado.

De este modo, para la vigente averiguación se aprovechó la expectación inmediata, donde se formalizaron inspecciones de reconocimiento a la edificación, así mismo se contará con los planos de estructuras y se recolectará los resultados que generará el efecto P – delta en la edificación a través del programa ETABS.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Según Valderrama (2013, pág. 195) indica que “son aquellos materiales que el indagador vea provechoso hacer uso, con la finalidad de la selección y acopio de la información”.

El instrumento que se empleó en la vigente investigación es la ficha de recaudación de datos elaborado por el proyectista, la tabla de valores que resultaran del efecto P – delta a través del programa ETABS en la edificación.

También se necesitará un estudio de suelos del terreno donde está construida la edificación.

### **Validez de instrumento**

Según Hernández y otros (2014, p. 204) sustentan que “con la finalidad de demostrar la validez de la actual tesis manejaremos el juicio de expertos, el cual se constituye de aseverar que el instrumento determinado tiene la confiabilidad acorde con los especialistas del tema en evaluar la variable del estudio”.

La validez de la investigación se obtendrá de forma especializada y técnica, como se tiene conocimiento el procesamiento de datos se realizará por medio del software plataformas computacionales o de los programas que está especializado de apoyo, como el ETABS.

### **Confiabilidad**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) especifican que “la confianza de una herramienta de control hace reseña a la disposición en que su atención provoque derivaciones similares si lo recurrimos en la semejante elemento o individuo”. Esta investigación está apoyada de fichas técnicas con validación de expertos para las recopilaciones de las informaciones de los indicadores.

### **3.5. Procedimiento**

Se realizara un plano como modelo para la edificación de 13 niveles ubicada en la Av. 28 de julio en el distrito de Miraflores 359, de donde tendremos los detalles para construir el modelo, el mismo que será analizado de dos maneras una sin muros de corte y otra con muros de corte tomando en consideración los parámetros y limitaciones establecidas por las normas peruanas, así mismo para el estudio de suelos tomaremos la investigación del “Estudio De Vulnerabilidad Sísmica: Estructural, No Estructural Y Funcional Del Hospital De Emergencias José Casimiro Ulloa – Miraflores” el cual se encuentra en la zona a la edificación de estudio en esta investigación. A los modelos de edificación se les realiza un análisis sísmico de la estructura a través del programa ETABS para poder observar los efectos geométricos de segundo orden en el comportamiento de la estructura y conseguir las deformaciones y las fuerzas generadas por la misma. De este modo



conseguiremos el desplazamiento del piso con efectos P-delta a lo largo de la altura del edificio con y sin muro, de este modo poder saber si todos los casos de carga están dentro del límite permitido, poder ver si disminuye o aumenta el desplazamiento del piso frente a un sismo con y sin muro de corte.

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

Hernández Sampieri (2010) muestra que “con el fin de estudiar los fundamentos, en las metodologías mixtas el investigador confía en las programaciones cualitativos (evaluación temática y codificación) y estandarizados - cuantitativos (inferencial y estadística descriptiva) conjuntamente con análisis combinados”.

Nuestro estudio se basa en el análisis "P Delta" que incorpora la no linealidad geométrica en el análisis así mismo el estudio se realizará en el software estructural ETABS con el fin de realizar el análisis sísmico de un edificio de concreto armado con y sin muro de corte. Con el análisis se trata de encontrar los desplazamientos respecto a las cargas sísmicas y si son mínimos en comparación con la carga sísmica con efectos P-delta. La combinación de carga para el análisis se establece según la norma peruana.

### **3.7. Aspectos éticos**

Torres (2014, p. 26) sostiene que “la ética es el pensamiento filosófico y/o ciencia que tiene como objeto de estudio y este es la moral”.

En el trabajo de investigación se dará a conocer el nombre de los ingenieros que validaran las fichas de levantamiento de información de campo para poder ser contrastadas con los planos para la realización del modelamiento estructural haciendo uso del programa ETABS. Asimismo, se cuidó en todo momento guardar los aspectos éticos de honestidad que demanda una investigación. Todas las fuentes consignadas en esta investigación fueron debidamente referenciadas según la norma peruana, así mismo que los datos obtenidos serán descritos fiel y expresamente en la parte del análisis y discusión de los resultados.

## **IV. RESULTADOS**



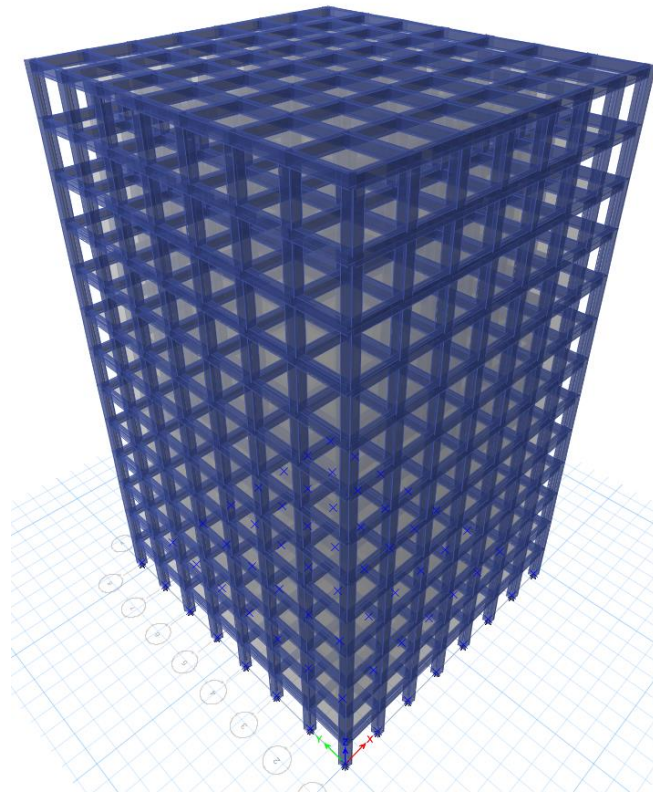


Figura 4: Modelo estructural en ETABS sin muro de corte

## Materiales

La estructura principal resistente a fuerzas laterales del edificio es exclusivamente de concreto armado, cuya resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'_c$ ) es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, con un módulo de elasticidad de 252903.4516 kg/cm<sup>2</sup> con barras de acero de confinamiento ( $f_y$ ) de 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 5:** Características mecánicas de los materiales.

Resistencia a la compresión	$F'_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico	$\gamma_c=2400 \text{ kg/m}^3$
Módulo de elasticidad	$E_c=252903.4516 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de corte	$G_c=105376.0215 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Poisson	0.2
Acero de Refuerzo	$F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s=2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

## Estructuración

### Vigas

Nombre	V (30 x 50)
Base	30 cm
Altura	50 cm
Rec. + Estr. + varilla/2	5.75 cm

### Columna

Nombre	C (50 x 50)
Base	50 cm
Altura	50 cm
Rec. + Estr. + varilla/2	4.75 cm

### Muros de corte

Nombre	M 30
Base	30 cm
Rec. + Estr. + varilla/2	6.06 cm

### Losas

Nombre	Losa 30
Espesor	50 cm
Recubrimiento	2.5 cm

El planteamiento estructural del edificio se basa en dos sistemas uno con muros de corte y otro sin muro de corte de concreto armado con espesores 30 cm de grosor y con losas aligeradas de 30 cm como techo para los 13 niveles. Por otro lado, se previó para el análisis sísmico que todos los niveles serán de 2.60 metros.

**Tabla 6.** *Detalle estructural de elementos de Concreto Armado*

Descripción	Recubrimiento
Muros de corte	3.5 cm
Losa	2.5 cm
Columnas	4 cm

Fuente: Elaboración propia

### Cargas

Para el análisis del desarrollo del proyecto de edificación multifamiliar, se basó en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma de cargas) E.020. Es por ello que, para el uso de inmuebles con presencia de departamentos por piso, la carga viva

será de 200 kg/cm<sup>2</sup> y en cuanto a la carga muerta solo se tomó los acabados más tabiquería (Parapetos), el cual tuvo un valor de 310 kg/cm<sup>2</sup>, tal como se observa en la Tabla 6:

**Tabla 7.** Cargas mínimas permisibles por piso.

N° PISOS	CARGA MUERTA (kg/m <sup>2</sup> )	CARGA VIVA (kg/m <sup>2</sup> )
Piso 13	310	200
Piso 12	310	200
Piso 11	310	200
Piso 10	310	200
Piso 9	310	200
Piso 8	310	200
Piso 7	310	200
Piso 6	310	200
Piso 5	310	200
Piso 4	310	200
Piso 3	310	200
Piso 2	310	200
Piso 1	310	200

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se consideró como carga muerta el valor de 310 kg/cm<sup>2</sup>, puesto que la norma de cargas E.020 señala que, para el uso de tabiquería con espesores de 0.15, con ladrillos pandereta, la carga equivalente será  $W = 14$  (peso lad) x 15 (factor equivalencia) x 2.4(altura) = 504 kg/m. Por lo tanto, la carga equivalente se muestra en la siguiente Tabla 7:

**Tabla 8.** Cargas equivalentes por kg/m<sup>2</sup> según la norma E.020.

Peso del tabique (kg/m)	Carga equivalente (kg/m <sup>2</sup> )
74 a menos	3
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
650 a 1000	390

Fuente: Elaboración propia

## Tipo de suelo

El terreno superficial de Miraflores donde se encuentra ubicado el edificio presenta se han considerado los parámetros respectivos de acuerdo a la última versión de la Norma de Diseño Sismorresistente (NTE E.030) del Reglamento Nacional de Edificaciones 2018:

- Z: Factor de Zona (Zona 4: Lima) 0.45
- U: Coeficiente de Uso (Categoría “EDIFICACIONES COMUNES”) 1.00
- S: Factor de Suelo (S2: del estudio de GM Grava Arenosa) 1.05
- R<sub>0</sub>: Coeficiente básico de Reducción de Fuerzas: pórticos R=8; Dual R=7
- I: Factores de irregularidad I<sub>a</sub>= 1.00 y I<sub>p</sub>=1.00. No existen irregularidades extremas.
- Coeficiente de reducción de las Fuerzas (R) R
- g: aceleración de la gravedad 9.81 m/seg<sup>2</sup>
- C: Coeficiente de amplificación dinámica C no mayor que 2.5
- T<sub>p</sub>: Periodo Fundamental del suelo (seg.) 0.60 seg. T<sub>L</sub> = 2.0 seg

## Coeficiente de reducción de las Fuerzas (R)

Estructura sin muros de corte

$$R = R_0 \times I_a \times I_p = 8 * 1 * 1 = 8$$

- Donde:
  - la: Irregularidad en altura.
  - lp: Irregularidad en planta.
  - R<sub>0</sub>: Coeficiente de reducción de fuerzas.

Estructura con muros de corte

$$R = R_0 \times I_a \times I_p = 7 * 1 * 1 = 7$$

## Periodo Fundamental de Vibración (T)

Según la norma sismorresistente E.030, C<sub>t</sub>=35, para edificaciones de concreto armado sin muro de corte por lo tanto el periodo natural será:

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{36.40}{35} = 1.04$$

Dónde:

$h_n$ : Altura total del edificio

$C_T$ : Coeficiente para sistemas aporticado o con muro de corte

Según la norma sismorresistente E.030,  $C_t=60$ , para edificaciones con muros de corte por lo tanto el periodo natural será:

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{36.40}{60} = 0.61$$

### Factor de amplificación sísmica

Según la norma E.030 deberá cumplirse la siguiente ecuación

Estructura con muros de corte

$$T_p < T < T_L \Rightarrow C = 2.5 \frac{T_p}{T}$$

$$C = 2.5 \frac{0.6}{1.04} = 1.442 \Rightarrow \frac{R}{C} = \frac{7}{1.442} = 4.854 > 0.125 \text{ OK!}$$

Estructura sin muros de corte

$$T_p < T < T_L \Rightarrow C = 2.5 \frac{T_p}{T}$$

$$C = 2.5 \frac{0.6}{0.61} = 2.46 \Rightarrow \frac{R}{C} = \frac{8}{2.46} = 3.25 > 0.125 \text{ OK!}$$

### Combinación de cargas

Se tomó en cuenta las siguientes combinaciones de cargas según el ACI 318-14 para el análisis estático, considerando el uso de sismos estáticos en diferentes sentidos (X, Y).



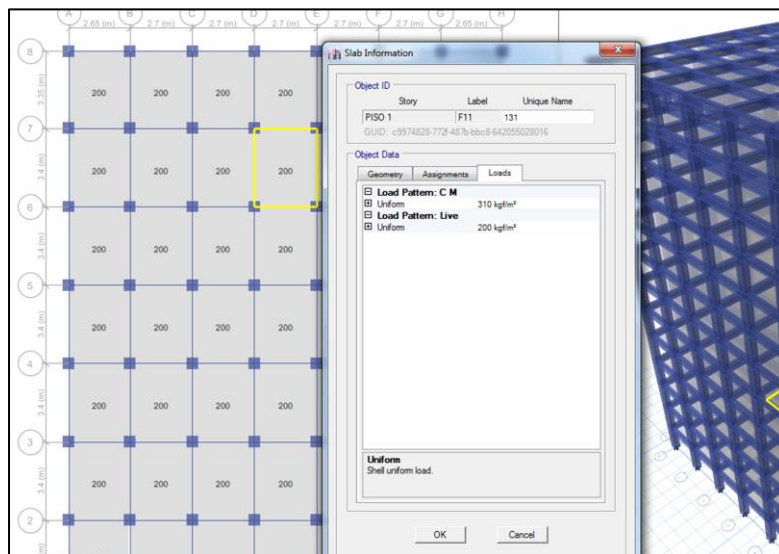
**Tabla 9. Combinaciones de cargas según el ACI 318-14.**

Combinacion de carga	Carga primaria
$U = 1.4 D$	D
$U = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$	L
$U = 1.2 D + 1.6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1.0 L \text{ ó } 0.5 W)$	L ó S ó R
$U = 1.2 D + 1.0W + 1.0 L + 0.5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$	W
$U = 1.2 D + 1.0E + 1.0 L + 0.2S$	E
$U = 0.9D + 1.0W$	W
$U = 0.9D + 1.0E$	E

Fuente: ACI 318-14

### Distribución de cargas uniformes

Se le aplicó como carga muerta, los acabados de los pisos terminados por cada nivel más la tabiquería usada para la división de muros, teniendo en cuenta que no se considera el propio peso de la estructura, puesto que lo calcula el programa. Por lo tanto, se tendrá un valor de 310 kg/m<sup>2</sup> por cada piso.



*Figura 5: Detalle de distribución de carga viva y carga muerta por piso en ETABS 2017.*

Para la carga viva se consideró de 200 kg/m<sup>2</sup>, puesto que la estructura tiene como uso para departamentos inmobiliarios. Asimismo, para la carga viva de techo se consideró 100 kg/m<sup>2</sup> solo para el último nivel.

Asimismo, para el cálculo del peso sísmico efectivo la carga viva para edificaciones de categoría "C" se considerará solo el 25% según la norma E.030.

$$\text{Peso} = (\text{Peso propio} + 0.25 \text{ CV} + \text{CM} + 0.25 \text{ CVtecho})$$

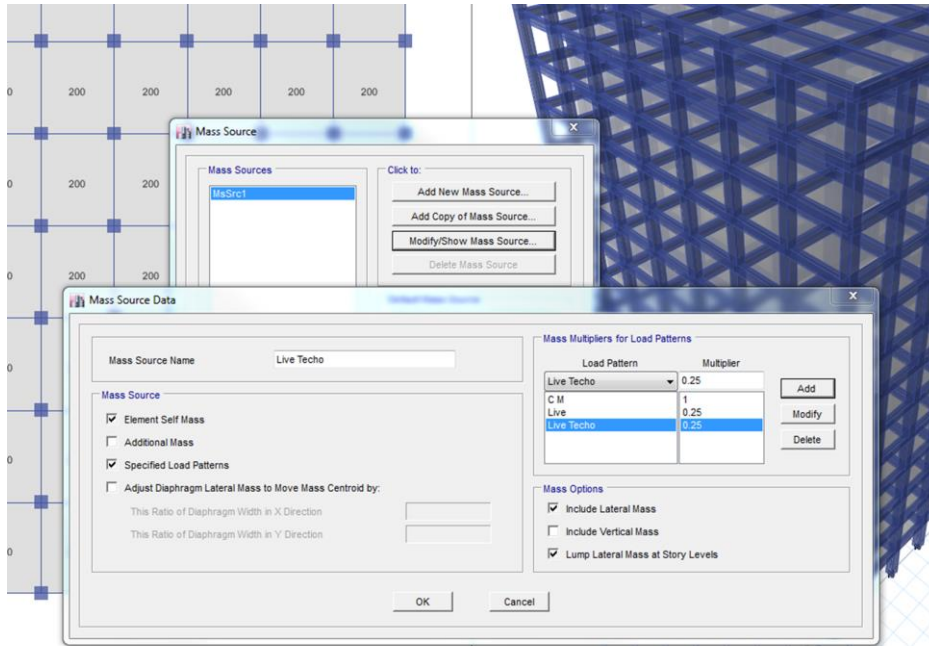


Figura 6: Introducción de cargas según Norma E 030 en ETABS 2017.

## Diafragmas

Se aplicó un solo tipo de diafragma para todos los pisos de la edificación multifamiliar para el análisis respectivo.

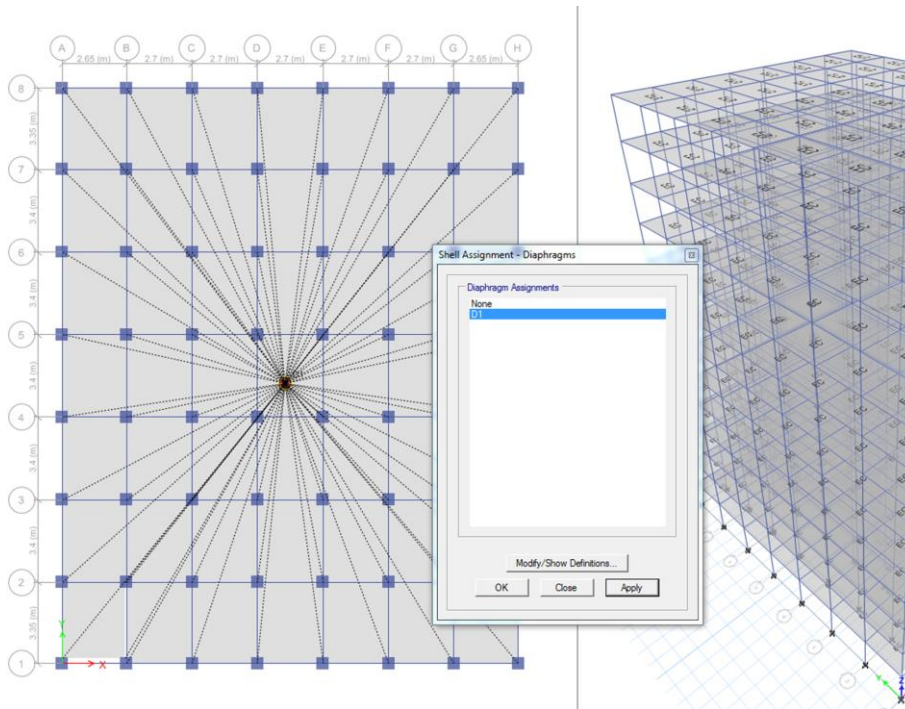


Figura 7: Diafragma rígido en ETABS 2017.

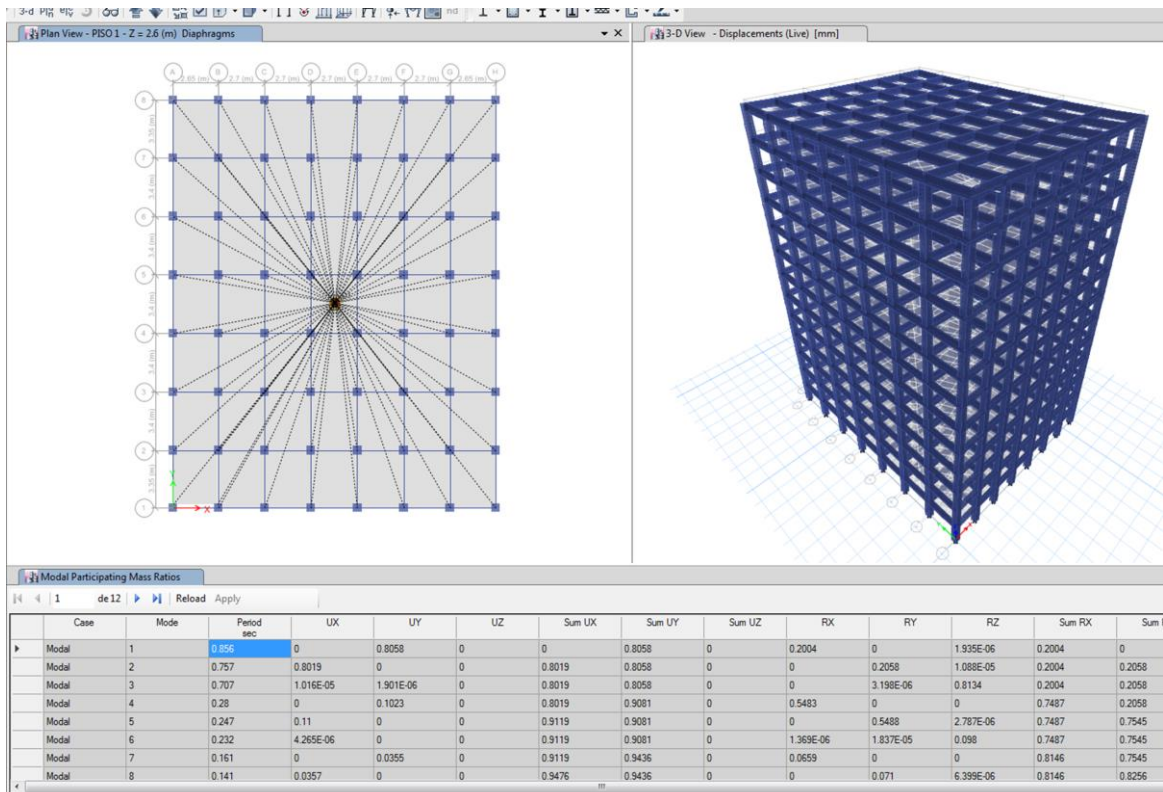
## Periodos modales

Se consideró como periodo máximo de “T” de 0.856 segundos. Por lo tanto, el factor de amplificación sísmica C será 1.75. Ya que, se cumple la primera consideración del punto.

**Tabla 10.** Periodos modales de vibración según el ETABS 2017.

Case	Mode	Period (sec)
Modal	1	0.856
Modal	2	0.757
Modal	3	0.707
Modal	4	0.28
Modal	5	0.247
Modal	6	0.232
Modal	7	0.161
Modal	8	0.141
Modal	9	0.136
Modal	10	0.111
Modal	11	0.098
Modal	12	0.094

Fuente: Propia



**Figura 8:** Periodo fundamental de la estructura en en ETABS 2017.

Tabla 11. Distribución de masas por nivel según el ETABS 2017.

N° pisos	Peso (Tn)
PISO 13	430.74968
PISO 12	479.88968
PISO 11	479.88968
PISO 10	479.88968
PISO 9	479.88968
PISO 8	479.88968
PISO 7	479.88968
PISO 6	479.88968
PISO 5	479.88968
PISO 4	479.88968
PISO 3	479.88968
PISO 2	479.88968
PISO 1	479.88968
Peso Total	6189.42584

Fuente: Propia

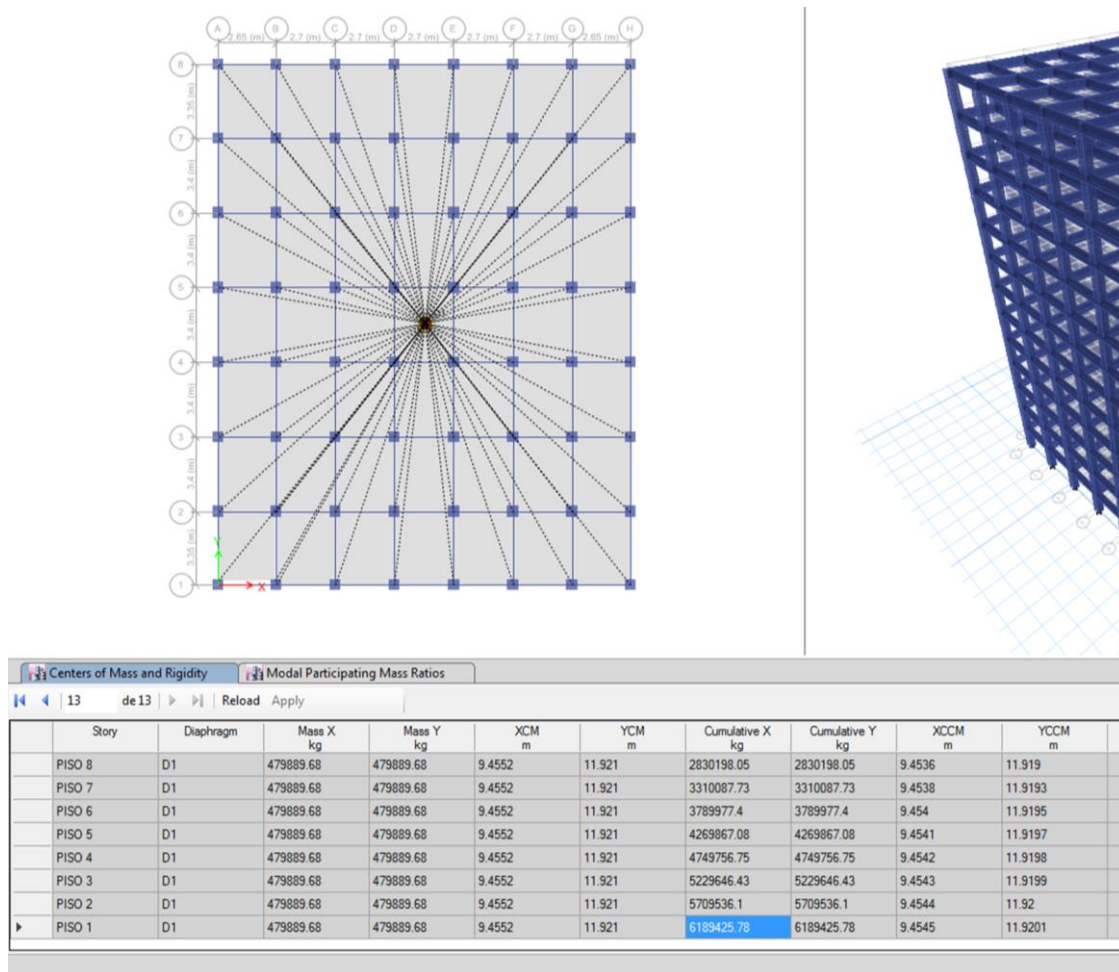


Figura 9: Peso de la estructura en ETABS 2017.



## Aceleración espectral.

Se expresa mediante la siguiente formula, para ello se consideró los siguientes parámetros de la norma, los cuales me permitirán poder generar un espectro de sismo el cual se introducirá en el programa ETABS.

$$S_n = \frac{ZUCS}{R} * g$$

**Tabla 12. Desplazamientos**

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1477
2.50	0.10	0.1477
2.50	0.20	0.1477
2.50	0.30	0.1477
2.50	0.40	0.1477
2.50	0.50	0.1477
2.50	0.60	0.1477
2.14	0.70	0.1266
1.88	0.80	0.1107
1.67	0.90	0.0984
1.50	1.00	0.0886
1.36	1.10	0.0805
1.25	1.20	0.0738
1.15	1.30	0.0681
1.07	1.40	0.0633
1.00	1.50	0.0591
0.94	1.60	0.0554
0.88	1.70	0.0521
0.83	1.80	0.0492
0.79	1.90	0.0466
0.75	2.00	0.0443
0.48	2.50	0.0284
0.33	3.00	0.0197
0.24	3.50	0.0145
0.19	4.00	0.0111
0.15	4.50	0.0088
0.12	5.00	0.0071
0.08	6.00	0.0049
0.06	7.00	0.0036
0.05	8.00	0.0028
0.04	9.00	0.0022
0.03	10.00	0.0018

Fuente: Propia

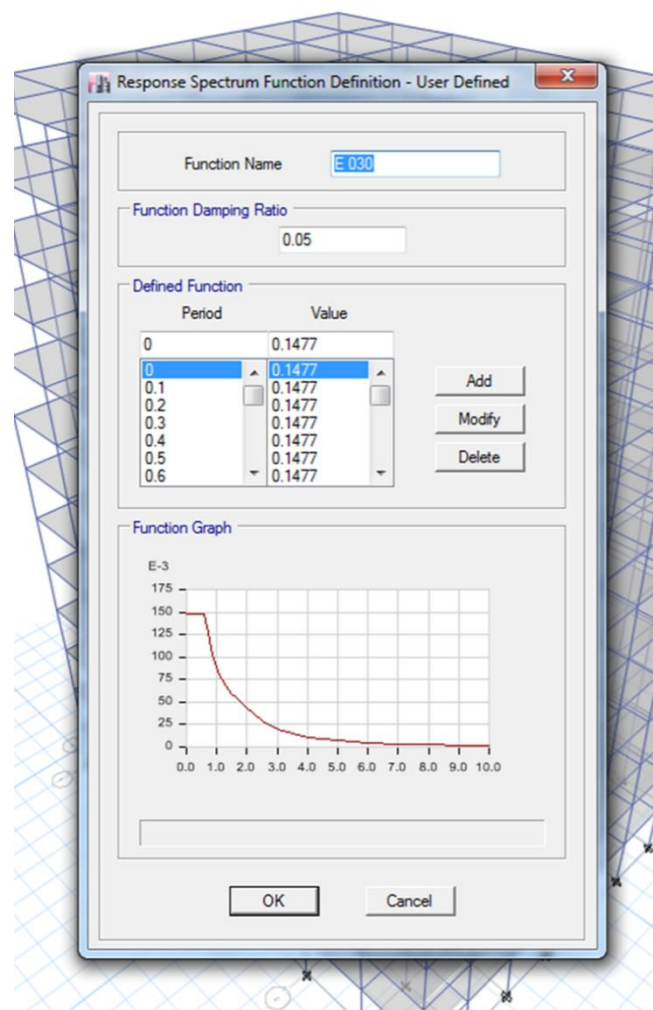


Figura 10: Introducción de espectro de sismo, ETABS 2017

Se procede a correr el programa luego de introducir nuestro espectro y programando los diafragmas rígidos en la estructura sin muro de corte, donde obtenemos nuestras derivas elásticas en el programa ETABS.

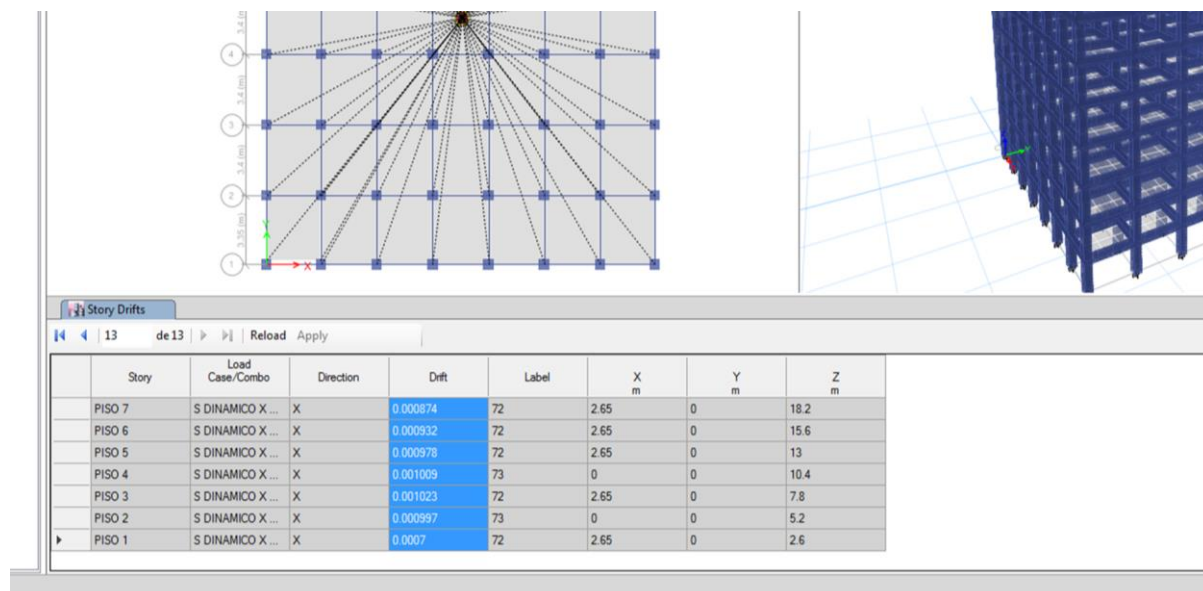


Figura 11: Derivas elasticas entre pisos, ETABS 2017.

Tabla 13. Derivas de la edificación sin muro de corte según el ETABS 2017.

PISO	Derivas	0.75*R	Derivas	0.75*R
	Elásticas X (mm)	Inelásticas	Elásticas Y (mm)	Inelásticas
13	0.000282	0.001692	0.00025	0.0015
12	0.000403	0.002418	0.000384	0.002304
11	0.000521	0.003126	0.000517	0.003102
10	0.000627	0.003762	0.000637	0.003822
9	0.000722	0.004332	0.000744	0.004464
8	0.000804	0.004824	0.000839	0.005034
7	0.000874	0.005244	0.000921	0.005526
6	0.000932	0.005592	0.000992	0.005952
5	0.000978	0.005868	0.001051	0.006306
4	0.001009	0.006054	0.001096	0.006576
3	0.001023	0.006138	0.00112	0.00672
2	0.000997	0.005982	0.001084	0.006504
1	0.0007	0.0042	0.000713	0.004278

Fuente: Propia

En la tabla numero 13 el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 31.1 de la norma E 030, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la Tabla 2.

Cortantes por espectro de diseño o cortantes dinámicos respecto a los ejes X e Y de la estructura sin muro de corte obtenidos del programa ETABS. Ver figura 12.

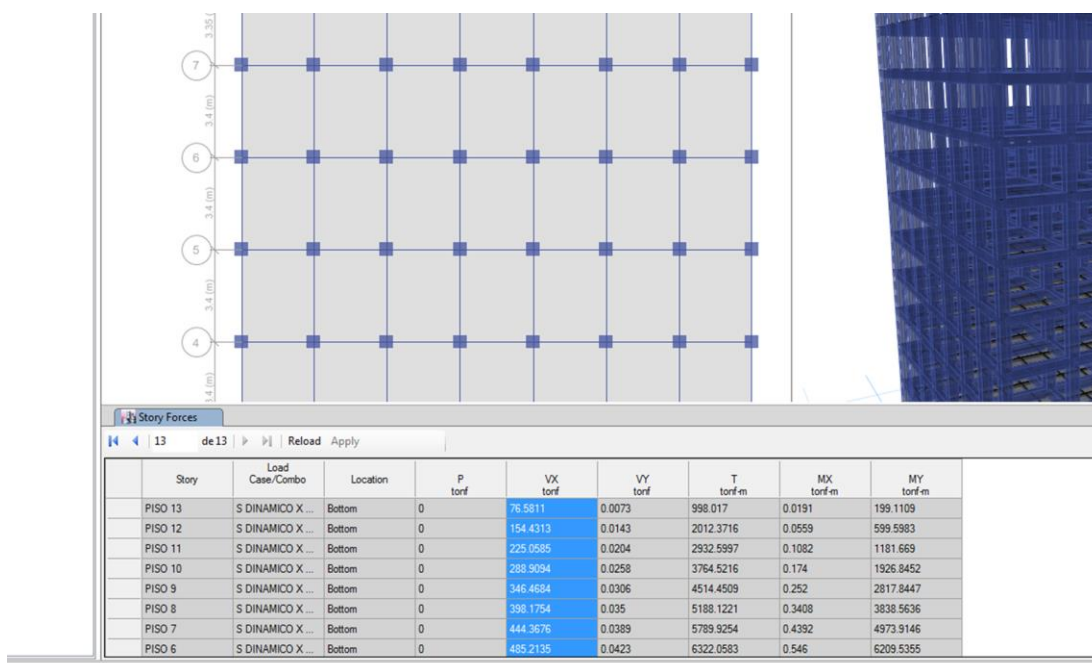


Figura 12: Cortantes por pisos en el eje x, ETABS 2017.

Tabla 14. Cortantes dinámicas de la edificación sin muro de corte según el ETABS.

Cortantes dinámicos		
Piso	VX (tonf)	VY (tonf)
13	76.5811	68.8788
12	154.4313	138.0468
11	225.0585	200.5106
10	288.9094	256.7877
9	346.4684	307.4319
8	398.1754	352.9549
7	444.3676	393.7579
6	485.2135	430.0571
5	520.648	461.8092
4	550.3346	488.6614
3	573.6377	509.9097
2	589.6037	524.4861
1	597.0991	531.1954

Fuente: Propia

En la tabla numero 14 el cortante máximo en la base es de 597.0991 tonf en el eje X y 531.1954 tonf en el eje Y, resultados obtenidos por el análisis dinámico espectral en la edificación sin muro de corte a través del software ETABS 2017.

## El diseño general del edificio con muro de corte.

Se procede a realizar el mismo modelamiento que se hizo con la estructura con muro de corte, y se consiguió los siguientes resultados:

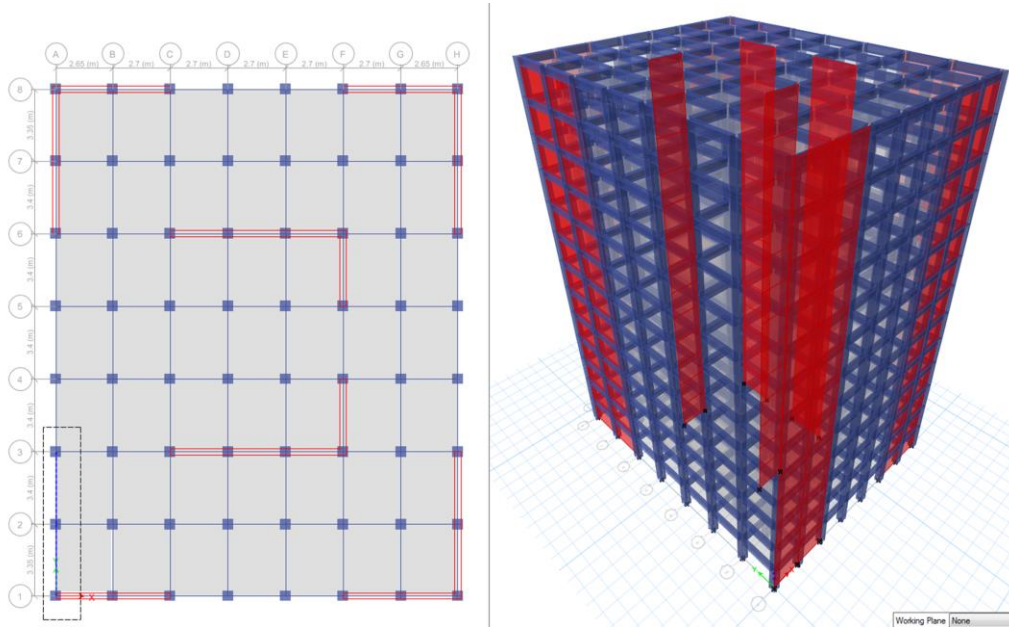


Figura 13: Modelo estructural en ETABS con muro de corte

**Tabla 15.** Derivas de la edificación con muro de corte según el ETABS 2017.

PISO	Derivas	0.75*R	Derivas	0.75*R
	Elásticas X (mm)	Inelásticas	Elásticas Y (mm)	Inelásticas
13	0.000328	0.001722	0.000461	0.00242
12	0.000347	0.0018218	0.000484	0.002541
11	0.000363	0.0019058	0.000503	0.002641
10	0.000376	0.001974	0.000519	0.002725
9	0.000385	0.0020213	0.000528	0.002772
8	0.000388	0.002037	0.000529	0.002777
7	0.000384	0.002016	0.00052	0.00273
6	0.000371	0.0019478	0.0005	0.002625
5	0.000348	0.001827	0.000466	0.002447
4	0.000313	0.0016433	0.000417	0.002189
3	0.000266	0.0013965	0.000351	0.001843
2	0.000203	0.0010658	0.000265	0.001391
1	0.000117	0.0006143	0.000147	0.000772

Fuente: Propia

En la tabla número 15 se observa los desplazamientos máximos entre pisos de 0.002037 y 0.002777 en el eje x e y respectivamente.



Cortantes por espectro de diseño o cortantes dinámicos respecto a los ejes X e Y de la estructura con muro de corte obtenidos del programa ETABS. Ver figura 14.

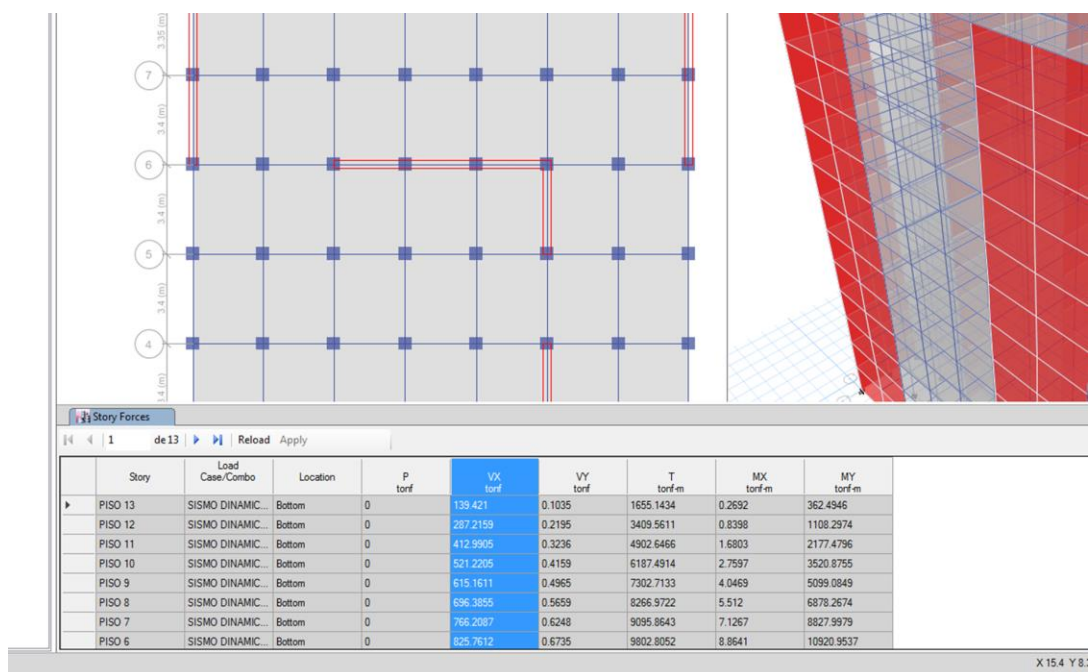


Figura 14: Cortantes por pisos en el eje x de la estructura con muro de corte, ETABS 2017.

**Tabla 16.** Cortantes dinámicas de la edificación con muro de corte según el ETABS.

Cortantes dinámicos		
Piso	VX (tonf)	VY (tonf)
13	139.421	139.8839
12	287.2159	286.6878
11	412.9905	411.3305
10	521.2205	518.5285
9	615.1611	611.0159
8	696.3855	690.8859
7	766.2087	759.6734
6	825.7612	818.0669
5	875.2781	866.6153
4	914.6409	905.3518
3	944.0534	934.045
2	963.3501	952.8305
1	971.9679	961.3556

Fuente: Propia

En la tabla numero 16 el cortante máximo en la base es de 971.9679 tonf en el eje X y 961.3556 tonf en el eje Y, resultados obtenidos por el análisis dinámico espectral en la edificación con muro de corte a través del software ETABS 2017.

## Efectos de Segundo Orden (P-Delta) en la estructura sin muro de corte

Se procede a realizar sobre el modelamiento que se hizo con la estructura sin muro de corte la aplicación del efecto P – delta y se obtiene las derivas elásticas en el programa ETABS con se puede observar en la figura 15.

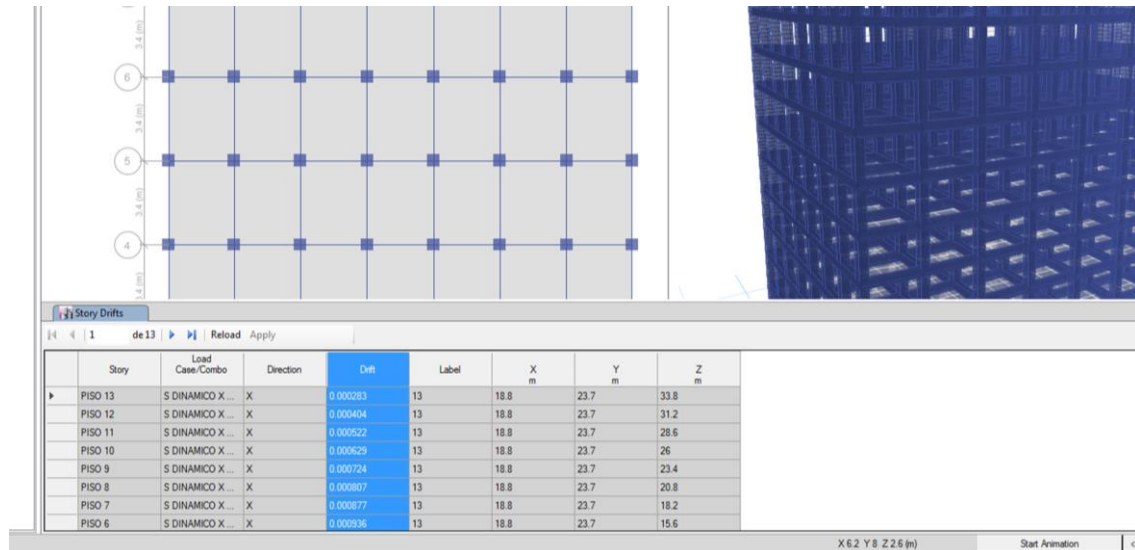


Figura 15: Derivas elásticas entre pisos de la estructural sin muro de corte con efecto P–delta.

Tabla 17. Derivas de la edificación sin muro de corte y con efecto P – delta.

PISO	Derivas	0.75*R	Derivas	0.75*R
	Elásticas X (mm)	Inelásticas	Elásticas Y (mm)	Inelásticas
13	0.000283	0.001698	0.000251	0.001506
12	0.000404	0.002424	0.000385	0.00231
11	0.000522	0.003132	0.000518	0.003108
10	0.000629	0.003774	0.000639	0.003834
9	0.000724	0.004344	0.000747	0.004482
8	0.000807	0.004842	0.000843	0.005058
7	0.000877	0.005262	0.000926	0.005556
6	0.000936	0.005616	0.000998	0.005988
5	0.000982	0.005892	0.001058	0.006348
4	0.001014	0.006084	0.001105	0.00663
3	0.001028	0.006168	0.00113	0.00678
2	0.001001	0.006006	0.001093	0.006558
1	0.000703	0.004218	0.000718	0.004308

Fuente: Propia

En la tabla número 17 se observa los desplazamientos máximos entre pisos de 0.006168 y 0.00663 en el eje x e y respectivamente.

Cortantes por espectro de diseño o cortantes dinámicos respecto a los ejes X e Y de la estructura sin muro de corte obtenidos del programa ETABS. Ver figura 16.

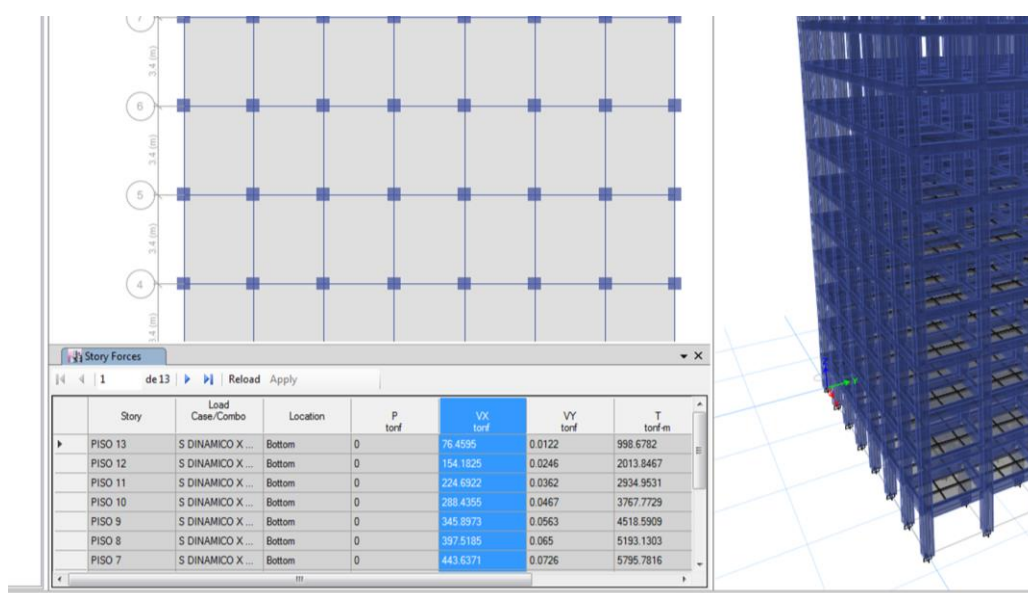


Figura 16: Cortantes por pisos en el eje x en la edificación sin muro de corte y con efecto P – delta.

**Tabla 18.** Cortantes dinámicas de la edificación sin muro de corte y con efecto P – delta según el ETABS.

Cortantes dinámicos		
Piso	VX (tonf)	VY (tonf)
13	76.4595	68.742
12	154.1825	137.7664
11	224.6922	200.0979
10	288.4355	256.254
9	345.8973	306.7887
8	397.5185	352.2143
7	443.6371	392.9334
6	484.4231	429.1636
5	519.8117	460.8628
4	549.4663	487.6778
3	572.7496	508.903
2	588.705	523.4667
1	596.1954	530.17

Fuente: Propia

En la tabla numero 18 el cortante máximo en la base es de 596.1954 tonf en el eje X y 530.17 tonf en el eje Y, resultados obtenidos por el análisis dinámico espectral en la edificación sin muro de corte a través del software ETABS 2017.

## Efectos de Segundo Orden (P-Delta) en la estructura con muro de corte

Se procede a realizar sobre el modelamiento que se hizo con la estructura con muro de corte la aplicación del efecto P – delta de donde se obtiene las derivas elásticas en el programa ETABS con se puede observar en la figura 17.

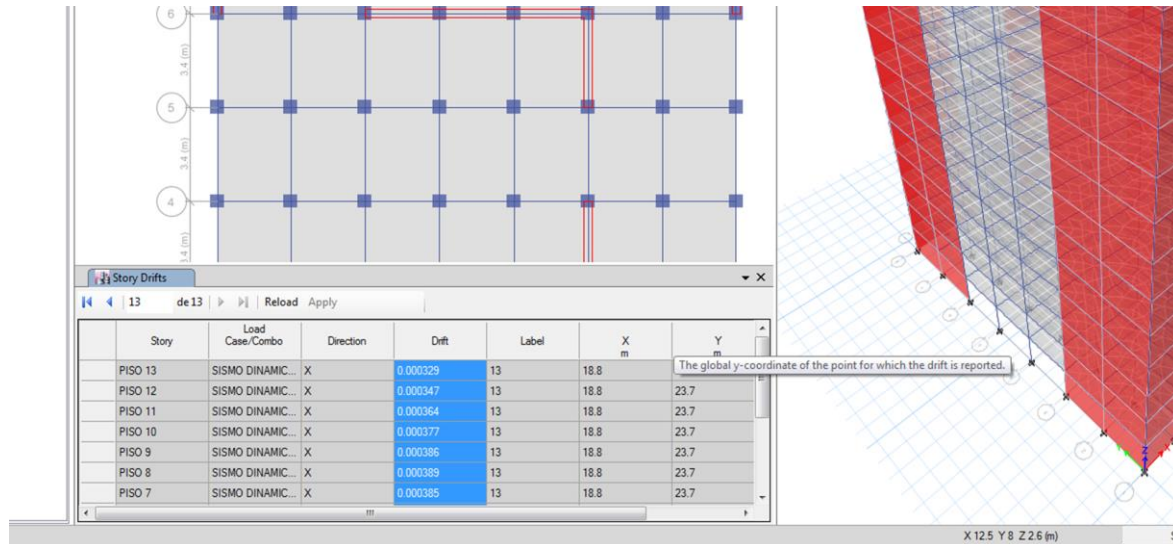


Figura 17: Derivas elásticas entre pisos con efecto P – delta en la edificación con muro de corte.

Tabla 19. Derivas de la edificación con muro de corte y con efecto P – delta.

PISO	Derivas	0.75*R	Derivas	0.75*R
	Elásticas X (mm)	Inelásticas	Elásticas Y (mm)	Inelásticas
13	0.000329	0.0017273	0.000462	0.002426
12	0.000347	0.0018218	0.000485	0.002546
11	0.000364	0.001911	0.000505	0.002651
10	0.000377	0.0019793	0.00052	0.00273
9	0.000386	0.0020265	0.00053	0.002783
8	0.000389	0.0020423	0.000531	0.002788
7	0.000385	0.0020213	0.000522	0.002741
6	0.000372	0.001953	0.000501	0.00263
5	0.000349	0.0018323	0.000467	0.002452
4	0.000314	0.0016485	0.000418	0.002195
3	0.000267	0.0014018	0.000352	0.001848
2	0.000204	0.001071	0.000266	0.001397
1	0.000117	0.0006143	0.000147	0.000772

Fuente: Propia

En la tabla número 19 se observa los desplazamientos máximos entre pisos de 0.0020423 y 0.002788 en el eje x e y respectivamente.

Cortantes por espectro de diseño o cortantes dinámicos respecto a los ejes X e Y de la estructura con muro de corte obtenidos del programa ETABS. Ver figura 18.

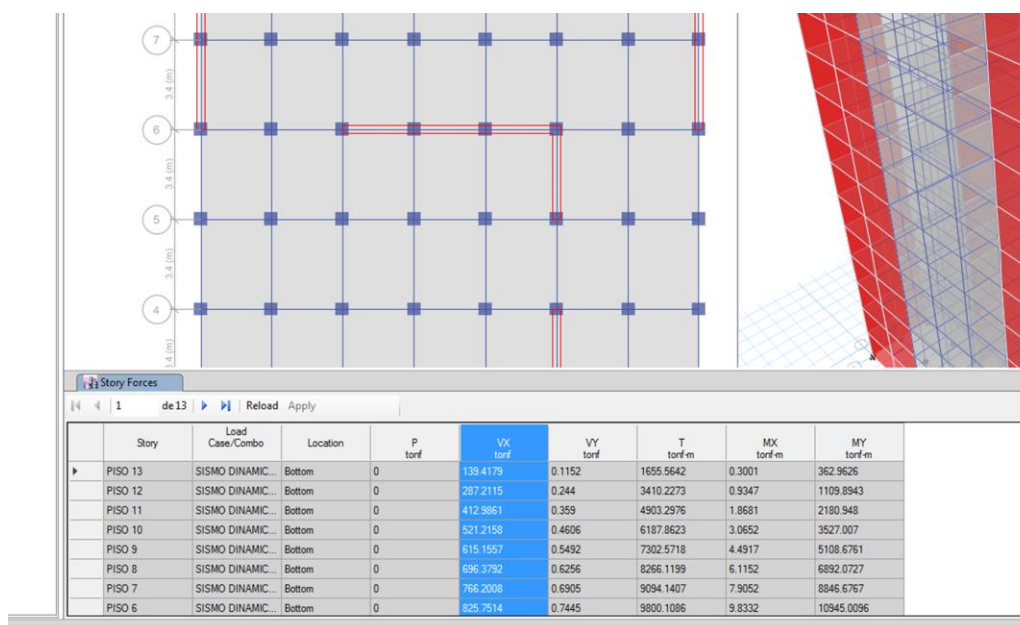


Figura 18: Cortantes en el eje x en la edificación con muro de corte y con efecto P – delta.

**Tabla 20.** Cortantes dinámicas de la edificación con muro de corte y con efecto P – delta según el ETABS.

Cortantes dinámicos		
Piso	VX (tonf)	VY (tonf)
13	139.4179	139.8834
12	287.2115	286.6893
11	412.9861	411.3343
10	521.2158	518.5341
9	615.1557	611.0225
8	696.3792	690.8923
7	766.2008	759.6788
6	825.7514	818.0707
5	875.2664	866.6169
4	914.6269	905.3509
3	944.0367	934.041
2	963.3307	952.8232
1	971.9465	961.3459

Fuente: Propia

En la tabla numero 20 el cortante máximo en la base es de 971.9465 tonf en el eje X y 961.3459 tonf en el eje Y, resultados obtenidos por el análisis dinámico espectral en la edificación sin muro de corte a través del software ETABS 2017.

## **V. DISCUSIÓN**

**Discusión 1:** En nuestra investigación el efecto P-Delta si influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con y sin muro de corte debido a que produce cambios en los desplazamientos en cada piso y aumenta la fuerza cortante de la base, lo cual coincide con los resultados de Akhter, Prakash & Aamir (2017) donde. En su análisis se pudo verificar las pequeñas desviaciones y fuerzas de corte de la carga aplicada sobre la estructura. Los desplazamientos con respecto a la carga sísmica con efectos P-delta aumentan en comparación con su análisis sin efecto p - delta. También se logra verificar que tanto en nuestra investigación como en la de Prakash & Aamir los valores de desplazamiento del piso para todos los casos de carga están dentro del límite permitido para cada una de sus normar respectivamente.

**Discusión 2:** “El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con muro de corte, Lima 2019”

Se observó que los desplazamientos entre pisos obtenidos en la estructura con muro de corte y la aplicación del efecto P-delta son mayores que los desplazamientos obtenidos en la estructura con muro de corte, pero sin la aplicación del efecto P-delta tanto en el eje X como en el eje Y.

**Tabla 21.** Derivas de la edificación con muro de corte.

Piso	Desplazamiento lateral de entrepiso con muro de corte			
	Eje x		Eje y	
	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta
13	0.001722	0.00172725	0.00242025	0.0024255
12	0.00182175	0.00182175	0.002541	0.00254625
11	0.00190575	0.001911	0.00264075	0.00265125
10	0.001974	0.00197925	0.00272475	0.00273
9	0.00202125	0.0020265	0.002772	0.0027825
8	0.002037	0.00204225	0.00277725	0.00278775
7	0.002016	0.00202125	0.00273	0.0027405
6	0.00194775	0.001953	0.002625	0.00263025

5	0.001827	0.00183225	0.0024465	0.00245175
4	0.00164325	0.0016485	0.00218925	0.0021945
3	0.0013965	0.00140175	0.00184275	0.001848
2	0.00106575	0.001071	0.00139125	0.0013965
1	0.00061425	0.00061425	0.00077175	0.00077175

Fuente: Propia

Se observó que cortante máximo en la base de la estructura sin efecto P-delta es mayor que la cortante máxima en estructura con efecto P-delta tanto en el eje X como en el eje Y.

**Tabla 22.** Cortantes dinámicos de la edificación con muro de corte.

Piso	Cortantes dinámicos en estructura con muro de corte			
	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta
	VX (tonf)	VX (tonf)	VY (tonf)	VY (tonf)
13	76.5811	76.4595	68.8788	68.742
12	154.4313	154.1825	138.0468	137.7664
11	225.0585	224.6922	200.5106	200.0979
10	288.9094	288.4355	256.7877	256.254
9	346.4684	345.8973	307.4319	306.7887
8	398.1754	397.5185	352.9549	352.2143
7	444.3676	443.6371	393.7579	392.9334
6	485.2135	484.4231	430.0571	429.1636
5	520.648	519.8117	461.8092	460.8628
4	550.3346	549.4663	488.6614	487.6778
3	573.6377	572.7496	509.9097	508.903
2	589.6037	588.705	524.4861	523.4667
1	597.0991	596.1954	531.1954	530.17

Fuente: Propia

Del mismo modo en el artículo de Rajath & Ramegowda (2016) indicaron que los desplazamientos se incrementaron aproximadamente en un 5% cuando en sus



estructuras se consideró el efecto P-delta y también se incrementa su fuerza horizontal en la base en un 4% cuando consideran este efecto. Lo cual coincide con nuestra investigación ya que tanto los desplazamientos y fuerza cortante de nuestra estructura con muros de corte variaron cuando se consideró el efecto P-delta. Aunque se observó que en el caso de la cortante máxima en la base de nuestra estructura con muro de corte disminuyó al considerarse el efecto P-delta, lo cual no coincide con Rajath & Ramegowda, donde su cortante aumenta, se considera que es correcto ya que el efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con muro de corte.

**Discusión 3:** “El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado sin muro de corte, Lima 2019”

Se observó que los desplazamientos entre pisos obtenidos en las estructuras sin muro de corte y la aplicación del efecto P-delta son mayores que los desplazamientos obtenidos en la misma estructura, pero sin la aplicación del efecto P-delta tanto en el eje X como en el eje Y.

**Tabla 23.** Derivas de la edificación sin muro de corte.

Piso	Desplazamiento lateral de entrepiso sin muro de corte			
	Eje x		Eje y	
	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta
13	0.001692	0.001698	0.0015	0.001506
12	0.002418	0.002424	0.002304	0.00231
11	0.003126	0.003132	0.003102	0.003108
10	0.003762	0.003774	0.003822	0.003834
9	0.004332	0.004344	0.004464	0.004482
8	0.004824	0.004842	0.005034	0.005058
7	0.005244	0.005262	0.005526	0.005556
6	0.005592	0.005616	0.005952	0.005988
5	0.005868	0.005892	0.006306	0.006348
4	0.006054	0.006084	0.006576	0.00663

3	0.006138	0.006168	0.00672	0.00678
2	0.005982	0.006006	0.006504	0.006558
1	0.0042	0.004218	0.004278	0.004308

Fuente: Propia

Se observó que cortante máximo en la base de las estructuras sin muro de corte y sin considerar el efecto P-delta es mayor que la cortante máxima en la estructura considerando el efecto P-delta tanto en el eje X como en el eje Y.

**Tabla 24.** Cortantes dinámicos en estructura sin muro de corte por niveles.

Piso	Cortantes dinámicos en estructura sin muro de corte			
	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta
	VX (tonf)	VX (tonf)	VY (tonf)	VY (tonf)
13	76.5811	76.4595	68.8788	68.742
12	154.4313	154.1825	138.0468	137.7664
11	225.0585	224.6922	200.5106	200.0979
10	288.9094	288.4355	256.7877	256.254
9	346.4684	345.8973	307.4319	306.7887
8	398.1754	397.5185	352.9549	352.2143
7	444.3676	443.6371	393.7579	392.9334
6	485.2135	484.4231	430.0571	429.1636
5	520.648	519.8117	461.8092	460.8628
4	550.3346	549.4663	488.6614	487.6778
3	573.6377	572.7496	509.9097	508.903
2	589.6037	588.705	524.4861	523.4667
1	597.0991	596.1954	531.1954	530.17

Fuente: Propia

Del mismo modo en el artículo de Lakshmi (2017) indica que cuando en sus estructuras se consideró el efecto P-delta es insignificante hasta 10 pisos en edificios, pero mientras aumenta la altura desde el décimo piso, hay un pequeño

aumento en desplazamiento con efecto P-Delta, así como en las fuerzas cortantes en sistemas sin muros de corte. Lo cual coincide con esta investigación debido a que el efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural del edificio de concreto armado sin muro de corte de 13 niveles.

**Discusión 4:** “La influencia del efecto P-Delta presenta variación en los resultados de edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019”

Se determinó que los resultados de las derivas y fuerza cortantes varían al considerar el efecto P-delta en el edificio de concreto armado sin muro de corte, pero no de forma significativa.

**Tabla 25.** *Porcentajes de aumento de derivas y cortantes máximas de la edificación sin muro de corte.*

		Derivas		Cortantes	
		Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta
X		0.006138	0.006168	597.0991	596.1954
	Aumento en		0.489 %	Disminuye en	0.152 %
Y		0.006576	0.00663	531.1954	530.17
	Aumento en		0.821 %	Disminuye en	0.193 %

Fuente: Propia

**Tabla 25.** *Porcentajes de aumento de derivas y cortantes máximas de la edificación con muro de corte.*

		Derivas		Cortantes	
		Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta	Sin efecto P-delta	Con efecto P-delta
X		0.002037	0.002042	971.9679	971.9465
	Aumento en		0.26%	Disminuye en	0.0022%
Y		0.002777	0.002788	961.3556	961.3459
	Aumento en		0.40%	Disminuye en	0.0010%

Fuente: Propia

Lo cual difiere de lo mencionado con Rakesh, Parvez & Kumar (2017) que indican que cuando se considera el efecto  $P-\Delta$ , hay un considerable aumento en el desplazamiento, deriva de pisos y momentos de columna lo que indica la importancia de  $P-\Delta$ . Y variación máxima en el desplazamiento del techo es de un 29,6% con la introducción de diferentes tipos de carga del sistema resistente, así como la variación máxima en la deriva del piso a nivel es observado en todas las estructuras.

## **VI. CONCLUSIONES**

## **Conclusión general:**

Se logró realizar el análisis de la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte. Concluyendo que tanto los desplazamientos y fuerzas de corte en la estructura varían cuando se considera el efecto P-Delta en las edificaciones con y sin muro de corte, en relación con sus desplazamientos y fuerzas de corte en las mismas edificaciones donde no se considera el efecto P-Delta.

## **Conclusiones específicas:**

1. Se logró determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con muro de corte. Donde se concluye que la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con muro de corte se pudo observar en las derivas entre pisos obtenidos en la estructura a través del software ETABS 2017, pero esta influencia no es considerable tomando en cuenta que la variación de desplazamientos es muy pequeña. Del mismo modo las fuerzas cortantes en la base de la estructura con muro de corte también generan una variación cuando se considera el efecto P-Delta, pero no es muy grande en módulo.

2. Se logró determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado sin muro de corte. Debido a que después de considerar el efecto p-delta en la estructura sin muro de corte se obtuvo desplazamientos muy cercanos a los límites para la distorsión de entrepisos considerados según su material por la Norma E 0.30 en su artículo 32 donde menciona que la deriva máxima es de 0.007 lo cual es muy cercano a nuestro resultado que fue de 0.006168. Lo que nos indicó que la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado sin muro de corte no es considerable.

3. Se logró comparar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte a través del software ETABS 2017 la cual nos permitió diferenciar los desplazamientos y fuerzas en estructuras con y sin muros de corte y también poder considerar el efecto p delta en las mismas, consiguiendo una diferencia pequeña en sus resultados. En relación con la fuerza cortante en las

bases de las estructuras presenta una variación de su valor, pero este cambio es pequeño en consideración con la carga cortante presentada

## **VII. RECOMENDACIONES**



1. Debido a los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda siempre considerar un análisis de segundo orden (efecto P-Delta) para estructuras con y sin muro de corte con la finalidad de conseguir sus desplazamientos y fuerzas generadas por este efecto y esta consideración tiene que ser exhaustiva y apropiada.
2. En el diseño de una estructura y aunque los programas de computadora alivian la intensidad del análisis, es importante que el ingeniero comprenda el procedimiento de solución y evalúe cuidadosamente los momentos de segundo orden. Ya que estos momentos de segundo orden tendrán variación en relación a sus dimensiones y numero de niveles de la edificación.
3. Se recomienda realizar nuevos estudios de la aplicación del efecto de P-delta en estructuras de mayor altitud y que tengan irregularidades para encontrar la respuesta sísmica inelástica en dichas estructuras, ya que en esta investigación solo se consideró una estructura sin irregularidades.
4. Se recomienda realizar nuevas investigaciones de la aplicación del análisis de segundo orden (efecto P-Delta) y su influencia en estructuras de acero y de ese modo encontrar la respuesta sísmica inelástica, así mismo considerar diferentes altitudes, dimensiones y configuraciones.
5. Se recomienda que durante una investigación de diseño estructural de una edificación de más de 13 niveles a través de la evaluación de un software de estructuras como ETABS, se realice también la consideración del efecto p delta para asegurar que no tenga una influencia perjudicial en las solicitaciones de la misma.

## REFERENCIAS

ALVAYAY Daniel. “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando Índices de vulnerabilidad”. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil Y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2013. 203 pp.

Disponible en <http://repositorio.uchi.edu.pe/handle/UNAP/1888>

AKHTER, Prakash & AAMIR. “P-Delta Effect on High Rise Building Subjected to Earth Quake and Wind Load”. International Journal of Engineering Science and Computing (Hindawi) [online]. 2017: February 2017, Pages 10. [Date of consultation: 23 de October 2019].

Available in <https://www.hindawi.com/journals/amse/2017/4397957/ID4397957>

Becerra, Richard. 2015. "Riesgo sísmico de las edificaciones en la Urbanización Horacio Zevallos de Cajamarca - 2015". (Título en Ingeniería Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 137 pp.

Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4185>

BOZZO & BOZZO. “Study on Dynamic P Delta Effects of a Building with Soft Storey. VSRD International Journal of Mechanical”, Civil, Automobile and Production Engineering [online]. 6 (10): November 2016, Pages 271-274. [Date of consultation: 23 de October 2019].

Available in <http://www.vsrjournals.com/jms/home.php?ii=13>

ISSN: 2249-8303

MARTINS. (2016) “Comportamiento y capacidad de muros estructurales de hormigón armado frente a solicitaciones sísmica”. Tesis para optar por el título en Ingeniería Estructural y de la Construcción en la UPC Barcelonatech.

CCALLO Rubén. “Comportamiento y capacidad de muros estructurales de hormigón armado frente a solicitaciones sísmica”. Barcelona: Tesis (Título en Ingeniería Estructural y de la Construcción). Fondo Editorial de la UPC Barcelonatech, 2016. [fecha de consulta 19 de octubre de 2019].

Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/87692>

ISBN: 9802-7344

CASTILLO Feliberto. *“Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de seis niveles en San Miguel”*. Caracas: Tesis (Título en Ingeniería Civil). Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. [fecha de consulta 12 de octubre de 2019].

Disponible en <https://es.calameo.com/books/000628576f51732890350>

ISBN: 980-273-445-4

CCENTE Edwin. 2013. *“Establecer las fallas, el grado de vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico de edificaciones de gran altura - Huancavelica”*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2013. pág. 463.

Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/upaorep/4185>

CHEN Y WANG. *“Metodología de la Investigación”*. [en línea]. 6.a ed. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 1999. [fecha de consulta 12 de mayo de 2019].

Disponible

en:

[https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)

ISBN: 978-1-4562-2396-0

CRISTIANO Luz. *“Comparación del efecto  $p$  –delta y la deriva en estructuras de concreto analizado en una zona de amenaza sísmica baja que cumplen los requisitos de deriva de la NSR – 98”*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Universidad Pontificia Boliviana Seccional de Bucaramanga Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2008. 301 pp.

Disponible en <http://repositorio.edu.bu/handle/upaorep/3595>

Decreto Supremo N°003-2016-Vivienda. 2016. *Decreto supremo que modifica la Norma Técnica E-030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones*, aprobada por decreto supremo N°011-2006, modificada con

decreto supremo N°002-2014-Vivienda. Normas Legales. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016.

Disponible en <http://repositorio.min.edu.pe/handle/upaorep/4185>

Decreto Supremo N°004-2018-Vivienda. 2016. *Decreto supremo que modifica la Norma Técnica E-030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por decreto supremo N°011-2008-Vivienda*, modificada con decreto supremo N°002-2014-Vivienda. Normas Legales. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016. 80 pp.

Available in <https://scholarworks.unr.edu/handle/11714/2270>

DOBSON. *Optimal Design and Seismic Resistance of Reinforced Concrete Structures Braced with Shear Walls. Earth and Environmental Science* [online]. 2002 (1): 2018. [Date of consultation: 19 de May 2019].

Available in <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/218/1/012021>

ISSN: 1755-1315

GONZÁLEZ Ángela. *"Análisis comparativo de métodos de cálculo de Estructuras formadas por barras, Considerando efectos de segundo orden"*. Tesis (Ingeniero Civil en Obras Civiles): Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2009. 130 pp.

Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1572?show=full>

HERNÁNDEZ Cabrera, Gerardo Hamid y RAMÍREZ Rodríguez, Fernando. *"Análisis de la influencia del grado de compactación de una mezcla asfáltica en su deformación permanente y la susceptibilidad a la humedad"*. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. 2016. 47 pp.

Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14484>

HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]. *"Metodología de la Investigación"*. [en línea]. 6.<sup>a</sup> ed. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2014. [fecha de consulta 12 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014. “*Metodología de la Investigación*”. Sexta México: Interamericana Editores S.A. de C.V., 2014. pág. 634. [Date of consultation: 19 de octubre 2019].

Available in <http://oldwww.just.edu.jo/~jjce/>

ISSN: 1993-0461

HUAPAYA Sandra. “*Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal*”. Tesis (Magister en Ingeniería). Göteborg, Lima: Universidad Ricardo Palma. 2015. 147 pp.

Available in <http://studentarbeten.chalmers.se/publication/221482>

HARO Loera. “*Influencia del cambio de la norma E.030/2006 a la norma E.030/2018 en la respuesta estructural de un edificio multifamiliar del distrito de Surquillo*”. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú, Universidad Privada del Norte. 2019. 104 pp.

Disponibile

en

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/8415>

JASSO, M. “*The Mechanism of Modification and Properties of Polymer Modified Asphalts*”. Theses (Doctor of Philosophy). Calgary - Canada: UNIVERSITY OF CALGARY, Faculty of Graduate Studies. 2016. 308 pp.

Available in <https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3024>

JAYAPRAKAS, B. “*Evaluation of Nevada’s Warm Mix Asphalt Mixtures with Recycled Asphalt Pavements*”. Theses (Master of Science). Virginia, Reno, EE. UU.: University of Nevada, Reno. 2016. 80 pp.

Available in <https://scholarworks.unr.edu/handle/11714/2270>

KIRTI V. Thakare. “*Comparative Study of Elastic Analysis and P- $\Delta$  Effect in Elevated Water Tank for Seismic Loads*”. [in line]. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). 1 (11): April 2015, Pages 46-51. [Date of consultation: 23 de October 2019].

Disponibile en [http://www.ijera.com/special\\_issue/ICQUEST/CV001-4651.pdf](http://www.ijera.com/special_issue/ICQUEST/CV001-4651.pdf)

ISSN: 2248-9622

LAKSHMI Subash. “*Seismic Performance of Tall Reinforced Concrete Buildings under P-Delta Analysis*”. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) [online]. 5 (8): March 2017, pp. 1-4. [Date of consultation: 21 de October 2019].

Available in <https://www.ijert.org/research/seismic-performance-of-tall-reinforced>

ISSN: 2278-0181

MESTANZA Martin. “*Estudio comparativo del comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado, Muevo León 2019*”. Tesis (Magister en Ingeniería). México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. 2019. 308 pp.

Available in <https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3024>

NTE-070. 2006. *Norma Técnica de Edificaciones E-070. Albañilería. Lima: s.n., 2006.*

Disponibile en <https://www.gob.pe/ntp>

NTE-A 020. 2006. *Norma Técnica de Edificaciones. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006.*

Disponibile en <https://www.gob.pe/ntp>

NTP-060. 2009. *Norma Técnica de Edificaciones E-060. Concreto Armado. Lima: s.n., 2009.*

PATTAR Y MURANAL. P-delta effect on multi-story buildings. I - Manager’s Journal on Structural Engineering [online]. 6 (3): September - November 2017, pp. 8-18. [Date of consultation: 21 de October 2019].

Available in <http://www.imanagerpublications.com/assets/pdfDownload>

ISSN: 2748-0141

PÉREZ & MENDOZA, “*Respuesta sísmica de pórticos de acero con diagonales Tipo V, utilizando la norma venezolana*” Tesis (Magister en Ingeniería). Venezuela, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de Venezuela, Programa de Maestría en Ingeniería. 2011. 308 pp.

Available in <http://www.imanagerrpublications.com/assegts/pdfDownload>

ISSN: 2438-0131

PUSHPARAJ Dhawale. “*Análisis del efecto p-delta en edificios de altas plantas*”. International Journal of Engineering Research and General Science [online]. 4 (4): July - August, 2016, Pages 372-379. [Date of consultation: 21 de October 2019].

Available in

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756416303117?>

ISSN: 2091-2730

ROCA Milton. “*Resistencia probable a flexocompresión de muros estructurales de concreto armado*”. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 223 pp.

Disponible en <http://repositorio.uni.edu.pe/handle/UNI/1057>

RAJATH & RAMEGOWDA. “*Análisis p-delta del edificio RC de múltiples historias*”. Article de investigation in la revisit International Journal of Research in Engineering and Technology [online]. 7 (7): July 2016, n° 745. [Date of consultation: 24 de October 2019].

Available in <https://www.mdpi.com/2076-3417/7/7/745>

ISSN: 2076-3417

RAKESH, Parvez & KUMAR. “*Study on Dynamic P Delta Effects of a Building with Soft Storey*”. International Journal of Engineering Research in Mechanical and Civil Engineering [online]. 7 (4): July 2017, n° 255. [Date of consultation: 24 de October 2019].

Available in <https://www.mdpi.com/2076-3417/7/7/745>

ISSN: 2076-3417

REASCOS. “*Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*”. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Bogotá D.C: Universidad



Militar Nueva Granada, Facultad de Estudios a Distancia, Programa de Ingeniería Civil. 2017. 137 pp.

Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16248>

ROMERO Y QUIROGA. “*Vulnerabilidad, peligro y riesgo sísmico en viviendas autoconstruidas Del distrito de Samegua, región Moquegua*”. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. 2015. 152 pp.

Disponible en <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/159>

SHARMA Y SINGH. “*Evaluation of the Properties of Rubberized Asphalt Binders and Mixtures (Doctor of Philosophy)*”. Las Vegas - United States: University of Nevada, Las Vegas, Department of Civil and Environmental Engineering and Construction. 2017. 159 pp.

Available in <https://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations/3081>

VALDERRAMA, Mendoza Santiago. “*Pasos para Elaboración Proyectos y Tesis de Investigación Científica. 2.a ed. Lima: San Marcos, 2013*”. [fecha de consulta 11 de octubre de 2019].

Disponible en <http://biblioteca.utea.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber>

ISBN: 9786-8787

## **ANEXOS**

## Matriz de consistencia

### “Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis general	<b>Variable Dependiente(Y):</b> Edificios de concreto armado con y sin muro de corte	Norma E 030	Parámetros sísmicos	Estudio de suelos
¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019?	Analizar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.	El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.		Modelo Estructural	Sistemas estructurales	Coeficiente básico de reducción R
					Regularidad de las edificaciones	Factor de irregularidad $I_a$ y $I_p$
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Análisis estructural	Reacciones y deformaciones	Análisis estático
						Análisis dinámico
¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con muro de corte, Lima 2019?	Determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con muro de corte, Lima 2019.	El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado con muro de corte, Lima 2019.		<b>Variable Independiente(X):</b> Efecto P-Delta	Norma E 020	Carga
¿Cuál es la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado sin muro de corte, Lima 2019?	Determinar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado sin muro de corte, Lima 2019.	El efecto P-Delta influye en los resultados del análisis estructural de edificios de concreto armado sin muro de corte, Lima 2019.	Desplazamientos horizontales		Derivas	Software ETABS 2017
¿Cómo influye el efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019?	Comparar la influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019	La influencia del efecto P-Delta presenta variación en los resultados de edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.	Momentos		Efecto de torsión	Software ETABS 2017

## Operacionalización de variables

“Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>(Variables. Dependiente) (Y)</b> Edificios de concreto armado con y sin muro de corte.	Mestanza (2019, p. 23) Las estructuras de concreto armado son aquellas que se emplean en construcciones de edificios, lozas, complejos habitacionales y demás edificaciones. Los muros son elementos estructurales verticales que reciben cargas por compresión. Los muros de corte, también conocidos como placas, son paredes de concreto armado que, dada su mayor dimensión en una dirección, mucho mayor que su ancho, proporcionan en dicha dirección una gran resistencia y rigidez lateral ante movimientos laterales.	El muro de corte es un elemento que se comporta de una manera muy rígida lo que evita excesivos desplazamientos en su dirección más larga; Se colocan diafragmas porque estos resisten gran parte del cortante por planta. Y como ya se ha dicho evitan desplazamientos excesivos.	Norma E 030	Estabilidad	Razón
			Modelo estructural	Sistemas estructurales	Nominal
				Regularidad de las edificaciones	Razón
		Análisis estructural	Reacciones y deformaciones	Intervalo	
<b>(Variables. Independiente) (X)</b> Efecto P-Delta.	Sharma y Singh (2017, p. 1) P - Delta es un efecto no lineal (segundo orden) que ocurre en cada estructura donde los elementos están sujetos a una carga axial. Es un "efecto" genuino que está asociado con la magnitud de la carga axial aplicada (P). Debido a lo cual, la estructura se empuja aún más desarrollando una desviación de segundo orden. Corresponden a los efectos adicionales, en las dos direcciones principales en planta, causados por los efectos de Segundo Orden (efectos P-Delta o efectos de esbeltez) de la estructura.	Los efectos P-Delta producen un aumento en las deflexiones horizontales y en las fuerzas internas de la estructura. Estos efectos deben tenerse en cuenta cuando el índice de estabilidad es mayor de 0.1014.	Norma E 020	Carga	Razón
			Desplazamientos horizontales	Derivas	Intervalo
			Momentos	Efecto de torsión	Intervalo

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<sup>3</sup> FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME DE INVESTIGACIÓN

fluencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019"

AUTOR:

Rodriguez Cruz Jairo Aldair

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- |   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | Entregado a Universida...<br>Trabajo del estudiante  | 2 % |
| 2 | repository.upb.edu.co<br>Fuente de Internet          | 2 % |
| 3 | repository.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet          | 1 % |
| 4 | es.scribd.com<br>Fuente de Internet                  | 1 % |
| 5 | Entregado a Universida...<br>Trabajo del estudiante  | 1 % |
| 6 | Entregado a Pontificia ...<br>Trabajo del estudiante | 1 % |
| 7 | www.slideshare.net<br>Fuente de Internet             | 1 % |
| 8 | Entregado a Universida...<br>Trabajo del estudiante  | 1 % |

# Estudio de suelos



## ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

SOLICITANTE : Rodríguez Cruz Jairo Aldair  
 PROYECTO : Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.  
 UBICACIÓN : Av. 28 de Julio 359, Miraflores, Lima.  
 FECHA : 20 de mayo del 2020 REGISTRO : 2005-20 / SU 01 REVISADO : Ing. C.R.B.

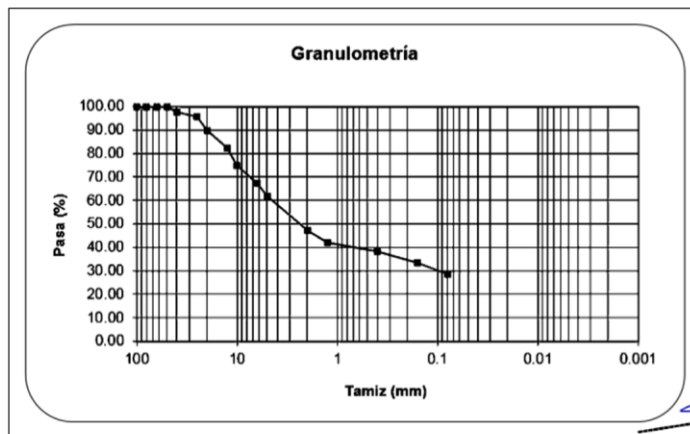
Sondaje	C-1
Muestra	M-1
Profundidad (m)	2.00

Humedad Natural	%W		31.2
Límite Líquido	LL	ASTM D-4318	24.1
Límite Plástico	LP	ASTM D-4318	23.6
Índice Plasticidad	IP		0.5
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	
GM Grava arenosa			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla Tamiz	mm.	% que Pasa
		3"	76.2	100.0
		2"	50.6	100.0
		1 1/2"	38.1	97.58
		1"	25.4	95.59
		3/4"	19.05	89.87
		3/8"	9.525	82.38
		No.4	4.76	74.89
		8	2.36	67.40
		16	1.19	61.89
		30	0.6	47.12
		40	0.42	42.00
		50	0.3	38.19
		100	0.149	33.38
		200	0.074	28.70

% GRAVA	32.6	Gruesa	0
		Fina	32.6
% ARENA	38.7	Gruesa	15.0
		Media	10.4
		Fina	13.3
% FINO	28.7		28.7

D10	mm
D30	0.10 mm
D60	4.62 mm
Cu	
Cc	



*[Signature]*  
 CHIRINOS  
 RECHARTÉ BLANCA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 113221



**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
(ASTM D-422)**

**SOLICITANTE** : Rodriguez Cruz Jairo Aldair  
**PROYECTO** : Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.  
**UBICACIÓN** : Av. 28 de Julio 359, Miraflores, Lima.  
**FECHA** : 20 de mayo del 2020      **REGISTRO** : 2005-20 / SU 01      **REVISADO** : Ing. C.R.B.

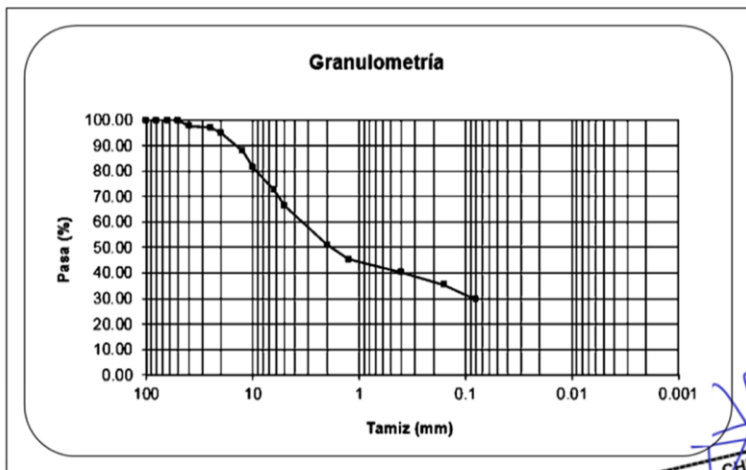
<b>Sondaje</b>	C-1
<b>Muestra</b>	M-2
<b>Profundidad (m)</b>	2.00

<b>Humedad Natural</b>	%W		31.2
<b>Limite Líquido</b>	LL	ASTM D-4318	24.2
<b>Limite Plástico</b>	LP	ASTM D-4318	23.5
<b>Índice Plasticidad</b>	IP		0.5
<b>Clasificación</b>	SUCS	ASTM D-2487	
GM Grava arenosa			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla Tamiz	mm.	% que Pasa
		3"	76.2	100.0
		2"	50.6	100.0
		1 1/2"	38.1	97.79
		1"	25.4	97.10
		3/4"	19.05	95.08
		3/8"	9.525	87.89
		No4	4.76	81.43
		8	2.36	72.61
		16	1.19	66.44
		30	0.6	51.06
		40	0.42	45.51
		50	0.3	40.31
100	0.149	35.36		
200	0.074	29.72		

<b>% GRAVA</b>	27.4	Gruesa	0
		Fina	27.4
<b>% ARENA</b>	42.9	Gruesa	15.3
		Media	11.8
		Fina	15.8
<b>% FINO</b>	29.7		29.7

<b>D10</b>	mm
<b>D30</b>	0.10 mm
<b>D60</b>	4.62 mm
<b>Cu</b>	
<b>Cc</b>	



**CHRINDS  
REGHARTE BLANCA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 113221**

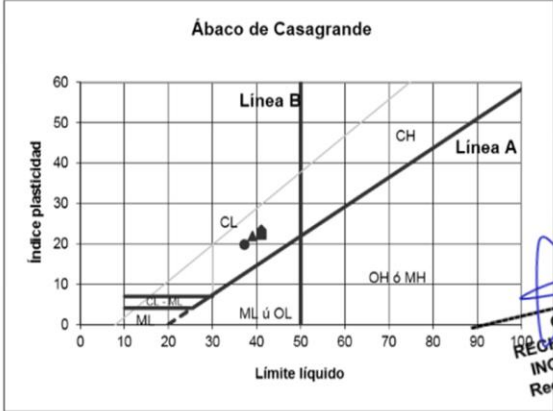
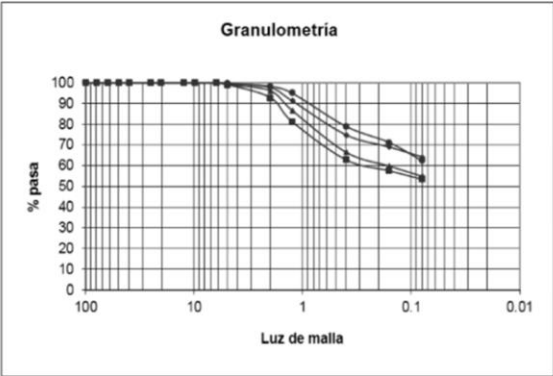


**LIMITE DE CONSISTENCIA DEL SUELOS**

**SOLICITANTE** : Rodriguez Cruz Jairo Aldair  
**PROYECTO** : Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.  
**UBICACIÓN** : Av. 28 de Julio 359, Miraflores, Lima.  
**FECHA** : 20 de mayo del 2020      **REGISTRO** : 2005-20 / SU 02      **REVISADO** : Ing. C.R.B.

<b>Sondaje</b>	C-1
<b>Muestra</b>	M-1
<b>Profundidad (m)</b>	2.00

<b>Colapsabilidad</b>	1.26	1.26	1.33	1.29
	Rombo	Cuadrado	Círculo	Triángulo
<b>Índice de consistencia</b>				
<b>Ic (C.R.)=</b>	0.020	0.020		0.020
<b>Índice de liquidez</b>				
<b>I<sub>L</sub>=</b>	0.031	-0.042		0.020
<b>Índice de compresión</b>				
<b>C<sub>c</sub>=</b>	0.020	0.020	0.020	0.020
<b>Contracción lineal</b>				
<b>CL (%)=</b>	1.278	1.278	1.345	1.311



*CHIRINOS*  
**REGHARTE BLANCA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 113221

Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baja: LL < 30; Media: 30 < LL < 50; Alta: LL > 50



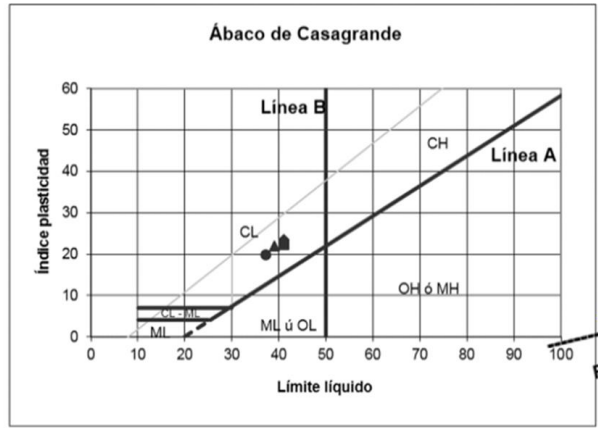
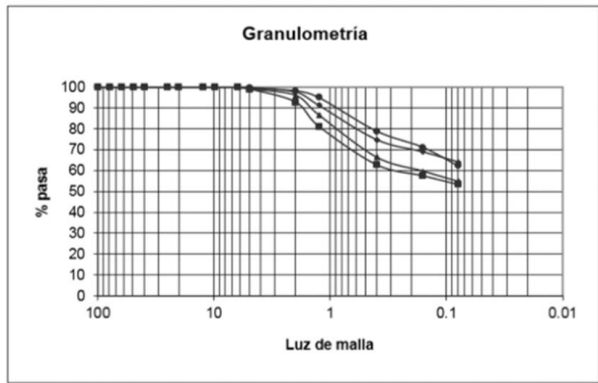


**LIMITE DE CONSISTENCIA DEL SUELOS**

SOLICITANTE : Rodríguez Cruz Jairo Aldair  
 PROYECTO : Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019.  
 UBICACIÓN : Av. 28 de Julio 359, Miraflores, Lima.  
 FECHA : 20 de mayo del 2020 REGISTRO : 2005-20 / SU 02 REVISADO : Ing. C.R.B.

Sondaje	C-1
Muestra	M-2
Profundidad (m)	2.00

Colapsabilidad	1.26	1.26	1.33	1.29
	Rombo	Cuadrado	Círculo	Triángulo
Índice de consistencia				
Ic (C.R.)=	0.969	1.042		0.893
Índice de liquidez				
I <sub>L</sub> =	0.031	-0.042		0.107
Índice de compresión				
C <sub>c</sub> =	0.279	0.279	0.243	0.261
Contracción lineal				
CL (%)=	10.986	10.516	9.343	10.329

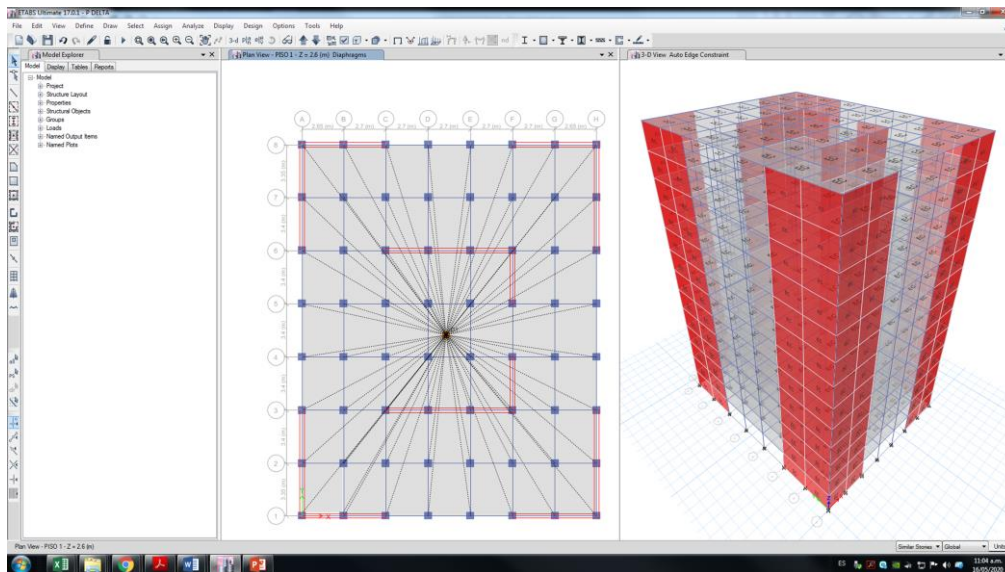
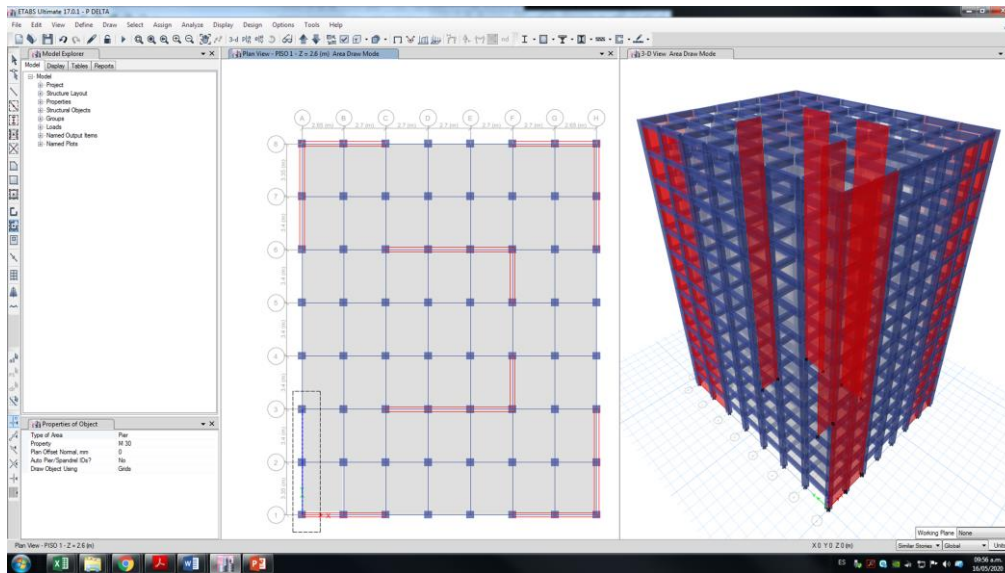
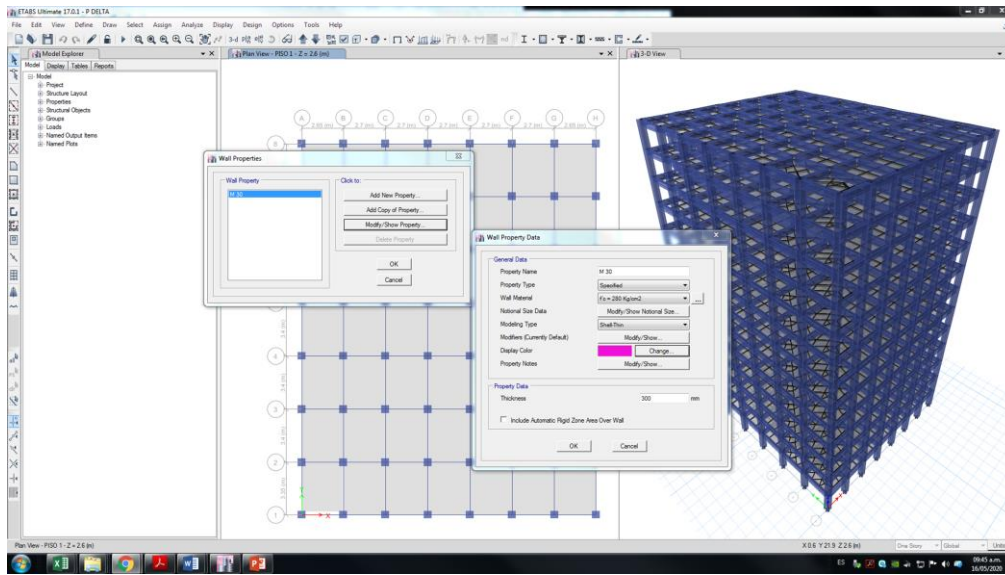


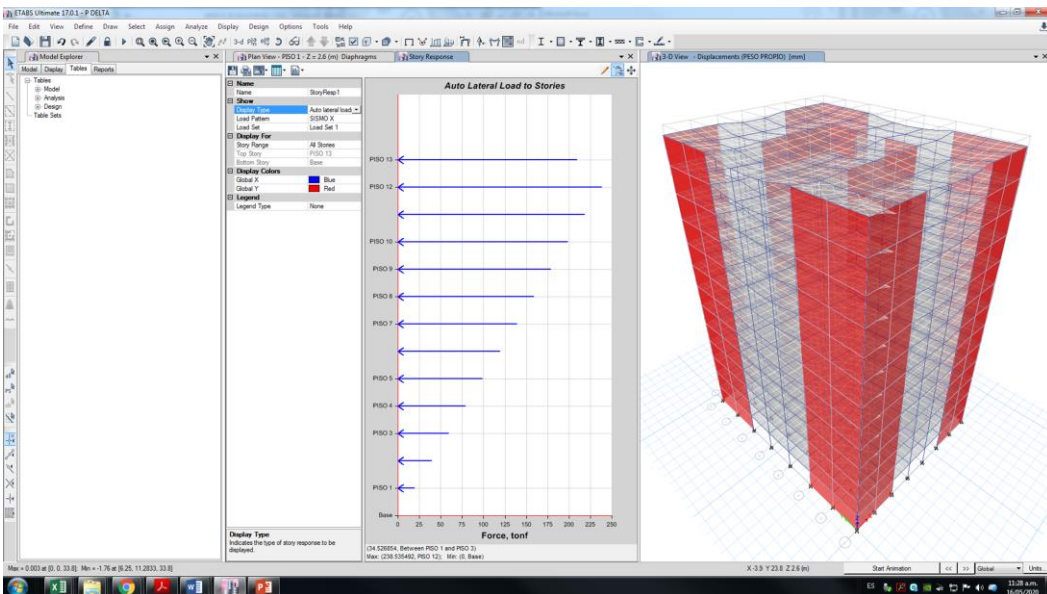
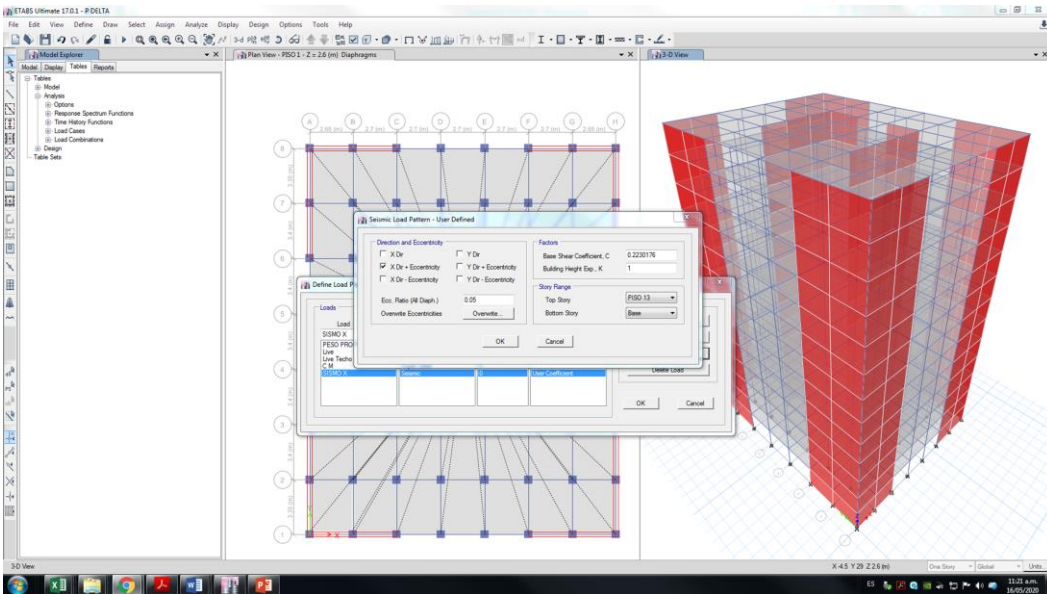
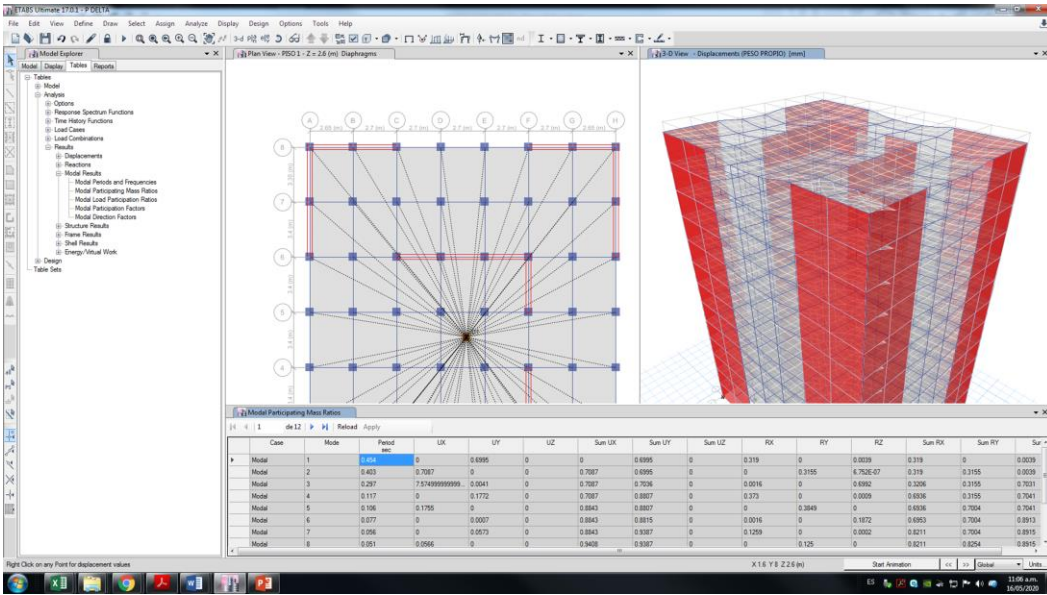
*CHIRINOS*  
**RECHARTE BLANCA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 113221

Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baia: LL < 30; Media: 30 < LL < 50; Alta: LL > 50

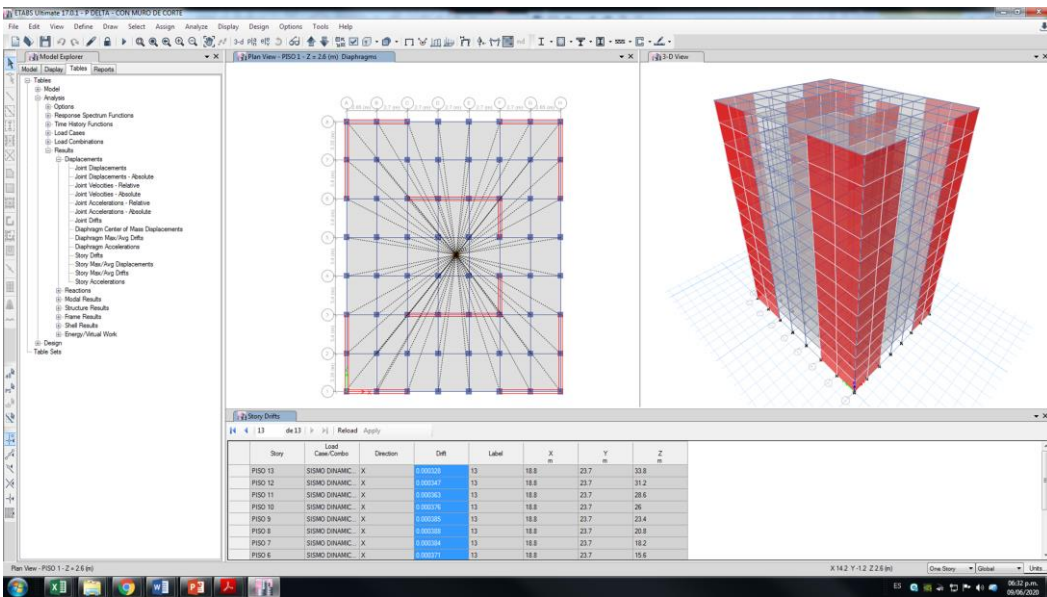
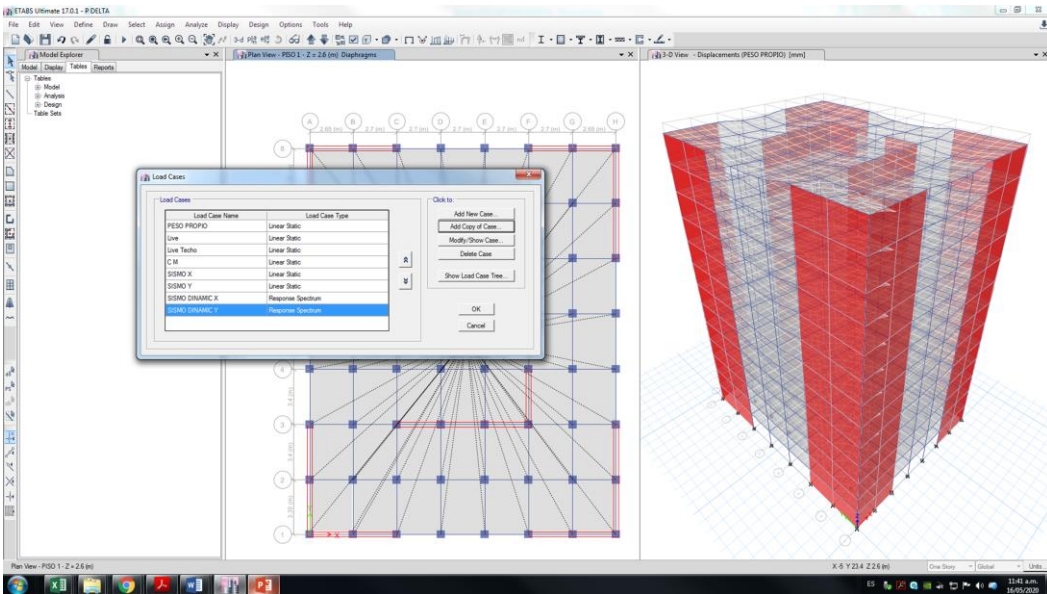
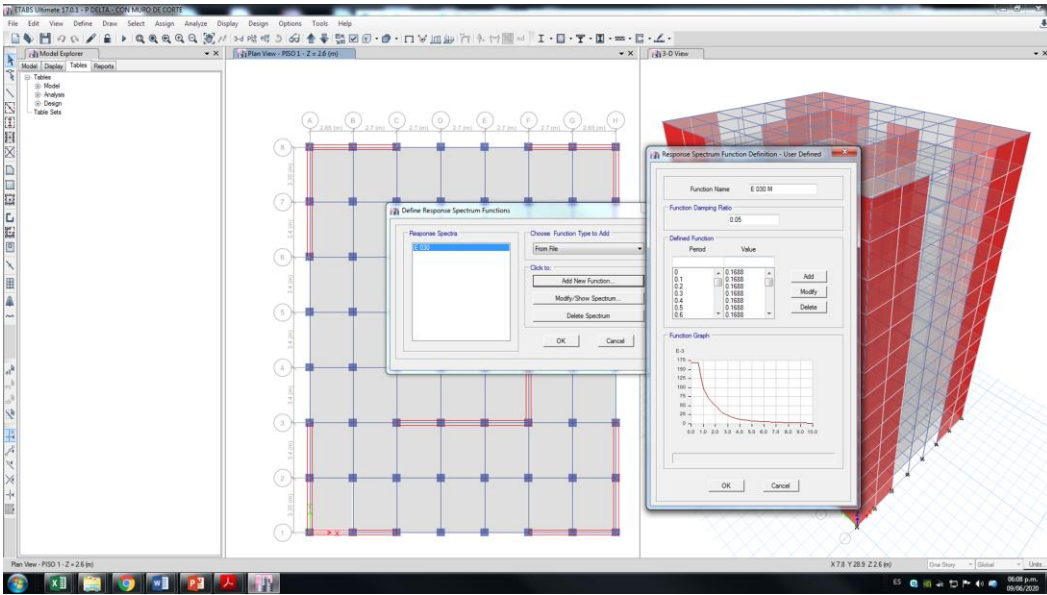
EMS-2005-20 Estudio de Suelos del proyecto "Influencia del efecto P-Delta en edificios de concreto armado con y sin muro de corte, Lima 2019"

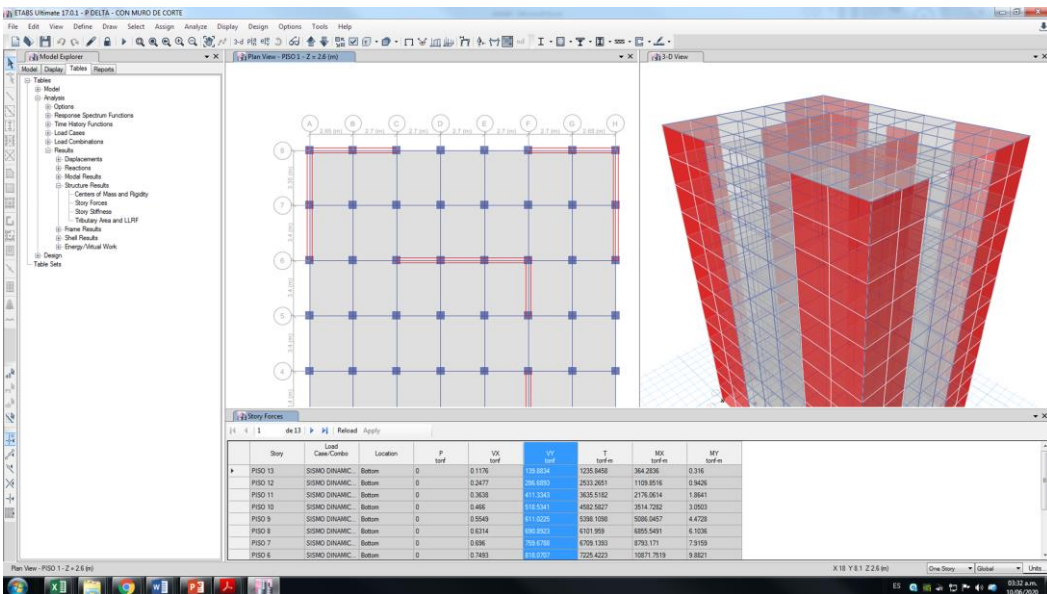
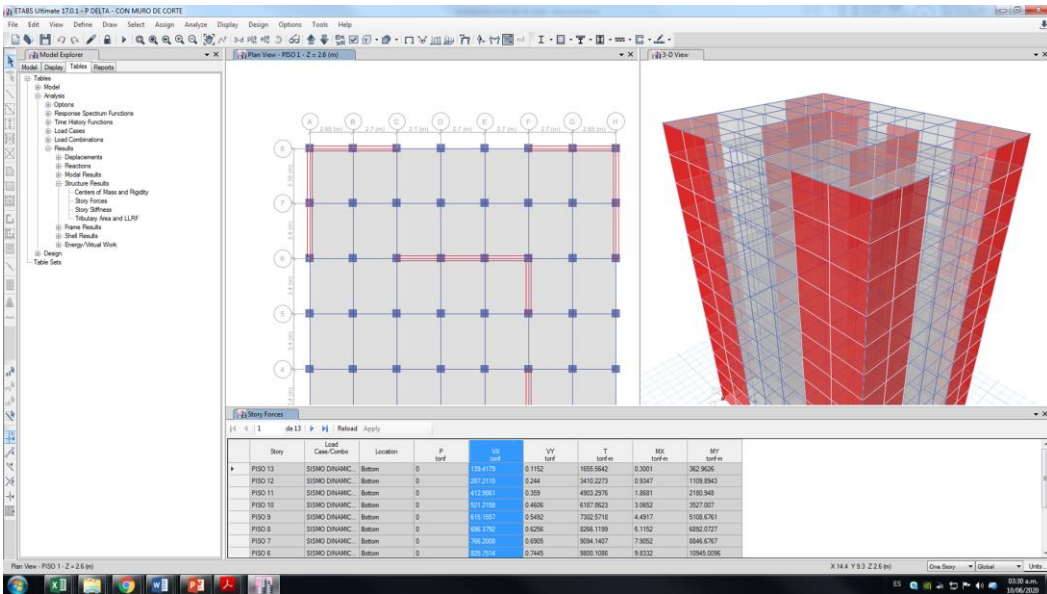
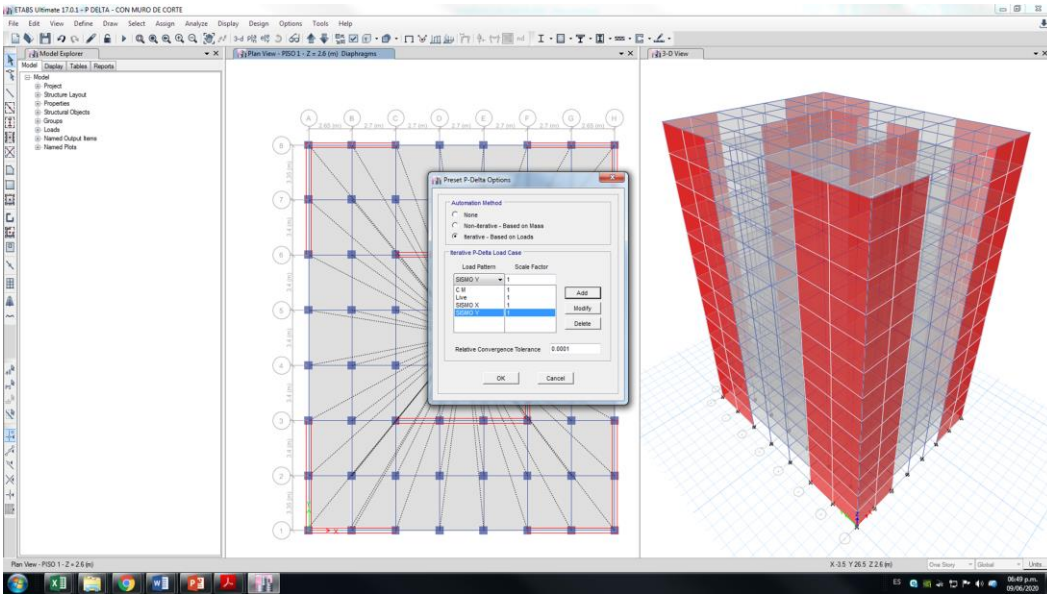
# Análisis dinámico modal espectral - estructura con muro de corte











# Fichas de juicio de expertos:

## UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

---

**EFFECTO P - DELTA EN ESTURCTURALES**

### TERRENO Y CIMENTACIÓN

GM Grava arenosa

**Topografía**

- Planicie
- Ladera de cerro
- Rivera río/lago
- Fondo de valle
- Depósitos lacustres
- Costa

**Tipo suelo**

- Arcilla muy blanda
- Limos o arcillas
- Granular suelto
- Granular compacto
- Roca
- Se desconoce

**SUELO**

- Blando
- Transición
- Firme

**Cim. Superficial**

- Zapatas aisladas
- Zapatas corridas
- Cimiento corrido
- Losa
- Cimiento de piedra

**Comentación Profunda**

- Pilotes / pilas
- Otro

Nivel freático \_\_\_\_\_ m      Pendiente del terreno \_\_\_\_\_ %      Distancia a río/lago/mar \_\_\_\_\_ m

---

### CARACTERÍSTICA DE LA ESTRUCTURA

No. De niveles, n = \_\_\_\_\_

No. De sótanos: \_\_\_\_\_

- Apéndice en azotea
- Mezanine
- Piso a media altura
- Escalera externa
- Semisótano

**Instalaciones**

- Elevador
- Agua potable
- Gas
- Eléctrica
- Alcantarillado
- Otra: \_\_\_\_\_

Año de construcción: \_\_\_\_\_

- Antes de 1940
- 1940 - 1960
- 1960 - 1985
- 1985 - 2004
- Después de 2004

Año de rehabilitación: \_\_\_\_\_

Área del terreno: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Recarga acuíferos: \_\_\_\_\_ %

Área de la planta tipo: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

**DIMENSIONES GENERALES**

X= Frente \_\_\_\_\_ m

Y= Fondo \_\_\_\_\_ m

Altura planta baja: \_\_\_\_\_ m

Altura entre pisos: \_\_\_\_\_ m

No cajones estacionamiento: \_\_\_\_\_

No. De elevadores: \_\_\_\_\_

No. De escaleras: \_\_\_\_\_

**PLANTA**

**ELEVACION**

---

### CUADRO ANÁLISIS MODAL

**Table-1: Auto lateral load for earth quake**

NIVEL	ELEVACION (m)	Fuerza (Tonf)
PISO 13	33.8	118.8118906
PISO 12	31.2	122.1839745
PISO 11	28.6	112.0019766
PISO 10	26	101.8199788
PISO 9	23.4	91.63798089
PISO 8	20.8	81.45598301
PISO 7	18.2	71.27398514
PISO 6	15.6	61.09198726
PISO 5	13	50.90998938
PISO 4	10.4	40.72799151
PISO 3	7.8	30.54599363
PISO 2	5.2	20.36399575
PISO 1	2.6	10.18199788
Base	0	0

**Table-2 Storey displacements**

Story	ELEVACION (m)	Maximum (mm)
PISO 13	33.8	25.453
PISO 12	31.2	24.738
PISO 11	28.6	23.725
PISO 10	26	22.415
PISO 9	23.4	20.828
PISO 8	20.8	18.992
PISO 7	18.2	16.934
PISO 6	15.6	14.683
PISO 5	13	12.271
PISO 4	10.4	9.731
PISO 3	7.8	7.102
PISO 2	5.2	4.431
PISO 1	2.6	1.828

*Maximum Story Displacement*

*Auto Lateral Load to Diaphragm D1*

APELLIDOS Y NOMBRES	Benites Zuñiga José Luis
PROFESIÓN	Bach. Titulado
N° CIP	126769
CELULAR	931342769
E-MAIL	jbenites8411@hotmail.com

**JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 126769