



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Factores de diseño para evaluar el desempeño sísmico de edificios
(MDL) de 12 y 15 pisos, Comas – 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

ESCOVEDO CASTRO, Andy Abelito ([ORCID: 0000-0003-1992-2868](https://orcid.org/0000-0003-1992-2868))

ASESOR:

DR. ING. TELLO MALPARTIDA, Omart Demetrio ([ORCID: 0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis abuelos Cipriano Escovedo y Paula Castro quienes me inculcaron los valores de ser una buena persona, pero lo más importante amor y comprensión que me dieron cuando estaban vivos. Gracias a mi madre Francisca Escovedo por su confianza en mí y por apoyarme en los momentos más difíciles de mis años universitarios, gracias a sus sabios consejos. Gracias a mi hermano Cesar Fernández quien admiro y respeto por ser el mejor hermano de todos.

Agradecimiento

Estoy muy agradecido a todos aquellos docentes que apoyaron mi destacada actuación, fructífera crítica y apoyo honesto e incondicional a este trabajo de investigación. Gracias al fundador de la Universidad "CÉSARVALLEJO" por darme la oportunidad de estudiar y completar mi carrera. A mi Asesor de tesis Dr. Ing. Tello Malpartida Omart Demetrio, por su experiencia como asesor de proyectos de tesis en la rama de estructuras. Asimismo, a toda mi familia por su sólido modelo a seguir en términos de compromiso y sacrificio, lo que me permitió alcanzar con éxito mis metas deseadas. A todos ellos, mi eterno agradecimiento.

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de anexos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	4
III. METODOLOGIA.....	23
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	23
3.2 Variables y Operacionalización.....	24
3.3 Población, muestra y muestreo.....	25
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5 Procedimientos.....	28
3.6 Métodos de análisis de datos.....	29
3.7 Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
4.1 Desarrollo de procedimiento.....	30
4.2 Resultados.....	120
V. DISCUSIÓN.....	124
VI. CONCLUSIONES.....	126
VII. RECOMENDACIONES.....	128
REFERENCIAS.....	129
ANEXOS.....	138

Anexos.

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables

Anexo 2: Matriz de consistencia

Anexo 3: Ficha técnica 1. Punto de desempeño (Edif. De 12 pisos)

Anexo 4: Ficha técnica 2. Punto de desempeño (Edif. De 15 pisos)

Anexo 5: Ficha técnica 3. Capacidad estructural (Edif. De 12 pisos)

Anexo 6: Ficha técnica 4. Capacidad estructural (Edif. De 15 pisos)

Anexo 7: Ficha técnica 5. Derivas edificio de 12 pisos

Anexo 8: Ficha técnica 6. Derivas edificio de 15 pisos

Anexo 9: Licencia del etabs v 2018

Anexo 10: Certificado

Anexo 11: Captura de pantalla del turnitin.

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Factores de suelo “s”.

Tabla 2. Periodos “ T_p ” y “ T_L ”.

Tabla 3: niveles de desempeño según visión 2000 (SEAOC, 1995).

Tabla 4. Probabilidad de riesgo sísmico según visión 2000.

Tabla 5: rango y magnitud de validez.

Tabla 6: coeficiente de validez por juicio de expertos.

Tabla 7. características mecánicas de los materiales.

Tabla 8. Detalle estructural de elementos de Concreto Armado.

Tabla 9: cargas mínimas permisibles por piso.

Tabla 10. Cargas equivalentes por kg/m² según la norma E.020.

Tabla 11. Deriva máxima.

Tabla 12. Factores de zona “Z”.

Tabla 13. Factor de suelo “S”.

Tabla 14. Periodos de vibración T_p y T_L .

Tabla 15. Categorías de la edificación y factor uso.

Tabla 16. Factores reducción para sistemas estructurales.

Tabla 17. Regularidades de acuerdo a la categoría de edificación.

Tabla 18. Combinaciones de cargas según el ACI 318-14.

Tabla 19. Periodos modales de vibración según el ETABS 2018.

Tabla 20. Distribución de masas por nivel según el ETABS 2018.

Tabla 21. Cortante basal estático por piso.

Tabla 22. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Tabla 23. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Tabla 24. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Tabla 25. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Tabla 26. Rango de periodos de vibración.

Tabla 27. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 28. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 29. Cortante dinámica máxima en la base del edificio.

Tabla 30. Cortante dinámica en la base en ambas direcciones.

Tabla 31. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “X”.

Tabla 32. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “y”.

Tabla 33. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 34. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 35. Cortante basal vs desplazamientos.

Tabla 36. Niveles de demanda sísmica para Perú según la UBC.

Tabla 37. Aceleraciones espectrales de acuerdo a los niveles demanda sísmica.

Tabla 38. Desplazamientos espectrales de acuerdo a la demanda sísmica.

Tabla 39. Distribución de la cortante basal en cada piso.

Tabla 40. Cortante basal vs desplazamiento en “X”.

Tabla 41. Línea de fluencia “X”.

Tabla 42. Punto de desempeño “X”.

Tabla 43. Calculo de los niveles de desempeño.

Tabla 44. Calculo de los niveles de desempeño.

Tabla 45. Nivel de desempeño de la edificación.

Tabla 46. Desempeño vs demanda.

Tabla 47. cortante basal vs desplazamientos “Y”.

Tabla 48. Línea de fluencia “Y”.

Tabla 49. Punto de desempeño “Y”.

Tabla 50. Calculo de los niveles de desempeño.

Tabla 51. Calculo de los niveles de desempeño según el sismo.

Tabla 52. Nivel de desempeño de la edificación.

Tabla 53. Desempeño vs demanda.

Tabla 54. Periodos modales de vibración según el ETABS 2018.

Tabla 55. Distribución de masas por nivel según el ETABS 2018.

Tabla 56. Cortante basal estático por piso.

Tabla 57. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Tabla 58. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Tabla 59. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Tabla 60. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Tabla 61. Rango de periodos de vibración.

Tabla 62. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 63. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 64. Cortante dinámica máxima en la base del edificio.

Tabla 65. Cortante dinámica en la base en ambas direcciones.

Tabla 66. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “X”.

Tabla 67. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “X”.

Tabla 68. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 69. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico.

Tabla 70. Cortante basal vs desplazamientos.

Tabla 71. Niveles de demanda sísmica para Perú según la UBC.

Tabla 72. Aceleraciones espectrales de acuerdo a los niveles demanda sísmica.

Tabla 73. Desplazamientos espectrales de acuerdo a la demanda sísmica.

Tabla 74. Distribución de la cortante basal en cada piso.

Tabla 75. Cortante basal vs desplazamiento en “X”.

Tabla 76. Línea de fluencia “X”.

Tabla 77. Punto de desempeño en X-X.

Tabla 78. Calculo de los niveles de desempeño.

Tabla 79. Calculo de los niveles de desempeño según el sismo.

Tabla 80. Nivel de desempeño de la edificación.

Tabla 81. Desempeño vs demanda.

Tabla 82. Cortante basal vs desplazamiento en "Y".

Tabla 83. Línea de fluencia.

Tabla 84. Punto de desempeño en Y-Y.

Tabla 85. Calculo de los niveles de desempeño.

Tabla 86. Calculo de los niveles de desempeño.

Tabla 87. Nivel de desempeño de la edificación.

Tabla 88. Desempeño vs demanda.

Tabla 89. Derivas inelásticas edificio de 12 niveles.

Tabla 90. Derivas inelásticas edificio de 15 niveles.

Tabla 91. Comparación de la capacidad estructural.

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. edificios (MDL) condominios sol de Collique, comas.

Figura 2. Tipos de muros según forma y elevación.

Figura: 3 Aceleración espectral.

Figura 4: Respuesta análisis lineal y no lineal.

Figura 5. curva de capacidad.

Figura 6. Sectores de la curva de capacidad.

Figura 7: Punto de desempeño.

Figura 8. Capacidad espectral.

Figura 9. Espectro de capacidad.

Figura 10. Punto de desempeño a partir de los desplazamientos.

Figura 11. Deriva de desplazamiento.

Figura 12. Procedimiento de la investigación.

Figura 13: ubicación del proyecto.

Figura 14: plano en planta del edificio.

Figura 15. Ejes en planta del modelamiento en ETABS 2018.

Figura 16. Altura de entresijos por cada nivel en ETABS 2018.

Figura 17. Propiedades mecánicas de los materiales.

Figura 18. Secciones de muros dúctiles del inmueble multifamiliar.

Figura 19. Vista en planta del modelamiento del edificio en ETABS 2018.

Figura 20. Vista en 3D del modelamiento del edificio en ETABS 2018.

Figura 21. Detalle de distribución de carga viva y carga muerta por piso.

Figura 22. Detalle de distribución de carga viva de techo y carga muerta en el último piso.

Figura 23. Peso sísmico efectivo.

Figura 24. Definición de los diafragmas.

Figura 25. Desplazamientos máximos en el eje "07" según el análisis lineal estático.

Figura 26. Desplazamientos máximos en el eje "D" según el análisis lineal estático.

Figura 27. Representación gráfica de las derivas en la dirección "x" según el análisis lineal estático.

Figura 28. Representación gráfica de las derivas en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Figura 29: Espectro de diseño según la norma E.030.

Figura 30. Aceleración espectral en la dirección “x”.

Figura 31. Aceleración espectral en la dirección “y”.

Figura 32. Desplazamientos máximos en el eje “7” según el análisis lineal dinámico.

Figura 33. Desplazamientos máximos en el eje “J” según el análisis lineal dinámico.

Figura 34. Representación gráfica de las derivas en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Figura 35. Representación gráfica de las derivas en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico.

Figura 36. modelación en etabs.

Figura 37. Curva de capacidad de esbeltez y longitud del muro H_w/l_w .

Figura 38. niveles de daños.

Figura 39. Carga por gravedad No Lineal.

Figura 40. ASCE: Tabla 10-7.

Figura 41. Asignación de rotulas plásticas.

Figura 42. Distancia de rotulas plásticas en %.

Figura 43. Rotulas plásticas de todas las vigas.

Figura 44. Asignación de rótulas.

Figura 45. Rótulas pertenecientes a cada placa.

Figura 46. Patrones de carga de la estructura.

Figura 47. Capacidad Estructural en “X”.

Figura 48. Intersección de la línea de fluencia “X”.

Figura 49. Nivel de desempeño.

Figura 50. Nivel de demanda de la estructura vs Nivel de desempeño.

Figura 51. Capacidad estructural “Y”.

Figura 52. Intersección de la línea de fluencia “Y”.

Figura 53. Nivel de desempeño.

Figura 54. Nivel de demanda de la estructura vs Nivel de desempeño.

Figura 55. Detalle de distribución de carga viva y carga muerta por piso.

Figura 56. Detalle de distribución de carga viva de techo y carga muerta en el último piso.

Figura 57. Peso sísmico efectivo.

Figura 58. Definición de los diafragmas.

Figura 59. Desplazamientos máximos en el eje "07" según el análisis lineal estático.

Figura 60. Desplazamientos máximos en el eje "D" según el análisis lineal estático.

Figura 61. Representación gráfica de las derivas en la dirección "x" según el análisis lineal estático.

Figura 62. Representación gráfica de las derivas en la dirección "y" según el análisis lineal estático.

Figura 63: Espectro de diseño según la norma E.030.

Figura 64. Aceleración espectral en la dirección "x".

Figura 65. Aceleración espectral en la dirección "y".

Figura 66. Desplazamientos máximos en el eje "7" según el análisis lineal dinámico.

Figura 67. Desplazamientos máximos en el eje "J" según el análisis lineal dinámico.

Figura 68. Representación gráfica de las derivas en la dirección "x" según el análisis lineal dinámico.

Figura 69. Representación gráfica de las derivas en la dirección "y" según el análisis lineal dinámico.

Figura 70. Modelamiento en etabs edificio de 15 niveles.

Figura 71. Curva de capacidad de esbeltez y longitud del muro $H_w/l_w > 2$.

Figura 72. niveles de daños.

Figura 73. Carga por gravedad No Lineal.

Figura 74. ASCE: Tabla 10-7.

Figura 75. Asignación de rotulas plásticas.

Figura 76. Distancia de rotulas plásticas en %.

Figura 77. Rotulas plásticas de todas las vigas.

Figura 78. Asignación de rótulas.

Figura 79. Rótulas pertenecientes a cada placa.

Figura 80. Patrones de carga de la estructura.

figura 81. Capacidad Estructural en X.

Figura 82 Intersección de la línea de fluencia "X".

Figura 83. Nivel de desempeño.

Figura 84. Espectro de capacidad.

Figura 85. Capacidad Estructural en "Y".

Figura 86. Intersección de la línea de fluencia "X".

Figura 87. Nivel de desempeño.

Figura 88. Nivel de demanda de la estructura vs Nivel de desempeño.

Figura 89. Derivas inelásticas edificio de 12 niveles.

Figura 90. Derivas inelásticas edificio de 15 niveles.

Resumen

El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo determinar de qué manera los factores de diseño influye en la evaluación del desempeño sísmico de edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020. La investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental y con un nivelexplicativo. Para el desarrollo de la investigación se utilizó como muestra los dos edificios multifamiliares de 12 y 15 niveles aplicando dos tipos de suelos (S1 y S3)del condominio (Sol de Collique) puesto que se aplicó el muestreo no probabilístico. Se realizó el modelamiento en el estructural en el software etabs v.2018 para evaluar el desempeño sísmico de ambos edificios utilizando el método lineal utilizando la norma E-030 para obtener las derivas. Posteriormente, se efectuó el análisis no lineal pushover para la determinación de la curva decapacidad y se utilizó el método del espectro de capacidad para la obtención del punto de desempeño. Concluyéndose el aumento en la deriva, si usamos el tipo de suelo S1 para el edificio 12 y 15 niveles están 48% y 30% por debajo de la deriva máxima según la norma E-030. Por otro lado, si usamos el tipo de suelo S3para el edificio de 12 niveles están en una 20% por debajo de la deriva máxima. Pero para el edificio de15 niveles las derivas están a un 90% por encima de la deriva máxima. De la misma forma para la capacidad estructural del edificio a mayor altura el edificio soporta menor cortante y sus desplazamientos son mayores así mismo el desempeño de la estructura se lleva al colapso.

Palabras claves: Muros de ductilidad limitada, desempeño, factores de diseño sísmico.

Abstract

The objective of this research work was to determine how design factors influence the evaluation of the seismic performance of buildings (CDM) of 12 and 15 floors comas-2020. The research was applied with a quantitative approach, based on quasi-experimental design and with an explanatory level. For the development of the research, the two 12 and 15-story multifamily buildings were used as a sample, applying two types of soils (S1 and S3) of the condominium (Sol de Collique) since non-probabilistic sampling was applied. The structural modeling was carried out in the etabs 2018 software to evaluate the simian performance of both buildings using the linear method using the E-030 standard to obtain the drifts. Subsequently, the non-linear pushover analysis was carried out to determine the capacity curve and the capacity spectrum method was used to obtain the performance point. Concluding the increase in drift, if we use the soil type S1 for building 12 and 15 levels, they are 48% and 30% below the maximum drift according to the E-030 standard. On the other hand, if we use the S3 soil type for the 12-story building, they are 20% below the maximum drift. But for the 15-story building the drifts are 90% above the maximum drift. In the same way, for the structural capacity of the building, the higher the building supports less shear and its displacements are greater, likewise the performance of the structure leads to collapse.

Keywords: Limited ductility walls, performance, seismic design factors.

I. INTRODUCCIÓN.

Durante mucho tiempo los sismos nos han permitido adquirir nuevos conocimientos sobre el desempeño de las edificaciones ante estos movimientos, se puede hacer referencia al sismo ocurrido en Los Ángeles, U.S.A. en el cual la gran mayoría de estructuras no presentaron daños de colapso, pero sus pérdidas económicas fueron muy elevadas. Fue ahí donde se comenzó a concretar algunas ideas sobre el desempeño sísmo-resistente de las edificaciones frente a distintas intensidades de fuerzas en un movimiento sísmico.⁴ El diseño estructural de los edificios de hormigón armado no solo termina cuando se obtuvo las secciones de la armadura vertical y horizontal en su estructura. Al contrario, es ahí donde inicia la evaluación del desempeño en temas económicos y estructurales que va a desarrollar el edificio ante distintos sismos, Es posible que al revisar el desempeño estructural se lleguen a encontrar un déficit en la estructura y estemos a tiempo de reformar y optimizar el funcionamiento del edificio.¹ En el Perú los edificios tienen un mal desempeño sísmo-resistente sobre todo en estructuras modernas esto se evidenció durante los recientes movimientos sísmicos, el cual se reflejó la deficiencia del diseño sísmo-resistente. Por lo que, la fiabilidad del diseño no era el esperado, además presentaron inestabilidad en el diseño entre edificios que tienen un mismo sistema estructural y los nuevos sistemas. por lo cual, se ha visto la necesidad de volver a replantear las metodologías para el diseño sísmo-resistente.¹³ En el Perú la gran cantidad de edificios construidos con el sistema de muros delgados podrán experimentar un gran daño ante terremotos de larga duración por los siguientes motivos, este tipo de edificaciones no satisfacen los códigos internacionales como el (ICC, 2006) y CEN, 2005), Entre otros. Por otro lado, las normas como (NSR-10, 2010; E-030, 2003) son menos exigentes, por lo cual permiten la construcción de edificios con muros delgados de 10, 12 y 15 cm de espesor.²⁰ Por otro lado, estos edificios presentan los siguientes problemas. baja ductilidad, información experimental reducida, falta de experiencias pasadas en comportamiento estructural ante sismos fuertes y en algunos casos deficiencias en la calidad en la construcción. Haciendo referencia al sistema (MDL) construidos en Lima, del punto de vista sísmo-resistente los edificios con (MDL), se ha evidenciado en ensayos de laboratorio con sismos de larga duración no han tenido un comportamiento óptimo, debido que este tipo de estructuras no trabaja dentro

del rango elástico, pero si dentro del rango inelástico. Es por ello, que vamos a tener que no sólo utilizar un espectro sino trabajar dentro de un nivel de performance o niveles de desempeño estructural y se tendría que diseñar para sismos raro dentro del nivel de seguridad, dentro de esa matriz el comité VISION 2000 nos sugiere que deberíamos enfocarnos en el análisis y diseño sismo resistente para el desempeño de este sistema estructural, Con referencia al desempeño estructural los edificios construidos con el sistema (MDL) vienen presentando notables problemas en su estructura ya sea por fallas físico, mecánicas o naturales, estas fallas se muestran como fisuras en losa, muros y hasta en la cimentación es por ello la importancia de verificar los factores que implican en el diseño desde el estudio de suelos hasta la calidad de los materiales con los cuales se está construyendo.³⁶ Es por ello, la importancia de una evaluación por desempeño antes de su construcción. Considerando lo anteriormente indicado es necesario evaluar qué factores de diseño influye el desempeño de los edificios con muros de ductilidad limitada (MDL).

Entonces se plantea como problema general es: ¿De qué manera los factores de diseño influyen en la evaluación del desempeño sísmico de edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020?

Justificación práctica. El trabajo de investigación ayudaría a determinar si el sistema estructural de muros de ductilidad limitada (MDL) se comportara adecuadamente en el rango inelástico que es la etapa que genera los sismos severos, debido que este tipo de sistemas son demasiados rígidos por su estructuración. Asimismo, con los resultados obtenidos de este trabajo de investigación aportaremos con más información sobre el desempeño de este tipo de sistemas ante los sismos de larga duración a los futuros ingenieros civiles. De tal manera que, puedan mejorar el desempeño sismo resistente del edificio (MDL) implementando nuevas metodologías en los factores de diseño.

Justificación social. El resultado de la evaluación del comportamiento sísmico permitirá definir el nivel de seguridad de estas edificaciones que se están construyendo a gran escala y que la falla de estos edificios perjudicará a miles de propietarios de viviendas construidas con el sistema (MDL), que según capeco son miles de familias a nivel nacional. Es por ello, que esta investigación evaluará los

factores de diseño estructural de modo que brinde mayor detalle de la capacidad sismo resistente en estas viviendas multifamiliares. También se centrará en evaluar el desempeño sísmico de los edificios (MDL) que se vienen construyendo en el distrito de comas y así garantizar seguridad de las propietarias.

Para detallar esta investigación planteo mi siguiente objetivo general.

Determinar de qué manera los factores de diseño influye en la evaluación del desempeño sísmico de edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020. Enfocado más en mis objetivos específicos. Determinar de qué manera los factores de diseño influyen en el punto de desempeño sísmico de edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020. Determinar de qué manera los factores de diseño influye en la capacidad estructural de los edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020. Determinar de qué manera los factores de diseño influyen en el comportamiento estructural de los edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020

Así mismo me planteo la siguiente hipótesis general. Los factores de diseño influyen en la evaluación del desempeño sísmico de edificios (MDL) de 12 y 15 pisos comas- 2020. Así mismo con las hipótesis específicas, Los factores de diseño influyen en el punto de desempeño sísmico de edificios (mdl) de 12 y 15 pisos comas- 2020, Los factores de diseño influyen en la capacidad estructural los de edificios (mdl) de 12 y 15 pisos comas- 2020, Los factores de diseño influyen en las derivas de los edificios (mdl) de 12 y 15 pisos comas- 2020.

II. MARCO TEÓRICO.

GARCIA (2018), en sus tesis "*factores de detallamiento sísmico en el desempeño de muros de ductilidad limitada con altura mayor a 8 pisos, 2018*". Cuyo objetivo fue determinar de qué manera los factores de detallamiento sísmico afectan el desempeño de los (MDL) con altura mayor a 8 pisos. El tipo de investigación fue aplicada cuasi experimental analítico, de nivel explicativo cuantitativo. Su población fue edificios (MDL) mayores a 8 pisos. Como muestra utilizo el edificio multifamiliar real alameda colonial y utilizo el muestreo no probabilístico asimismo uso instrumentos de recopilación de datos mediante unas fichas técnicas. Obtuvo como resultados de investigación que entre un edificio de 7 y de 9 pisos el punto de desempeño utilizando refuerzo de confinamiento tuvo desplazamientos de 3.302 cm , cortantes 450 tn, un porcentaje de incremento de fuerza de 5.67% , tuvo un nivel de desempeño sismorresistente funcional y niveles de daño leves con un 13.33% y con refuerzo de malla tuvo un desplazamiento de 3.743, un cortante de 475.50 tn, un porcentaje de incremento de fuerza de 5.67% , tuvo un nivel de desempeño sismorresistente resguardo de vida y un nivel de daño moderado con un 13.33% concluyo que la falta de refuerzos de confinamiento perjudica drásticamente del desempeño sismorresistente de los edificios de (MDL) mayores a 8 pisos.¹¹

Puican (2019), en su investigación titulada *Desempeño Sísmico de un edificio de 6 pisos, para identificar niveles de seguridad frente a movimientos sísmicos, Lima-2019*. Tuvo como objetivo determinar el desempeño sísmico de la estructura de 6 pisos para entender si la estructura tiene un nivel de seguridad frente a la actividad sísmica. Este es un tipo de estudio de tipo aplicada. La población utilizada son edificios de 6 pisos, las muestras son elementos estructurales y los instrumentos son Excel y el software SAP2000. El resultado principal es que para el terremoto con Tr de 950 años, el desplazamiento de la estructura en el eje Y es 0.3514, y el desplazamiento en el eje X es 0.415, porque su desplazamiento límite es 0.2349 (y) y 0.2142 (X). La conclusión es que, para un terremoto frecuente de 43 años, el desplazamiento del eje X es de 0,115854 m y el desplazamiento del eje Y es de 0,113736 m, lo que indica que la estructura seguirá manteniendo la seguridad y la viabilidad.

PAREDES (2016), En su investigación titulada. *“Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de lima aplicando el análisis estático no lineal pushover”*. Cuyo objetivo fue de evaluar los niveles de desempeño estructural de una edificación expuesta a diferentes fuerzas sísmicas, como población utilizo edificios construidos en la ciudad de lima como muestra tomo el “Edificio Grimaldo Del Solar” ubicado dentro del distrito de Miraflores, los instrumentos utilizados fueron la recolección de datos mediante una metodología estadística evaluando los resultados obtenidos del análisis estático no lineal incremental obtuvo que la estructura llega a un punto de fluencia cuando alcanza un cortante en la base de 600 Tn. con desplazamientos de 2 cm en X. Por consiguiente, alcanza un cortante en la base de 539 Ton con desplazamientos de 2.2 Cm, según la norma E-030 el límite de la deriva en el sentido X es de 0.0066 y en Y 0.0062, en nivel de seguridad de vida. Asimismo, la estructura con las fuerzas de un sismo en X llega a su capacidad máxima (colapso) con desplazamientos de 13.12 cm y un cortante en la base de 1831 tn. Por otro lado, en Y la estructura llega a su capacidad ultima con cortantes de 1270 Tn con desplazamientos de 16 cm. Por lo tanto, se concluye que el edificio no cumple con el desempeño sismorresistente tal como lo establece la norma peruana E.030.¹⁶

CALCINA (2017), En su investigación titulada *“Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 11 pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal”*. Cuyo objetivo fue evaluar el desempeño sísmico del edificio de 11 pisos usando el análisis dinámico y estático no lineal utilizando el tipo de investigación pura el cual está orientado a brindar nuevos conocimientos al campo de la ingeniería civil, como población tuvo edificios modelos de 11 niveles con el sistema dual ubicados en la zona 3, el cual tuvo como muestra planos arquitectónicos de edificios duales de 11 pisos. Como muestreo uso la técnica de la observación directa enfocado en la utilización de software así mismo como instrumentos tuvo un sistema de recopilación de datos enfocados al análisis pushover, elaboración de muestras, comportamiento no-lineal y verificación de métodos establecidos como resultados tuvo que al analizar los elementos estructurales en los pisos 7 y 8 con el análisis estático no-lineal tuvo un desplazamiento X de 1.89 cm y en Y un desplazamiento de 1.97cm y con el análisis dinámico no-lineal un desplazamiento en X 1.97 cm y

en Y un desplazamiento de 2.02 cm y en el último piso (piso 11) con el análisis estático no-lineal tuvo un desplazamiento X de 2.85 cm y en Y un desplazamiento de 3.46 cm y con el análisis dinámico no-lineal un desplazamiento en X 2.97 cm y en Y un desplazamiento de 3.29 cm. Las cuales pueden producir daños ante un sismo y hasta dejar de trabajar, además se encontraron zonas débiles dentro de la estructura a si mismo concluyo que mediante el punto de desempeño dentro de la curva de capacidad se pueden establecer mecanismos de fallas con las cuales permite diseñar estructuras más dúctiles.⁴

Barrera (2017), en su investigación titulada *Evaluación del punto de desempeño sísmico de una edificación escolar, diseñado con la norma e.030*, tuvo como objetivo establecer si el punto de desempeño utilizando la norma E.030 cumple con los parámetros de VISION2000. Fue un estudio tipo aplicada y explicativo, la población fueron los sistemas estructurales de una edificación escolar, la muestra es el centro educativo inicial 133 situado en el Distrito de Ventanilla, el instrumento fue el SAP200 v.18. Los principales resultados fueron que la estructura examinada cumple con la matriz de desempeño de VISION2000 por lo cual se garantiza que el punto de desempeño con la norma E.030 es efectivo. Se concluyó que la edificación muestra un desempeño operacional para un sismo raro de la vigente norma E.030, mediante el uso de la matriz de desempeño que nos ofrece VISION2000.

MARIN (2018), en su investigación titulada *“Evaluación del desempeño estructural de una edificación de muros de concreto mediante métodos simplificado”*. Cuyo objetivo fue evaluar el desempeño estructural de un edificio de 18 pisos considerando el sistema estructural de muros de concreto reforzado mediante métodos simplificados, el estudio fue tipo aplicada utilizando metodologías las cuales le permite visualizar y predecir el comportamiento de una estructura, antes del proceso de diseño detallado y análisis. Utilizo los elementos normativos colombianos de la construcción sismo resistentes NSR- 10 en el diseño de edificios de 18 niveles incorporando características inelásticas mediante el análisis PUSHOVER, verificando a través de un análisis simplificado el comportamiento de la edificación con sistema industrializados, teniendo como resultados la deriva de entrepiso en el análisis modal espectral en las direcciones X y Y no sobre pasa el 0.75% por ello en este sistema no presenta demasiada flexibilidad debido a su

rigidez, en cuanto a la densidad de la edificación obtiene un índice en $X = 3.0\%$ y en $Y = 3.8\%$.por lo cual no sobrepasa el mínimo con respecto a lo teórico propuesto por (Blandon y Bonett ,2015), asimismo obtuvo un factor (R) “reducción de fuerza sísmica elástica” no mayor a 25%, admitido para el análisis elástico en la estructura. Así mismo concluyo que teniendo en cuenta que este factor hallado usando estas metodologías, así como también la capacidad de desplazamientos pueden ser mayores usando un análisis más detallado donde se analice todos los elementos tanto en el rango inelástico y elástico.¹⁴

ALMEIDA (2015), En su tesis “Análisis experimental de muros delgados de hormigón armado para viviendas de baja altura” Tuvo como objetivo evaluar el desempeño sísmico experimentalmente con muros delgados de concreto armado con 1 malla en los refuerzos centrales, el estudio es tipo descriptivo-explicativo, cuantitativo y experimental puro como población tubo 9 muros en escala 1.1, tomando 6 muros con medidas (1 al 6): altura de 160cm (hw), un espesor de 10.0cm (tw) y largo de 160.0 cm (lw), por otro lado los muros 7 al 9 con un espesor de 8.0 cm (tw), como instrumentos utilizo la recolección de datos en laboratorio, los resultados fueron que todos los muros tuvieron un falla por corte para lo cual fueron diseñados a excepción del M2 que tuvo un falla por deslizamiento debido que este muro fue diseñado con un 67% menos de acero de borde. En cuanto a la rigidez se concluye que aumenta a medida que aumenta la cuantía de refuerzo de la malla asimismo la rigidez inicial cambio entre 88 y 133 KN/mm. Por lo cual la rigidez es 0.37 veces en promedio a la rigidez teórica (303 KN/mm). Por ello los muros presentaron agrietamiento en el primer ciclo de carga. En cuanto en comparación entre los muros M1 y M2 se demuestra que la disminución de la cuantía de borde del M2 provoca de la resistencia del M1 se 50%> al M2 así mismo la disipación de energía pareciera ser independiente a la cuantía de refuerzo en los muros. Se deduce que la energía disipada es equivalente en un 27 % en promedio para todos los muros. También se demostró que en los muros M4 y M6 que fueron diseñados con cuantía reducida tuvieron mejor respuesta en su capacidad de deformación en comparación con los muros M1 y M5. En conclusión, con estos ensayos experimentales queda demostrado que este sistema tiene buen desempeño sísmico en edificios de baja altura, por otro lado, este sistema no tendrá un desempeño sísmico óptimo en edificios de gran altura.¹

PEREZ (2013), en su investigación "*Diseño sismo resistente por desempeño y sus efectos en el comportamiento estructural.*" Cuyo objetivo de investigación FUE evaluar y comparar los métodos sismo resistentes basado por desempeño y basado en fuerzas, el estudio es tipo descriptivo-explicativo cuantitativo cuasi experimental como población tuvo a 8 ingenieros de la facultad de ingeniería civil y mecánica (UTA) universidad técnica Abanto dentro de ello tomo en cuenta los criterios y experiencia de ingenieros estructurales dedicados a cálculos sismo resistentes en estructuras, como instrumentos utilizo la recolección de datos y procesamiento de información tal como lo sugiere la (NEC-2011) y evaluó el desempeño de acuerdo al comité (VISION 2000) obteniendo como resultados que en método por desempeño en la estructura se determina si en las secciones de acero y hormigón son definitivas si no cumple con los niveles de desempeño establecidos se deben cambiar con el fin de cumplir con el objetivo de diseño por otro lado el método de fuerzas presento limitaciones porque solo considero un sismo de baja probabilidad de ocurrencia a diferencia del método por desempeño que trabajo con una probabilidad de ocurrencia más alta.²⁰

TEORÍAS:

1. Sistema de muros con ductilidad limitada

Los edificios construidos con muros de ductilidad limitada (EMDL) son estructuras construidas por muros delgados de hormigón armado cuyo sistema de construcción de muro y losas macizas es monolítico a base de un encofrado industrial. A inicios del año 2000 en el Perú se comenzó con la construcción de los edificios (MDL), este sistema se caracteriza por ser de muros de corte y muros portantes. por ello, tienen un doble comportamiento ante las cargas verticales, pero no tiene un buen desempeño sísmico debido que solo trabaja dentro del rango inelástico y no dentro el rango elástico.³⁵



Figura 1. edificios con muros de ductilidad limitada condominios sol de collique, comas

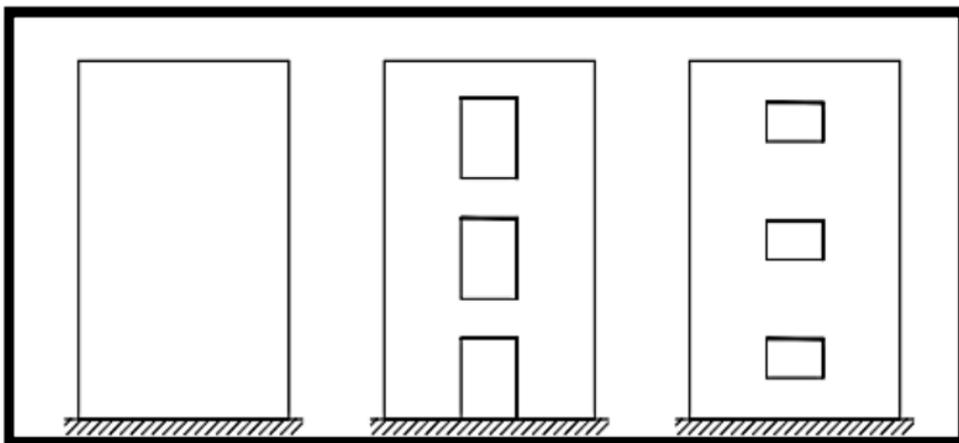


Figura 2. Tipos de muros según forma y elevación

2. DISEÑO POR DESEMPEÑO

Conceptos como la resistencia se ha considerado como sinónimo de desempeño. por ello, debido a los sismos que ocurrieron en los últimos 30 años se ha obtenido grandes enseñanzas, cambiando la forma de pensar, como la idea que al incrementar la resistencia aumentara la seguridad y se minimiza el daño, debido a estos nuevos conceptos de logro cambiar y actualizar las normas y códigos sismorresistentes, cambiando la idea de un diseño por resistencia a un diseño por desempeño.²²

Considerando lo anterior, el concepto fundamental de diseño sismorresistente se ha venido modificando paulatinamente durante los últimos años. Tanto así, que se llegó a encontrar que la idea de diseño por resistencia y por desempeño son fundamentales para el análisis sismorresistente. Por otro lado, solo se diferencian por temas conceptuales. La evaluación de visión 2000 define notoriamente los objetivos del comportamiento sismorresistente, compara sus niveles de comportamiento relacionándolos con los niveles de movimientos sísmicos esperados. Que se pueden definir en 4 niveles de comportamiento que son: colapso, seguridad de vida, operacional y totalmente operacional.

En la actualidad existe dos técnicas en la evaluación para determinar el desempeño sismorresistente en estructuras ya construidas o que están en etapa de diseño para lo cual se pueda asegurar un buen desempeño estructural. Estos métodos se definen como: método basado por desplazamientos y el espectro de capacidad.

3. Aceleración espectral

De acuerdo con la norma técnica E -030 y al reglamento nacional de edificaciones (RNE). El espectro es una respuesta sísmica que vincula en la gráfica a la aceleración espectral en función al periodo que fue seleccionado con una probabilidad de retorno, este método es para determinar la aceleración espectral en un periodo propuesto.

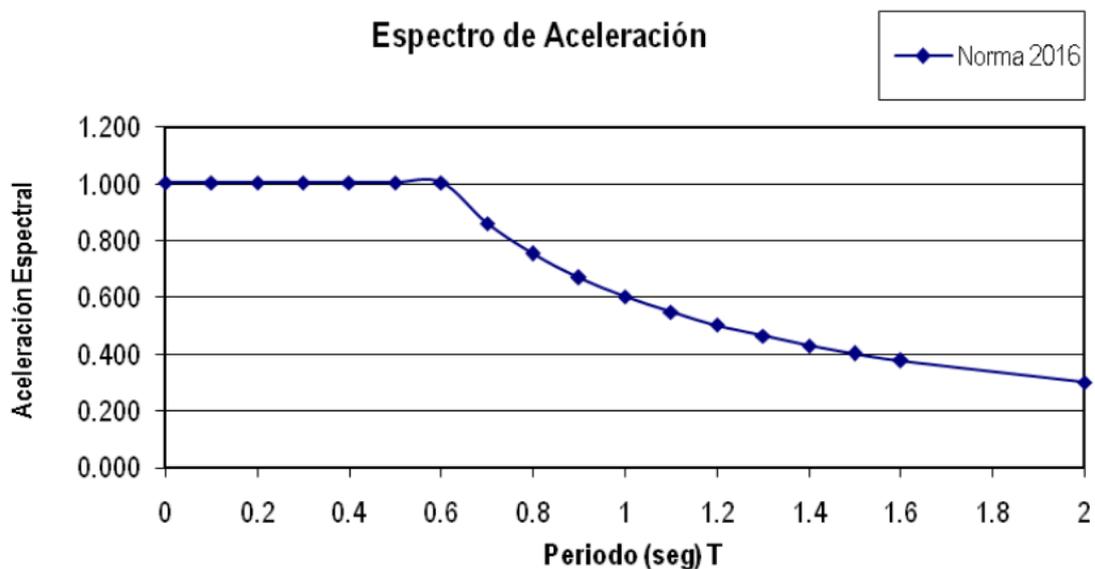


Figura: 3 Aceleración espectral

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad (1.1)$$

V: Fuerza cortante en la base

Z: Factor de zona

S: Factor de suelo

U: Factor de uso

P: Peso total de la estructura

C: Coeficiente sísmico

R: Factor de ductilidad

Tabla 1. Factores de suelo "s"

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

Tabla 2. Periodos "Tp" y "Tl"

PERIODOS "Tp" y "Tl"				
	Perfil de suelos			
	So	S1	S2	S3
Tp (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Para factor de amplificación (C)

$$T < T_p \quad C = 2.5 \quad (1.2)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right) \quad (1.3)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2}\right) \quad (1.4)$$

Aceleración espectral:

Se usa el espectro inelástico de pseudo-aceleración para las direcciones horizontales analizadas.

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad (1.5)$$

4. Análisis sísmico basado en desempeño

Este sistema de análisis consiste en establecer un límite o un nivel de daño que pueden sufrir las estructuras, también considera la importancia o el uso de la estructura, se evaluará el nivel de daño ocasionado por un movimiento telúrico.⁶ El desempeño sísmico de un edificio se cuantifica de acuerdo al daño por consecuencia del sismo. Así mismo, se evaluará el impacto en el funcionamiento de la estructura después del sismo.²⁰

5. análisis no lineal

Se asume que el análisis lineal está en relación de las cargas y los desplazamientos resultantes es decir que cumple con el principio de superposición. Por otro lado, a partir de un nivel de carga las estructuras actúan de forma no lineal. Asimismo, el análisis lineal puede ser adecuado en algunos casos, pero en otros puede dar resultados equivocados, para ello se deberá utilizar el análisis no-lineal.⁴

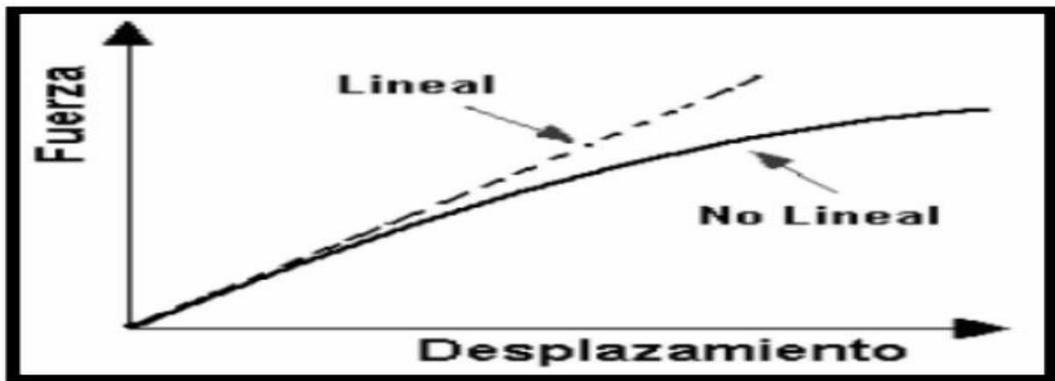


Figura 4: Respuesta análisis lineal y no lineal.

6. Análisis estático no-lineal.

Se realiza aplicando cargas incrementadas monolíticamente en 1 dirección para las estructuras diseñadas, en las cuales los elementos son conocidos y se lleva hasta el colapso o a su estado limite. Con este análisis se desarrolla la curva decapacidad, que trabaja con la fuerza cortante en la base, la cual se evidencia desplazamientos laterales en la parte alta del edificio.¹⁶ este análisis no-lineal trabaja con una similitud en el trabajo de la estructura real, así podremos evaluar el comportamiento casi real que pueden adoptar los materiales o los elementos estructurales.

7. Análisis dinámico no-lineal

Con este método las estructuras se modelarán de forma parecida al análisis dinámico lineal, pero se incorpora explícitamente la propuesta inelástica del material.¹⁵ El principal aporte de un análisis dinámico no lineal es que contribuye con una sorprendente herramienta en la investigación, que simula analíticamente los detalles del comportamiento de la estructura, es decir para visualizar los desplazamientos asumidos, así como la propagación y distribución del daño, la distribución de cortante, de esfuerzos verticales y la forma de la curva histerética.

8. Curva de capacidad

Es práctico presentar y evaluar una estructura producto del análisis estático no-lineal, representado en una curva de fuerzas de desplazamiento del techo vs el cortante en la base con el análisis estático no-lineal. Esta curva representa la

capacidad de respuesta del análisis no-lineal de la estructura en relación a la resistencia ante una acción sísmica.¹⁰

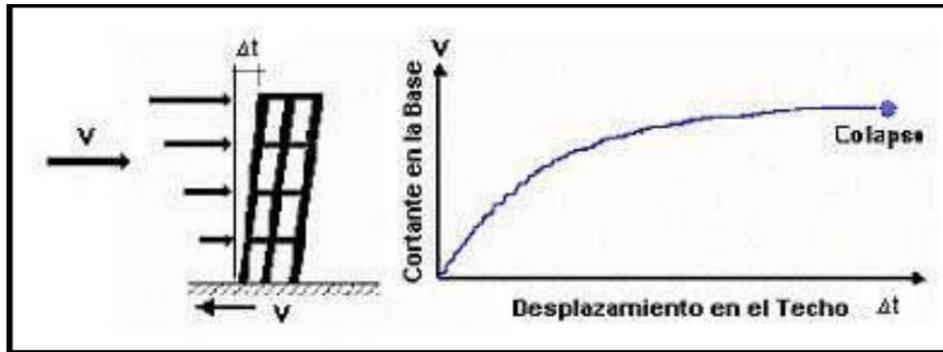


Figura 5. curva de capacidad

Sectores de la curva de capacidad

En el grafico se representará los niveles de desempeño sismorresistente de acuerdo al valor porcentual del desplazamiento inelástico que toman en la curva de capacidad.

- a) Ocupacional: Ocupa el 100% de Δp .
- b) Funcional: Ocupa el 30% de Δp .
- c) Resguardo de Vida: Ocupa el 30% de Δp .
- d) Cerca al colapso: Ocupa el 20% de Δp .
- e) Colapso: Ocupa el 20% de Δp .

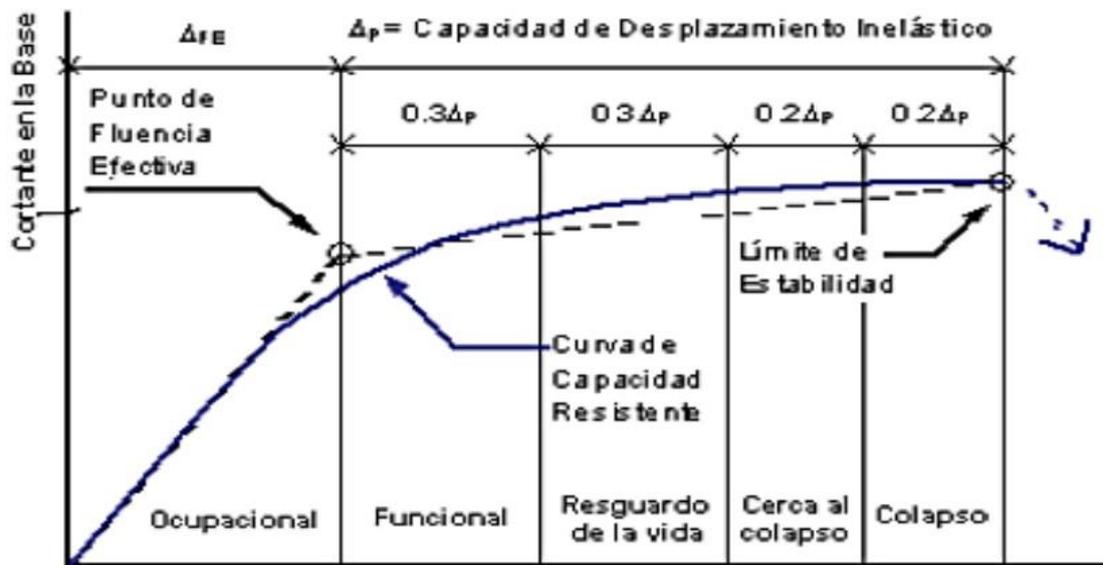


Figura 6. Sectores de la curva de capacidad

9. Punto de Desempeño

En un edificio los desplazamientos y la aceleración permiten calcular la máxima respuesta sísmica de la estructura, modelada en el espectro de capacidad. La máxima respuesta en la estructura pertenece al espectro de capacidad llamada (punto de desempeño) que es parte de la respuesta estructural.²⁰

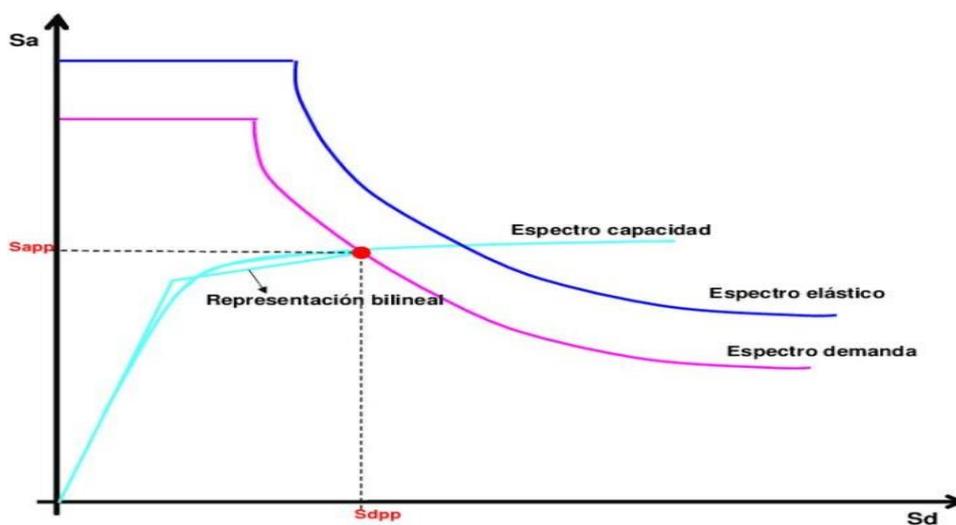


Figura 7: Punto de desempeño

10. capacidad estructural

Los edificios funcionan por la deformación última y su resistencia en los elementos estructurales, así mismo el para analizar un elemento más allá de su límite elástico se debe usar el método no lineal. Así como, la capacidad de un elemento de un sistema estructural depende al comportamiento ante las cargas o el uso de la estructura. Su resistencia ante las cargas axiales, cortante y son utilizadas para para analizar un elemento más allá de su límite elástico se debe usar el método no-lineal. Como se visualiza en la curva de capacidad. El (v_y) de la estructura es definida como la capacidad cortante (v) que define el cortante resistente del límite elástico, así como la cortante máxima de la resistencia (V_{max}). De la misma forma se grafica el momento y la resistencia axial. La primera está en función del desplazamiento causado por la carga axial y la segunda en función de la rotación.¹⁰

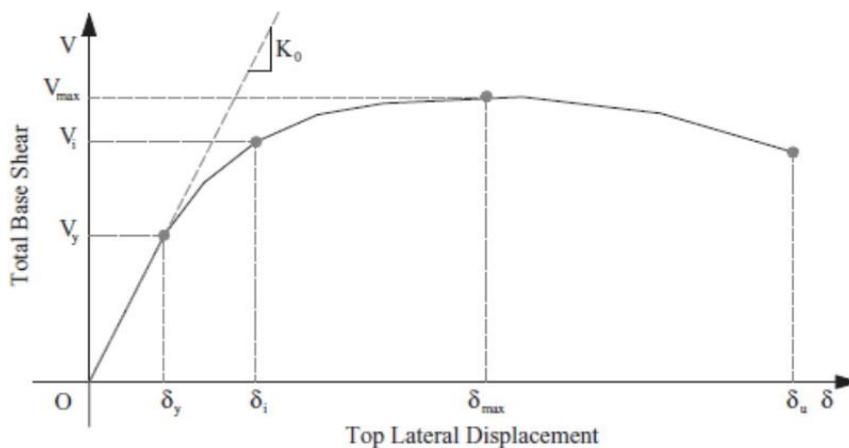


Figura 8. Capacidad espectral

11. Espectro de capacidad

El sistema de evaluación con el espectro de capacidad son procedimientos gráficos en el cual se comparan la capacidad de la estructura con los requerimientos impuestos por un movimiento sísmico determinado.¹⁰ Este método está basado en:

- Vincula las respuestas de una estructura de 1 grado de libertad simétricamente con las estructuras de varios grados de libertad.
- Los gráficos permiten visualizar el desempeño de la estructura ante un sismo.

- La curva fuerza - desplazamiento representa la capacidad de la estructura la cual es resultado del análisis estático no lineal conocido como (pushover).
- El desplazamiento en el techo y la fuerza cortantes en la base son convertidos en desplazamientos espectrales y aceleraciones de un sistema simétrico de 1 grado de libertad.
- Los resultados espectrales concluyen al espectro de capacidad
- Este sistema usa el espectro de respuesta en función a la aceleración y desplazamiento, las cuales los desplazamientos espectrales se trazan en función a las aceleraciones espectrales, por líneas radiales que representan los periodos “T”.
- Para las características dinámicas en la estructura se usa el (coeficiente de amplitud de modo en el nivel i ϕ_{i1} , período de vibración natural T_i , coeficiente modal de masa α_1 y factor de participación modal PF_R)

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}^2) / g} \quad (1.6)$$

$$\alpha_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{i1}) / g]^2}{[\sum_{i=1}^N \frac{W_i}{g}] [\sum_{i=1}^N \frac{(W_i \phi_{i1}^2)}{g}]} \quad (1.7)$$

Donde:

W_i : masa concentrada por piso. (Kg)

N: número de pisos.

g : Gravedad (9.81 m/s²).

Con los factores encontrados de establecerá el espectro de capacidad con:

S_{di} : desplazamiento espectral

S_{ai} : aceleración espectral

Mediante fórmulas:

(1.8)

$$S_{ai} = \frac{V_i}{\alpha_1 \times W \times g}$$

(1.9)

$$S_{di} = \frac{\Delta_{techo}}{PF_1 \times g}$$

Significado:

W: masa total de la estructura. (Tn)

V_i : cortante (Tn.cm)

Δ_i : Desplazamientos en el techo de la estructura. (cm)

g : Gravedad (9.81 m/s²)

Modelo del punto de desempeño (d_{pi} , a_{pi}), se puede visualizar la aproximación de igualdad de los desplazamientos.

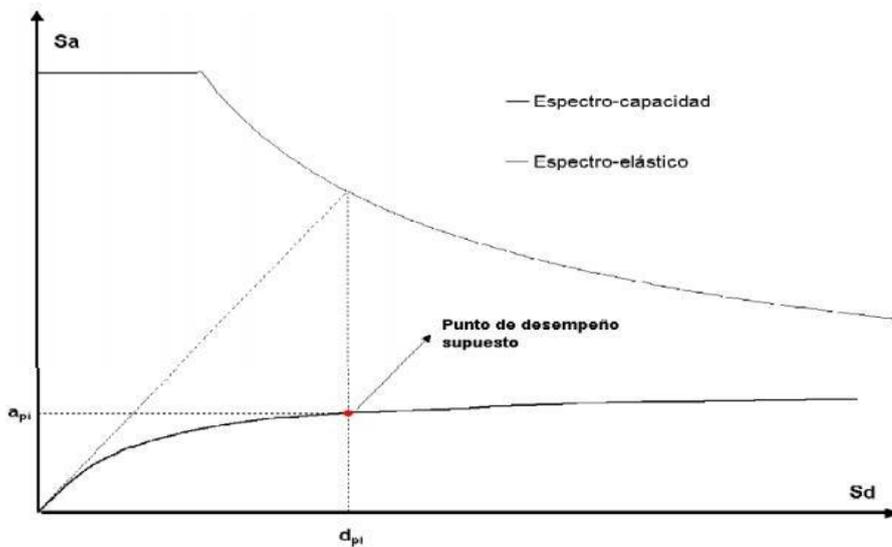


Figura 9. Espectro de capacidad

Si a partir de la aproximación de desplazamientos son iguales.

También se puede visualizar el espectro de capacidad en la gráfica representada bilinealmente.

Los puntos de intersección entre espectro de demanda y espectro de capacidad (a_p, d_p): se verifica en la gráfica siguiente.

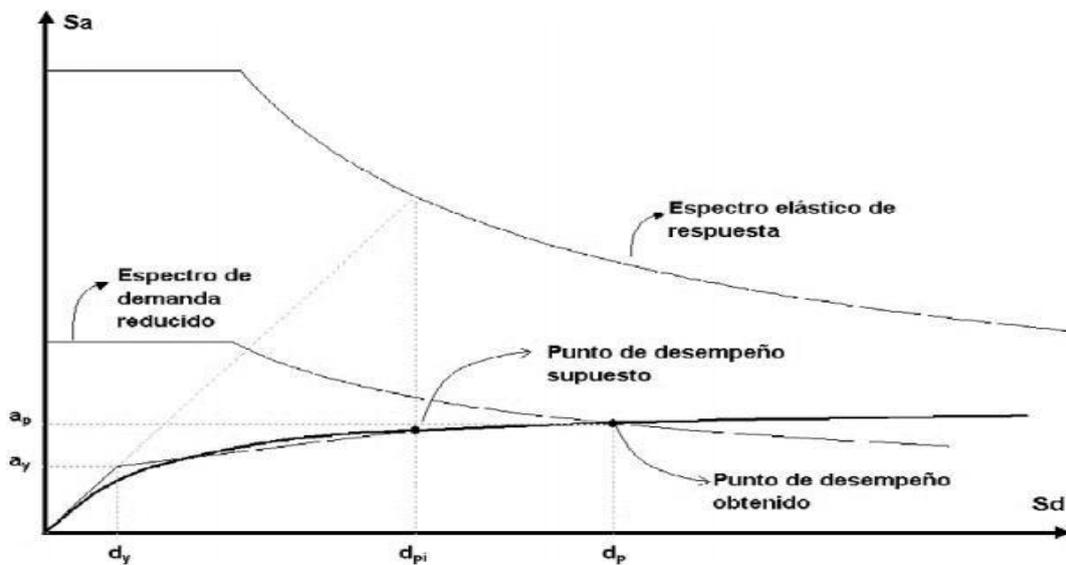


Figura 10. Punto de desempeño a partir de los desplazamientos

Los desplazamientos d_p , se evaluarán con respecto a la intersección entre demanda reducida y espectro de capacidad, esto cambia entre $\pm 5\%$ del desplazamiento del d_{pi} , propuesto entre $(0.95d_{pi} \leq d_p \leq 1.05d_{pi})$, de no cumplir con el punto de desempeño (d_{pi}, a_{pi}) se coge como valor (d_p, a_p) , de no cumplir se regresar al punto f).

12. Derivas

Lo que pone en riesgo la seguridad de la construcción son los grandes desplazamientos laterales, debido que en sus elementos no estructurales en general pueden presentar daños, por otro lado, la edificación puede llegar al colapso si estos desplazamientos son mayores.

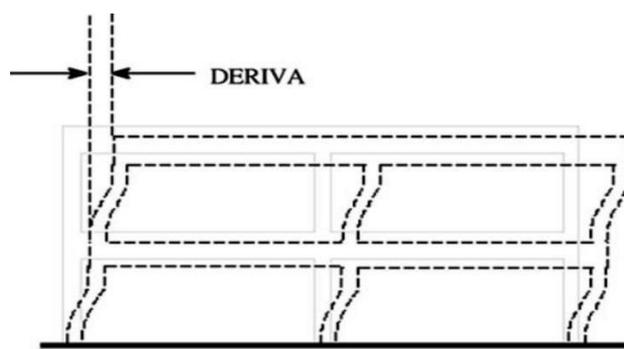


Figura 11. Deriva de desplazamiento

13. Análisis de los niveles de desempeño sísmico de acuerdo a visión 2000.

Estos niveles de desempeño describen el daño efectuado o el estado límite de una estructura. Esto representa condiciones límites o tolerables vinculados a 3 principios fundamentales.

- Riesgo en la seguridad de los residentes de la edificación, producto de los daños.
- Funcionamiento de la estructura después del movimiento sísmico.
- Daños graves en el elemento no estructural y estructural.

Por ello el comité define 4 niveles de desempeño:

- **Totalmente operacional:** Este nivel es seguro debido que los daños son esenciales, la estructura del edificio es totalmente seguro para sus habitantes, así como todos sus servicios e instalaciones están operativas para su uso.
- **Operacional:** En este nivel la estructura del edificio presenta daños moderados en su componente estructural y no estructural. El daño es leve y no involucra la seguridad estructural del edificio y pueden ser habitadas rápidamente después de un movimiento telúrico, pero algunos servicios pueden estar afectados parcialmente por lo que requieren reparaciones menores.
- **Seguridad:** En este nivel la estructura está seriamente afectada eso se puede visualizar en el elemento estructural y no estructural que se ven afectados. Tanto en la capacidad estructural como en la rigidez producto de las cargas laterales, reduciendo la seguridad de la estructura frente al colapso, estos daños impiden que la edificación sea ocupada después del sismo hasta después de proceder con la rehabilitación del edificio.
- **Próximo al colapso:** La capacidad resistente y la rigidez estructural se ve comprometida severamente afectando la estabilidad en la estructura previa al

colapso. Ante este efecto las zonas de evacuación están obstaculizados por fallas locales. La estructura puede mantenerse en pie, pero no es segura para ser ocupada.

Niveles de desempeño sismorresistente

Tabla 3: niveles de desempeño según visión 2000 (SEAOC, 1995)

Estado de daño y niveles de desempeño SEAOC, (1995).		
Estado de daño	Niveles de desempeño	Características principales
Despreciable	Totalmente operacional	Este nivel es seguro debido que los daños son despreciables o nulos, la estructura del edificio es totalmente seguro para sus habitantes, así como todos sus servicios e instalaciones están operativas para su uso.
Ligero	Operacional	En este nivel la estructura del edificio presenta daños moderados, El daño es leve y no involucra la seguridad estructural del edificio y algunos servicios pueden estar afectados parcialmente por lo que requieren reparaciones menores.
Moderado	Seguridad	En este nivel la estructura está seriamente afectada eso se puede visualizar en el elemento estructural y no estructural que se ven afectados. Pero aun así, la estructura permanece estable.
Severo	Pre-colapso	La capacidad resistente y la rigidez estructural se ve comprometida severamente afectando la estabilidad en la estructura previa al colapso, la seguridad de los habitantes está comprometida.
Completo	Colapso	Colapso total de la estructura

la probabilidad de excedencia se puede decir con la siguiente formula.

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R(a)}\right)^{V_u} \quad (1.10)$$

E: Probabilidad de excedencia.

Tr: Periodo de retorno, en años.

Vu: vida útil

Tabla 4. Probabilidad de riesgo sísmico según visión 2000

Sismo	Vida útil	Probabilidad de excedencia	Periodo de retorno
Frecuente	30 años	50%	43 años
Ocasional	50 años	50%	72 años
Raro	50 años	10%	475 años
Muy raro	100 años	10%	970 años

14. Riego sísmico

La probabilidad de ocurrencia de un sismo se encuentra dentro de un periodo de retorno en el tiempo establecido, así como en un lugar o terreno determinado con una intensidad probable.¹⁷

Esto se puede definir en el diseño de una estructura, tomando en cuenta el tipo de sismo, la vida útil de la edificación, la probabilidad de excedencia y el periodo de retorno. Así se puede apreciar el siguiente cuadro:

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

➤ **Tipo:**

El tipo de investigación aplicada es un estudio enfocado a un fenómeno o un determinado problema, debido que mediante la experimentación busca llegar a resultados inmediatos. También se enfoca más en resolver el problema que en formular teorías. Asimismo, se enfoca con un solo fin de descubrir las causas.⁸ es por ello, que esta investigación se enfoca en los problemas que presentan algunas estructuras (MDL) ya sea por fallas mecánicas, físicas o naturales planteados en mi realidad problemática. Por lo cual, este estudio pretende dar algunos aportes prácticos para este tipo de problemas.

➤ **Diseño de investigación:**

El diseño de la investigación será cuasi experimental, investigación cuasi experimental es utilizado cuando no se puede utilizar un diseño experimental puro. Por otro lado, se puede manipular la variable independiente y evaluar cómo o con qué razón sucede el fenómeno a evaluar. Su objetivo de manipular la variable dependiente y ver sus cambios de manera explícita por los investigadores.³³ Es por ello, que para investigación se utilizará el software ETABS V. 2018 (Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones) con el cual se obtendrá resultados analíticos. Es decir, de no poder utilizar experimentos puros fácilmente se puede manipular la variable independiente para analizar efectos físicos que produce la variable dependiente. Por lo cual es una simulación.

Se simboliza de la siguiente manera:



Figura 12. Procedimiento de la investigación.

3.2. Variables y Operacionalización.

➤ Variables independientes: Factores de diseño.

• Definición conceptual

Uno de los factores fundamentales para la ejecución de un proyecto es realizar un correcto estudio de suelos, debido que la capacidad portante del suelo está en función al tipo de suelo, un estudio de mecánica de suelos es fundamental para cualquier tipo de construcción, en edificios el estudio de la capacidad portante de suelo determina cual es la capacidad máxima de carga que el terreno acepta y si está dentro su capacidad de admitir la sobre carga del edificio.²¹ El impacto de la iteración suelo-estructura depende estrictamente de la flexibilidad del suelo, esto puede tener efectos perjudiciales o benéficos dependiendo cómo se comporta el suelo ante las sobre cargas recibidas por parte del edificio, asimismo está en función del periodo reduciendo o incrementando la respuesta de la estructura. La importancia de los factores de diseño, comienza desde la evaluación del diseño antes y después de la ejecución del proyecto estos parámetros influyen en el desempeño ante un sismo o cualquier falla en la estructura.²⁹

• Definición operacional

Se realizó una revisión de los estudios de suelos para determinar cuál fue su capacidad portante y así utilizar estos datos como referencia para los cálculos de la evolución por desempeño se realizará a los edificios de 12 y 15 pisos

➤ Variable Dependiente: Desempeño sísmico.

• Definición conceptual

según la filosofía de diseño sismo-resistente a terremotos convencionales, las estructuras están diseñadas para fuerzas que son mucho menores que las fuerzas de terremoto de diseño esperadas. Por lo tanto, cuando una estructura se golpea con un fuerte movimiento de terremoto, sufre deformaciones inelásticas. Aunque la estructura puede no colapsar, los daños pueden ser irreparables.¹³

El desempeño sísmico de una estructura tiene lugar dentro de los términos como resistencia, ductilidad, disipación de energía y rigidez estructural. En consecuencia,

se han impulsado varios métodos en la evaluación y diseño en las edificaciones basado por desempeño sísmico.²⁰ Así mismo el desempeño se evalúa en términos del daño recibido en el edificio ante un movimiento sísmico y las consecuencias que los daños establecen en la estructura después del sismo. Este tipo de evaluación o concepto es aplicable para cualquier tipo de estructura y también en componentes no estructurales.

- **Definición operacional**

Se realizó la evaluación de desempeño sísmico en los edificios (MDL) de 12 y 15 pisos. Mediante el desempeño dinámico y estático no-lineal se evaluó el punto de desempeño y la capacidad estructural y después se evaluó los niveles de daños según visión 2000.

3.3. Población, muestra y muestreo

➤ **Población.** Es un conjunto en la totalidad de la medida de la variable de estudio, en cada una de las unidades del universo.³³ tomando en cuenta esta definición, la población que establece este estudio para el proyecto de investigación son todos los edificios (MDL) muros de ductilidad limitada de 12 y 15 pisos construidos en el distrito de comas.

➤ **Muestra.** Es el conjunto o porción de casos que se extraen de la población, seleccionados por alguna característica en especial.³³ Tomando en cuenta dicha definición la muestra estará conformada por los edificios ubicados en el condominio “**sol de collique**” ubicado en el distrito de comas puesto que cuenta con edificios de 12 y 15 pisos construidos con el sistema de muros de ductilidad limitada, eligiendo 2 edificios de dicho condominio debido a la accesibilidad de información y requerimiento de los planos, así como la ubicación. Teniendo como característica un suelo arcilloso ubicado en una zona altamente sísmica según el plan de desarrollo urbano de lima.

➤ **Muestreo.** Es una técnica estadística que permite extraer una muestra definida de una población. Asimismo, define que la técnica del muestreo no probabilístico intencional o por conveniencia es aquella donde se utiliza de acuerdo al criterio y accesibilidad del investigador.³³ Se utilizó el método o técnica de muestreo no probabilístico para conveniencia del autor, debido que se seleccionó intencionadamente el edificio “block E- 33” y el “block G- 17” porque han presentado fallas en su estructura, así como fisuras en losas y muros que deben ser investigadas y determinar de qué manera afecta el desempeño de la estructural de los edificios ante un sismo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

➤ **Técnica.**

La técnica es un método o recurso del cual pueda afianzarse el investigador, así mismo la técnica de observación experimental se utiliza para elaborar datos que ayuden al investigador tener una ideas más claras de los fenómenos y así obtener resultados, con esta técnica basada en la investigación científica se pueden utilizarse como instrumentos unas fichas de registros o ficha técnica.³³ Para el esta investigación se usó la técnica de la observación experimental basado en los resultados de la investigación.

➤ **Instrumentos.**

Los instrumentos son herramienta que ayuda al investigador a registrar y comparar los resultados de manera eficiente mediante fichas de recolección de datos.⁵ Para ello el instrumento de medición que se utilizara será una ficha técnica las cómo se detallara a continuación.

- **Ficha de técnica.** Se usó para recopilar datos de los resultados generados por el software ETABS-2018 en base a los indicadores propuestos que se muestra en los anexos. Por otro lado, el software ETABS 2018 se utiliza para el modelado, análisis y diseño de edificios, como el análisis del historial de tiempo, el análisis de empuje, el análisis lineal dinámico, el diseño de edificios y otras funciones que tienen las herramientas. Al mismo tiempo, puede importar modelos desde AutoCAD y exportar

los resultados a diferentes programas, como Microsoft Word, Microsoft Excel, etc. En resumen, cumple con los requisitos de permisos a corto plazo.

- Ficha técnica 1. Punto de desempeño (Edif. 12 pisos)----- ANEXO 3.
- Ficha técnica 2. Punto de desempeño (Edif. 15 pisos)----- ANEXO 4.
- Ficha técnica 3. Capacidad estructural (Edif. 12 pisos) -----ANEXO 5.
- Ficha técnica 4. Capacidad estructural (Edif. 15 pisos) -----ANEXO 6.
- Ficha técnica 5. Derivas (edificio 12 pisos)----- ANEXO 7.
- Ficha técnica 6. Derivas (edificio 15 pisos)----- ANEXO 8.

➤ **Validez.**

Es el principio de calidad que todo instrumento de medición debe tener, pasando por un juicio de expertos para poder ser evaluado y observado para su mejora y pueda ser aplicado por el investigador en sus estudios.²⁷ Para ello, se usó el juicio de expertos con ingenieros titulados y especialistas en el tema.

➤ **Juicio de expertos.**

Se consideró la opinión de profesionales expertos en el tema y de larga trayectoria, que son reconocidos por otros profesionales como expertos calificados. y pueden dar evidencia, valoraciones, información y juicio de validez. ⁹ Para ello se elaboró una ficha de juicio de expertos para que sean revisadas y firmadas por los expertos.

Tabla 5: rango y magnitud de validez

RANGO	MAGNITUD
0.71 a 1.0	Alta
0.41 a 0.7	Media
0.1 a 0.4	Baja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: coeficiente de validez por juicio de expertos

VALIDEZ	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO
VARIABLE 1				
VARIABLE 2				
INDICE DE VALIDEZ				

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Confiabilidad.**

Para la confiabilidad de los resultados obtenidos por el software ETABS V. 2018 se presentó el certificado de la licencia del software para verificar si funciona al 100%, (anexo 8). Por tanto, los resultados obtenidos son válidos por CSI (Computers & Structures, Inc), el creador y propietario de la patente del software, ha pasado la certificación ISO-9001, reforzando así el compromiso del diseño con la calidad. Por eso, la calidad ISO-9001 El sistema de gestión puede aumentar la satisfacción del cliente, garantizar la continuidad y mejorar los procesos internos. La adquisición de ISO-9001 refleja nuestros incansables esfuerzos para lograr una excelente calidad de producto y confiabilidad para los clientes globales "(página 56).

3.5 procedimientos.

Para la investigación y desarrollo de tesis se realizó lo siguiente:

➤ **Paso 1: recopilación de datos**

- Recopilación de información existente de los edificios tales como estudio de suelos, planos de arquitectura, planos estructurales y diseño de concreto.
- Detallamiento del estado actual de las estructuras mediante un registro de fotos de las anomalías.

➤ **Paso 2: análisis lineal y no-lineal (software ETABS V.2018)**

- Modelamiento estructural con el software ETABS V. 2018 con la información recopilada de los edificios de 12 y 15 pisos anteriormente detallados para analizar los desplazamientos y fuerzas.
- Análisis lineal estático y dinámico a través de un espectro de diseño.
- Análisis no-lineal estático (pushover).

➤ **Paso 3: cálculo de desempeño sísmico.**

- Representación gráfica en Microsoft Excel de la curva de capacidad obtenida con el análisis no-lineal (pushover).
- transformación del espectro de diseño a un espectro de demanda reducido.
- transformación de la curva de capacidad a un espectro de capacidad.
- comparación de graficas del espectro de demanda vs espectro de capacidad.
- Estimación de un punto de desempeño por el método espectro capacidad.

➤ **Paso 4: evaluación de resultados**

- Evaluación del desempeño (Curva de capacidad, Niveles de desempeño).
- Interpretación del punto de desempeño.

➤ **Paso 5: discusión, conclusiones y recomendaciones.**

- Se realizará la discusión de resultados para dar diferentes conclusiones según lo planteado por la variable dependiente y determinar algunas recomendaciones.

3.6 Método de análisis de datos

Se define como estadística deductiva o descriptiva cuando se trata de organizar, clasificar y recuento de aquella información obtenida durante las observaciones. Con las cuales se grafican tablas y que posteriormente se representa en gráficos que permitirán simplificar los datos para su análisis final.³ Se aplicará mediante una estadística descriptiva para la interpretación de resultados representadas mediante gráficos estadísticos y tablas comparativas, en referencia a los indicadores de la variable dependiente

3.7 Aspectos éticos.

Para este trabajo de investigación se considerará la validez y confiabilidad de los resultados, asimismo se realizará una revisión mediante el programa turnitin del trabajo de investigación, para verificar que no exista ningún tipo de plagio y determinar que la investigación es de autoría propia. Debido que se recopiló datos de información de diversas fuentes respetando la autoría de todos los investigadores que debidamente fueron referenciadas de acuerdo a la norma ISO, así mismo se rige a los parámetros de los derechos de autor y patentes establecidos en el artículo 53 del código de ética de la ley universitaria N° 30220.

IV. RESULTADOS

4.1 Desarrollo de procedimiento.

4.1.1 recopilación de datos

➤ ubicación.

Los edificios multifamiliares propuestos para la siguiente investigación están dentro del conjunto residencial del proyecto “ciudad sol de collique” que se encuentra ubicado en la av. Micaela Bastidas 15316, Comas.

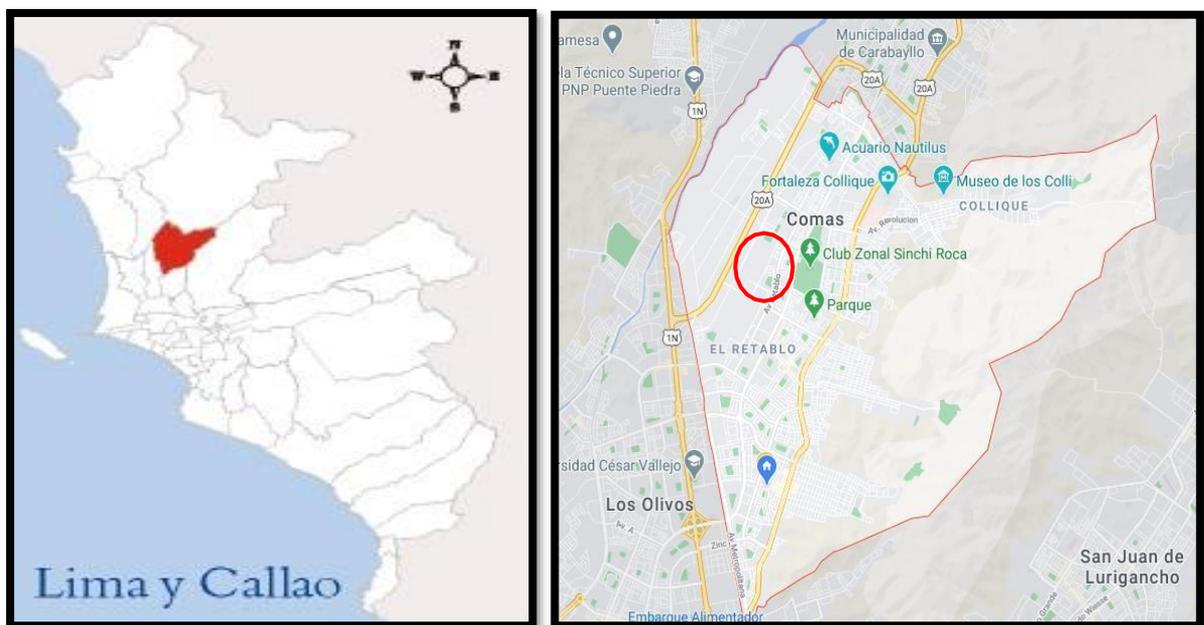


Figura 13: ubicación del proyecto

➤ Arquitectura.

En el plano arquitectónico del proyecto cuenta con 33 edificios de 12 y 15 niveles de 8 departamentos por nivel para viviendas multifamiliares en un área de terreno de 713.92 m² por cada edificio con un área techada de 650.13 m².

En cuanto su distribución de cada departamento cuenta con ingreso, 8 salas comedor por nivel, dieciséis baños por nivel, ocho cocinas y veinticuatro dormitorios.

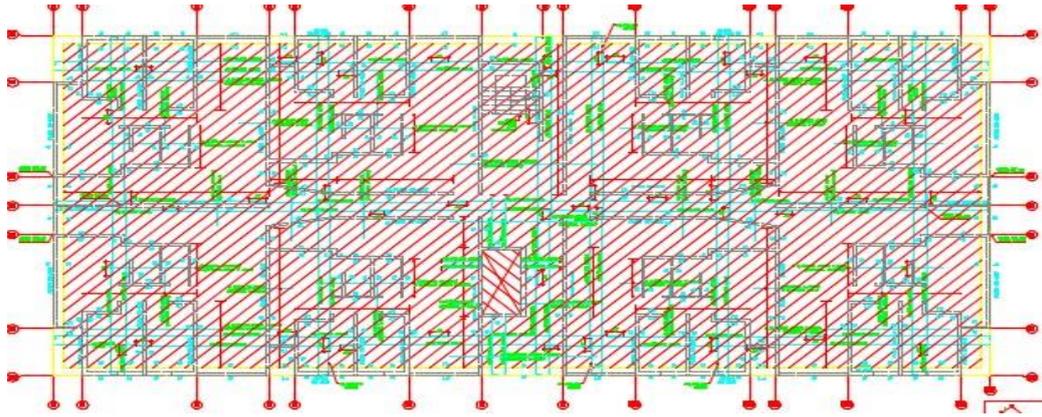


Figura 14: plano en planta del edificio

➤ **Estructura**

• **Materiales**

La estructura principal que resiste las fuerzas laterales de los edificios residenciales multifamiliares está completamente hecha de hormigón armado, que puede resistir la fuerza a compresión a los 28 días. para edificios de 12 pisos es de un (f_c) es de 210 kg/cm², para el piso 1 al 6 y un (f_c) de 175 kg/cm² para el piso 7 al 12 y para el edificio de 15 niveles es de un (f_c) es de 210 kg/cm², para el piso 1 al 6 y un (f_c) de 175 kg/cm² para el piso 7 al 15, con un módulo de elasticidad de 217370 kg/cm² con mallas electrosoldadas de 5000 kg/cm² y barras de acero de confinamiento (f_y) de 4200kg/cm²

Tabla 7. características mecánicas de los materiales.

Resistencia a la compresión	$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico	$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$
Módulo de elasticidad	$E_c = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de corte	$G_c = 90571.10 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de Poisson	0.2
Acero de Refuerzo	$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Malla electrosoldada	$F_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia

Para el módulo de elasticidad del hormigón E_c , se calcula utilizando la siguiente expresión, y su unidad es kg / cm^2 como se muestra a continuación.

$$E_c = 1500\sqrt{f'c} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

Para el módulo de corte G_c , se determina mediante el programa ETABS y el cálculo manual se expresa mediante la siguiente expresión.

$$G_c = \frac{E_c}{2(1 + \mu)} \left(\frac{kg}{cm^2}\right)$$

- **Estructuración**

La estructura de la vivienda multifamiliar se basa en un sistema de muros de hormigón armado de ductilidad limitada, con espesores de 10, 12, 15 y 20 cm, respectivamente, con losas macizas de 12 cm como cubiertas de 12 y 15 pisos. Asimismo, cuenta con una cimentación superficial de 90 cm de espesor (losa de cimentación) que interactúa con el terreno. Por otro lado, para el análisis sísmico, se puede prever que del primer piso a él último piso la altura sea de 2,60 m.

Tabla 8. Detalle estructural de elementos de Concreto Armado

Descripción	Recubrimiento
Muros de ductilidad limitada	2.5 cm
Losa maciza	2.5 cm
Losa de cimentación	5.0 cm

Fuente: Elaboración propia

- **Cargas**

Para analizar el desarrollo de proyectos de construcción residencial multifamiliar, se basa en el código de edificación nacional (norma de carga) E.020. Es por esto que, para un edificio con departamentos en cada piso, la carga viva será de 200 kg / m², y para cargas muertas solo se utiliza el enchapado más el tabique (Parapetos), el valor es de 200 kg / m², como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9: cargas mínimas permisibles por piso.

N° PISOS	CARGA VIVA (kg/m ²)	CARGA VIVA DE TECHO (kg/m ²)	CARGA MUERTA (kg/m ²)
			Acabados + Tabiquería
Piso 12		100	100
Piso 11	200		200
Piso 10	200		200
Piso 9	200		200
Piso 8	200		200
Piso 7	200		200
Piso 6	200		200
Piso 5	200		200
Piso 4	200		200
Piso 3	200		200
Piso 2	200		200
Piso 1	200		200

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el valor de 200 kg / m² se considera como una carga estática, debido a que la norma de carga E.020 indica que para un tabique con un espesor de 0.15 y usando ladrillos de pandereta, la carga equivalente será $W = 14$ (peso lad.) x 15 (factor equivalente) x 2.6 (altura) = 504 kg / m. Por lo tanto, la carga equivalente se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10. Cargas equivalentes por kg/m² según la norma E.020.

Peso del Tabique (kg/m)	Carga equivalente (kg/cm ²)
74 a menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Tipo de suelo**

Estas edificaciones se ubican en la topografía superficial de la zona de Comas, presentando suelos de grava arenosa con una capacidad de carga de suelo que va de 1 a 1,5 kg / cm². Por lo tanto, para evaluar el peligro sísmico superficial, se utilizará el perfil de suelo S1. Asimismo, se hará un modelamiento con un tipo de suelo S3 para comparar y evaluará los resultados.

Suelo S1, Este tipo de suelo corresponde a rocas con diversos grados de fractura, parcelas homogéneas y suelos muy duros con velocidades de propagación de ondas de corte V_s , que van desde 500 m / sa 1500 m / s.

Suelo S3, Corresponde al tipo de suelo flexible cuya velocidad de propagación de la onda de corte es \bar{V}_s e inferior o igual a 180 m / s.

4.1.2. Modelamiento estructural

- a. Definición del eje X y el eje Y del plano de planta y sus respectivas dimensiones.

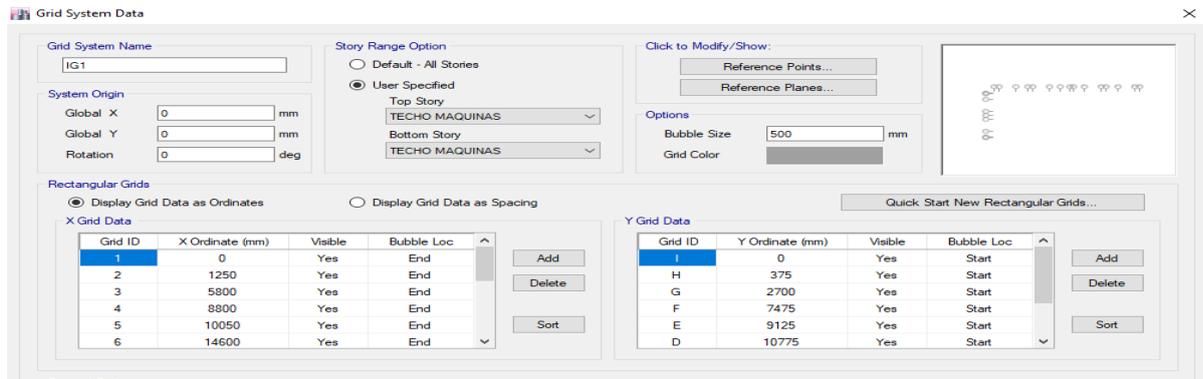


Figura 15. Ejes en planta del modelamiento en ETABS V.2018

- b. Definición de alturas por piso.

Story	Height mm	Elevation mm	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height mm	Story Color
TECHO MAQUINAS	2100	34500	Yes	None	No	0	Blue
TECHO ASCENSOR	1200	32400	No	TECHO MAQUINAS	No	0	Blue
Story12	2600	31200	Yes	None	No	0	Green
Story11	2600	28600	No	Story12	No	0	Cyan
Story10	2600	26000	No	Story12	No	0	Red
Story9	2600	23400	No	Story12	No	0	Magenta
Story8	2600	20800	No	Story12	No	0	Yellow
Story7	2600	18200	No	Story12	No	0	Black
Story6	2600	15600	Yes	None	No	0	Blue
Story5	2600	13000	No	Story6	No	0	Green
Story4	2600	10400	No	Story6	No	0	Cyan
Story3	2600	7800	No	Story6	No	0	Red
Story2	2600	5200	No	Story6	No	0	Magenta
Story1	2600	2600	No	None	No	0	Black

Note: Right Click on Grid for Options

Figura 16. Altura de entrepisos por cada nivel en ETABS V. 2018.

c. Asignación de propiedades de los materiales

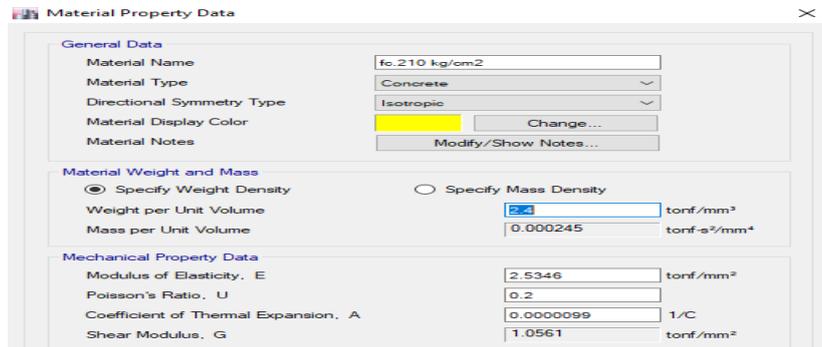


Figura 17. Propiedades mecánicas de los materiales.

d. Creación de las secciones transversales de los muros dúctiles y losa maciza.

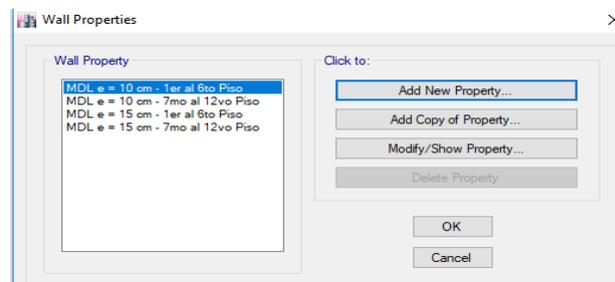


Figura 18. Secciones de muros dúctiles del inmueble multifamiliar.

e. Vista en planta.

f. La siguiente imagen muestra los detalles de espesor y longitud de los muros con ductilidad limitada

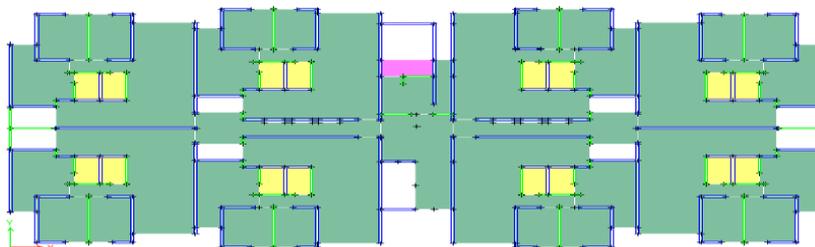


Figura 19. Vista en planta del modelamiento del edificio en ETABS V. 2018.

g. Vista 3D

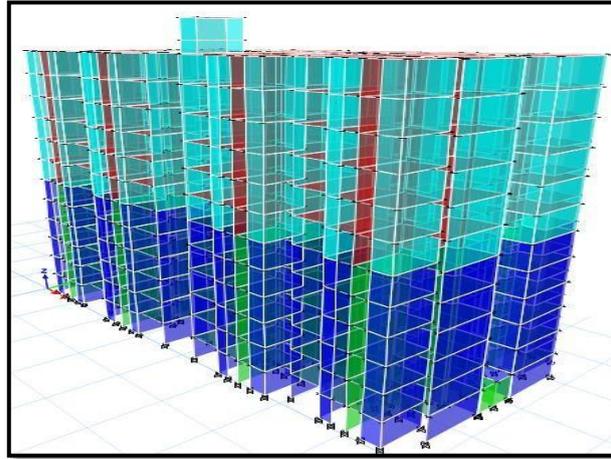


Figura 20. Vista en 3D del modelamiento del edificio en ETABS V. 2018.

4.1.3. Desarrollo del análisis lineal estático

El propósito de este análisis en ETABS V. 2018. es obtener el desplazamiento máximo y las derivas entrepisos de los edificios multifamiliares mencionadas anteriormente, y luego comparar los resultados con los resultados indicados por la norma sísmica E.030, por lo que la ductilidad última máxima del sistema de muro de ductilidad limitada. El desplazamiento lateral de máximo será de 0,005.

Tabla 11. Deriva máxima

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

Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

Por lo tanto, para el análisis estático lineal, se consideran todos los parámetros sísmicos estándar y el factor de reducción de la deriva inelástica de 0, 75.

a) **Parámetros sísmicos.**

- ❖ Zonificación: De acuerdo con la norma sísmica E.030, indica que según el área del edificio (riesgo sísmico) se considera el factor de área "Z". Por lo tanto, $Z = 0.45$ porque el edificio está ubicado en Lima.

Tabla 12. Factores de zona "Z".

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



Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

b) **Condiciones geotécnicas para tipo de suelo S1.**

- ❖ **Perfil Tipo S1:** Según el estudio de mecánica del suelo realizado a los edificios multifamiliares de 12 y 15 niveles. se determinó que el suelo era grava arenosa. Por tanto, de acuerdo con la norma E.030 el suelo es tipo S1. Ubicados en suelos intermedios.

1. **Parámetros sitio.**

- ❖ **Factor ampliación del suelo (S):** Según el perfil de suelo encontrado y el factor de área de proyecto obtenido a través de la norma E.030, el factor de ampliación del suelo se puede encontrar en la Tabla 13. Por lo tanto, $S = 1.00$

Tabla 13. Factor de suelo "S".

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

- ❖ **Periodos T_p , T_L :** De acuerdo al perfil del suelo Tipo S1 (Suelos intermedios), se encuentra en la Tabla 14 los periodos T_p , T_L . Por lo tanto, $T_p = 0.4$ y $T_L = 2.5$

Tabla 14. Periodos de vibración T_p y T_L

PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

2. Categoría de la Edificación y Factor Uso (U).

De acuerdo con la norma sísmica E.030 de la Tabla 15, el edificio será de categoría "C" y el coeficiente de uso "U" será 1.0 por tratarse de una vivienda multifamiliar.

Tabla 15. Categorías de la edificación y factor uso.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0

Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

3. Coeficiente básico de Reducción de Fuerzas (R_0). Según la Tabla 16, para edificaciones de Concreto Armado (Muros de ductilidad limitada), $R_0 = 4$.

Tabla 16. Factores reducción para sistemas estructurales

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

Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

4. Factores de irregularidad

Según tabla n°17 y de acuerdo con el factor zona y la categoría de la edificación, para un sistema Regular continuo $I_a = 1.00$ y $I_p = 0.90$. Por lo tanto, no existen irregularidades extremas.

Tabla 17. Regularidades de acuerdo a la categoría de edificación.

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Norma Sismorresistente E.030.

5. Coeficiente de reducción de las Fuerzas (R)

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Por lo tanto, $R = 4 * 1 * 0.9 = 3.6$

Donde:

I_a : Irregularidad en altura.

I_p : Irregularidad en planta.

R_0 : Coeficiente de reducción de fuerzas.

6. Periodo Fundamental de Vibración (T)

De acuerdo con la norma sismo resistente E.030, para edificios con ductilidad limitada, $C_t = 60$, por lo que el período natural es:

Por lo tanto,

Para edificio de 12 niveles tenemos:

$$T(s) = \frac{31.2}{60} = 0.52$$

Para edificio de 15 niveles tenemos:

$$T(s) = \frac{39}{60} = 0.65$$

Donde:

Ht: Altura total del edificio

Ct: Coeficiente para muros de ductilidad limitada

7. Factor de amplificación sísmica

Según la norma E.030 deberá cumplirse la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Por lo tanto, para un suelo S₁

Edificio de 12 niveles

$$\frac{2.08}{3.6} = 0.5780.125 \text{ cumple}$$

Edificio de 15 niveles

$$\frac{1.6}{3.6} = 0.458 \geq 0.125$$

Donde:

C: Factor de amplificación sísmica

R: Coeficiente de reducción de fuerzas

Definición de los parámetros

$$T < T_p \dots\dots\dots C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \dots\dots\dots C = 2.5 (T_p/T)$$

$$T > T_L \dots\dots\dots C = 2.5 (T_p \cdot T_L / T^2)$$

C. Condiciones geotécnicas para un tipo de suelo S3

Perfil Tipo S3: Suelo S3, Corresponde al tipo de suelo flexible cuya velocidad de propagación de la onda de corte es V e inferior o igual a 180 m / s.

1. Parámetros sitio.

❖ **Factor ampliación del suelo (S):** De acuerdo con el perfil de suelo encontrado y el factor de área del proyecto obtenido a través de la norma E.030, el factor de amplificación del suelo se puede encontrar en la Tabla 13. Por tanto, $S = 1,10$

❖ **Periodos T_p , T_L :** De acuerdo con el tipo de perfil de suelo S1 (suelo medio), el ciclo, T_L se muestra en la Tabla 14. Por lo tanto, $T_p = 1.0$ y $T_L = 1.6$

2. Categoría de la Edificación y Factor Uso (U).

De acuerdo con la norma sísmica E.030 de la Tabla 15, el edificio será de categoría "C" y el coeficiente de uso "U" será 1.0 por tratarse de una vivienda multifamiliar.

Coefficiente básico de Reducción de Fuerzas (R₀). Según la Tabla 16, para edificaciones de Concreto Armado (Muros de ductilidad limitada), $R_0 = 4$.

3. Factores de irregularidad

Según la Tabla 17 y de acuerdo a la categoría de la edificación y el factor zona para un sistema Regular continuo $I_a = 1.00$ y $I_p = 0.90$. Por lo tanto, no existen irregularidades extremas.

4. Coeficiente de reducción de las Fuerzas (R)

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$\text{Por lo tanto, } R = 4 * 1 * 0.9 = 3.6$$

Donde:

I_a : Irregularidad en altura.

I_p : Irregularidad en planta.

R_0 : Coeficiente de reducción de fuerzas.

5. Periodo Fundamental de Vibración (T)

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

$$T(s) = Ht / C_t$$

Por lo tanto,

Para edificio de 12 niveles tenemos:

$$T(s) = \frac{31.2}{60} = 0.52$$

Para edificio de 15 niveles tenemos:

$$T(s) = \frac{39}{60} = 0.65$$

Donde:

Ht: Altura total del edificio

Ct: Coeficiente para muros de ductilidad limitada

7. Factor de amplificación sísmica

Según la norma E.030 deberá cumplirse la siguiente ecuación:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125$$

Por lo tanto, para un suelo S₃

Edificio de 12 niveles

$$\frac{2.5}{3.6} = 0.694 \geq 0.125 \quad \text{cumple}$$

Edificio de 15 niveles

$$\frac{2.5}{3.6} = 0.694 \geq 0.125 \quad \text{cumple}$$

Donde:

C: Factor de amplificación sísmica

R: Coeficiente de reducción de fuerzas

Definición de los parámetros

$$T < T_p \dots\dots\dots C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \dots\dots\dots C = 2.5 (T_p/T)$$

$$T > T_L \dots\dots\dots C = 2.5 (T_p \cdot T_L / T^2)$$

D. Combinación de cargas

En el análisis estático, se consideraron las siguientes combinaciones de carga según ACI 318-14 y se consideró el uso de sismos estáticos en diferentes direcciones (X, Y).

Tabla 18. 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
$U = 1.2 D + 1.0 W + 1.0 L + 0.5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$	W
$U = 1.2 D + 1.0 E + 1.0 L + 0.2 S$	E
$U = 0.9 D + 1.0 W$	W
$U = 0.9 D + 1.0 E$	E

Fuente: ACI 318-14

4.1. 4 Modelamiento del edificio de 12 niveles.

➤ **Análisis estático lineal**

Se aplica como carga muerta, considerando que no se considera el peso de la estructura en sí, porque lo calcula el programa, por lo que no se considera el peso de la estructura en sí, por lo que se suma el acabado del piso de cada piso para dividir el muro. La pared se utiliza como carga estática. Por tanto, el valor de cada piso es de 310 kg / m². Para la carga viva, dado que la estructura se utiliza en apartamentos inmobiliarios, se considera que es de 200 kg / m². Del mismo modo, para las cargas vivas del techo, solo se consideran 100 k g / m² en la última etapa

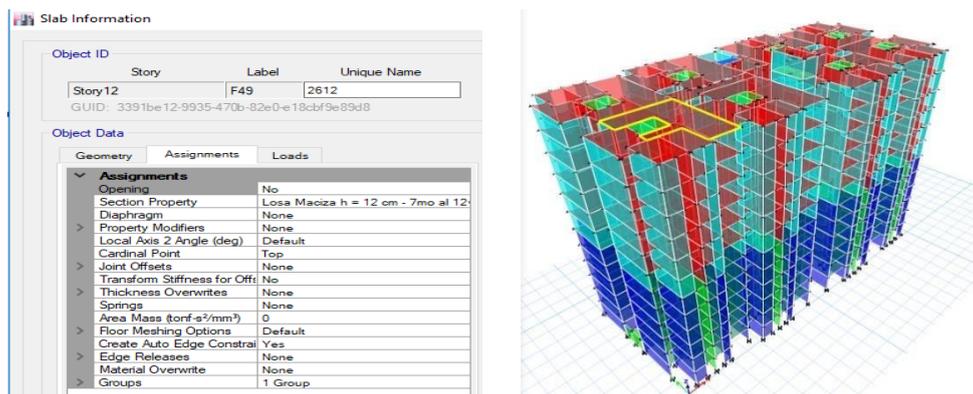


Figura 21. Detalle de distribución de carga viva y carga muerta por piso

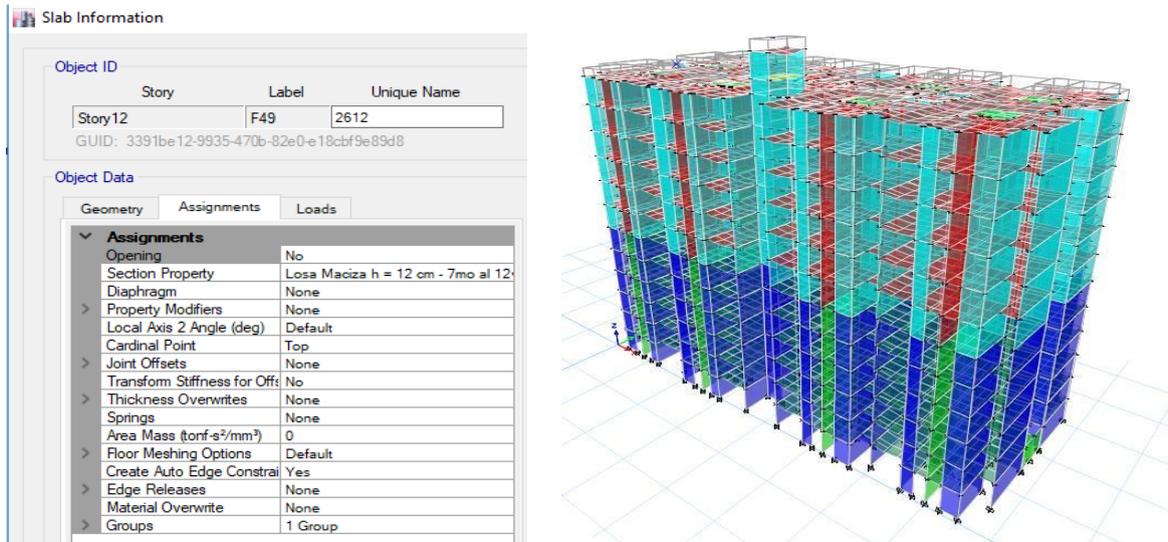


Figura 22. Detalle de distribución de carga viva de techo y carga muerta en el último piso.

Asimismo, para el cálculo del peso sísmico efectivo, de acuerdo con la norma E.030, solo se considerará el 25% de la carga viva de los edificios "C".

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

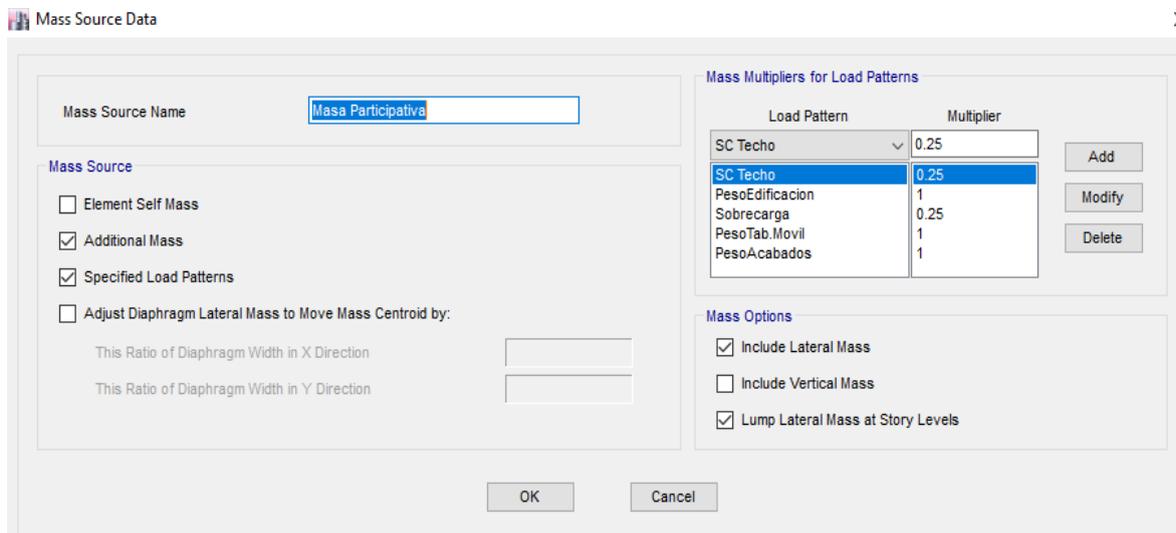


Figura 23. Peso sísmico efectivo.

l) Diafragmas

Aplique un tipo de diafragma a todos los pisos de un edificio multifamiliar para el análisis correspondiente.

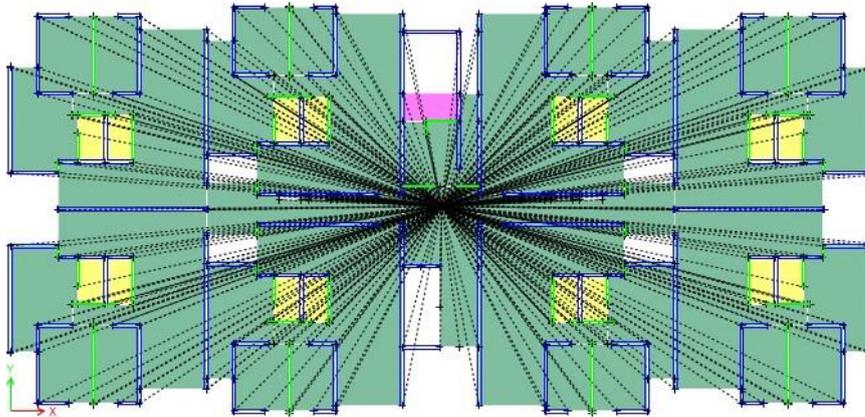


Figura 24. Definición de los diafragmas.

m) Periodos modales

Considere que el tiempo máximo "T" es 0.283 segundos. Por tanto, el factor de amplificación sísmica C será 2,5. Dado que, primero considere el punto

Tabla 19. Periodos modales de vibración según el ETABS V. 2018.

Case	Mode	Periodo (seg)
Modal	1	0.481
Modal	2	0.463
Modal	3	0.435
Modal	4	0.116
Modal	5	0.108
Modal	6	0.1
Modal	7	0.053
Modal	8	0.047
Modal	9	0.044
Modal	10	0.035
Modal	11	0.034
Modal	12	0.031
Modal	13	0.028
Modal	14	0.027
Modal	15	0.024
Modal	16	0.02

Fuente: Elaboración propia

n) Distribución de masas por piso

Tabla 20. Distribución de masas por nivel según el ETABS V. 2018.

N° de Pesos	Peso (Ton)
Cuarto de maquinas	7.82
techo ascensor	7.80
Piso 12	633.85
Piso 11	648.40
Piso 10	648.40
Piso 9	648.40
Piso 8	648.40
Piso 7	648.40
Piso 6	648.41
Piso 5	648.41
Piso 4	648.41
Piso 3	648.41
Piso 2	648.41
Piso 1	654.90
Peso total	7788.45

Fuente: Elaboración propia

o) Cortante basal estático

Se expresa mediante la siguiente fórmula, para la cual se consideran los siguientes parámetros estándar.

$$Vt = \frac{ZUCS}{R} * Pt$$

Por lo tanto, para un suelo S1.

$$Vt = \frac{ZUCS}{R} * Pt = 0.25988 * 7788.45 = 2024.06 \text{ Tn}$$

Por lo tanto, para un suelo S3.

$$Vt = \frac{ZUCS}{R} * Pt = 0.34375 * 7788.45 = 2677.28 \text{ Tn}$$

p) Distribución de la cortante basal por cada nivel.

$$V_i = \frac{H_i * P_i}{\sum H_i * P_i} * V$$

➤ resultados calculados con el tipo de suelo S1

Z = 0.45	U = 1.00	S = 1.00
Tp = 0.40	T _L = 2.50	R = 3.60

➤ resultados calculados con el tipo de suelo S3

Z = 0.45	U = 1.00	S = 1.10
Tp = 1.00	T _L = 1.60	R = 3.60

Tabla 21. Cortante basal estático por piso para S1 y S3

N° de pisos	Pi (Ton)	hi (m)	Pi*(hi) (Ton.m)	(S1) Fi (Ton)	(S3) Fi (Ton)
Techo Maquinas	7.82	34.5	269.69	4.15	3.95
Techo Ascensor	7.80	32.4	252.68	3.89	3.66
Piso 12	633.85	31.2	19 776.07	304.20	402.16
Piso 11	648.40	28.6	18 544.29	285.25	377.85
Piso 10	648.40	26.0	16 858.45	259.32	343.50
Piso 9	648.40	23.4	15 172.60	233.39	309.15
Piso 8	648.40	20.8	13 486.76	207.46	274.80
Piso 7	648.40	18.2	11 800.91	181.53	240.45
Piso 6	648.41	15.6	10 115.26	155.60	206.11
Piso 5	648.41	13.0	8 429.39	129.66	171.76
Piso 4	648.41	10.4	6 743.51	103.73	137.40
Piso 3	648.41	7.8	5 057.63	77.80	103.05
Piso 2	648.41	5.2	3 371.75	51.87	68.70
Piso 1	654.90	2.6	1 702.75	26.19	34.73
Base	7788.45		131 581.75	2 024.03	2 677.28

Fuente: Elaboración propia.

q) Desplazamientos máximos

❖ Para sismos estáticos en dirección X-X (mm)

Tabla 22. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal estático

Story	Load Case/Combo	Directio	Maximui	Average	Ratio
TECHO MAQUINAS	Sismo Estatico X-X	X	31.396	31.376	1.001
TECHO ASCENSOR	Sismo Estatico X-X	X	29.404	29.4	1
Story12	Sismo Estatico X-X	X	28.405	28.316	1.003
Story11	Sismo Estatico X-X	X	25.886	25.79	1.004
Story10	Sismo Estatico X-X	X	23.257	23.158	1.004
Story9	Sismo Estatico X-X	X	20.52	20.42	1.005
Story8	Sismo Estatico X-X	X	17.695	17.598	1.006
Story7	Sismo Estatico X-X	X	14.823	14.732	1.006
Story6	Sismo Estatico X-X	X	11.962	11.881	1.007
Story5	Sismo Estatico X-X	X	9.181	9.112	1.008
Story4	Sismo Estatico X-X	X	6.559	6.504	1.008
Story3	Sismo Estatico X-X	X	4.192	4.154	1.009
Story2	Sismo Estatico X-X	X	2.197	2.175	1.01
Story1	Sismo Estatico X-X	X	0.714	0.705	1.012

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje (07) del plano arquitectónico del inmueble.

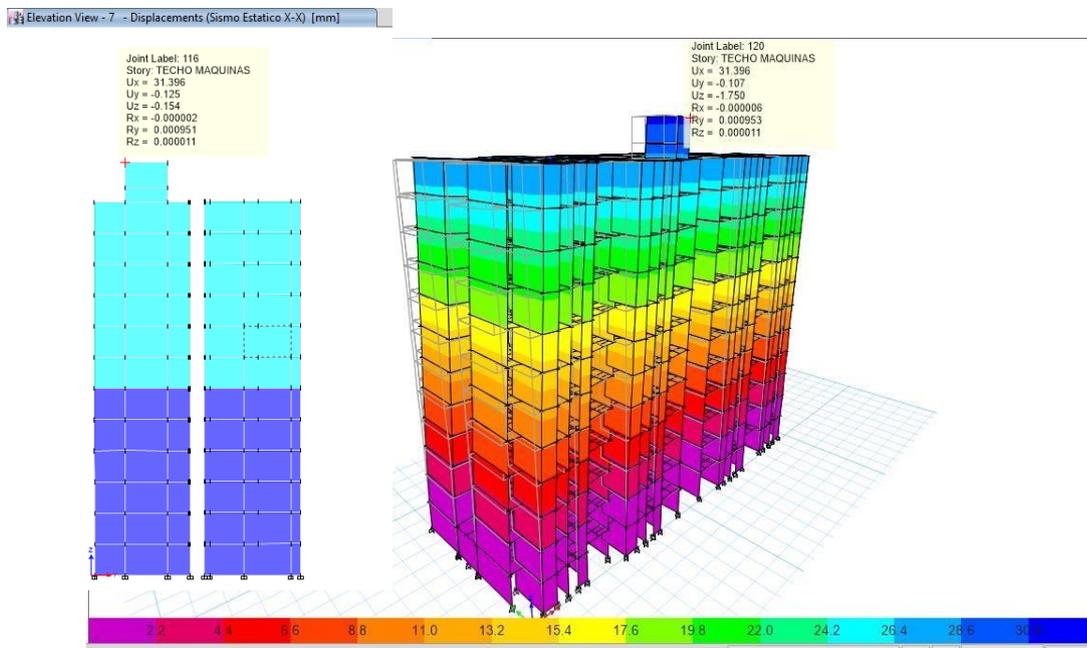


Figura 25. Desplazamientos máximos en el eje “07” según el análisis lineal estático

❖ Para sismos estáticos en dirección Y-Y (mm).

Tabla 23. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

TABLE: Story Max/Avg Displacements					
Story	Load Case/Combo	Directio	Maximum	Average	Ratio
TECHO MAQUINAS	Sismo Estatico Y-Y	Y	28.478	28.26	1.008
TECHO ASCENSOR	Sismo Estatico Y-Y	Y	26.57	26.362	1.008
Story12	Sismo Estatico Y-Y	Y	30.164	25.493	1.183
Story11	Sismo Estatico Y-Y	Y	27.305	23.082	1.183
Story10	Sismo Estatico Y-Y	Y	24.359	20.596	1.183
Story9	Sismo Estatico Y-Y	Y	21.331	18.041	1.182
Story8	Sismo Estatico Y-Y	Y	18.245	15.436	1.182
Story7	Sismo Estatico Y-Y	Y	15.143	12.817	1.181
Story6	Sismo Estatico Y-Y	Y	12.089	10.238	1.181
Story5	Sismo Estatico Y-Y	Y	9.157	7.762	1.18
Story4	Sismo Estatico Y-Y	Y	6.434	5.459	1.178
Story3	Sismo Estatico Y-Y	Y	4.022	3.419	1.176
Story2	Sismo Estatico Y-Y	Y	2.044	1.743	1.173
Story1	Sismo Estatico Y-Y	Y	0.637	0.547	1.165

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje “D” del plano arquitectónico del inmueble.



Figura 26. Desplazamientos máximos en el eje “D” según el análisis lineal estático

r) Derivas inelásticas de entre piso

Deriva elástica

$$\Delta e = \frac{\Delta i - \Delta i - 1}{h_i - h_{i-1}}$$

Deriva inelástica

$$\Delta = 0.75 * R * \Delta e$$

Tabla 24. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis Estático lineal										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				Derivas Δ Limite (%)
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	
C. maquinas	34.5	28.478	0.00081	0.00220	0.220	41.234	0.00125	0.00338	0.338	0.5
C. ascensor	32.4	26.57	0.00080	0.00217	0.217	38.62	0.001243	0.00336	0.336	0.5
12	31.2	30.164	0.00080	0.00215	0.215	37.329	0.001277	0.00345	0.345	0.5
11	28.6	27.305	0.00083	0.00224	0.224	34.025	0.001331	0.00359	0.359	0.5
10	26	24.359	0.00086	0.00232	0.232	30.573	0.001385	0.00374	0.374	0.5
9	23.3	21.331	0.00088	0.00238	0.238	26.973	0.001431	0.00386	0.386	0.5
8	20.8	18.245	0.00089	0.00239	0.239	23.254	0.001455	0.00393	0.393	0.5
7	18.2	15.143	0.00088	0.00236	0.236	19.47	0.001449	0.00391	0.391	0.5
6	15.6	12.089	0.00084	0.00227	0.227	15.703	0.001408	0.00380	0.380	0.5
5	13	9.157	0.00079	0.00212	0.212	12.043	0.001325	0.00358	0.358	0.5
4	10.4	6.434	0.00070	0.00190	0.190	8.598	0.001193	0.00322	0.322	0.5
3	7.8	4.022	0.00059	0.00158	0.158	5.496	0.001003	0.00271	0.271	0.5
2	5.2	2.044	0.00043	0.00117	0.117	2.888	0.000745	0.00201	0.201	0.5
1	2.6	0.637	0.00021	0.00055	0.055	0.95	0.000365	0.00099	0.099	0.5

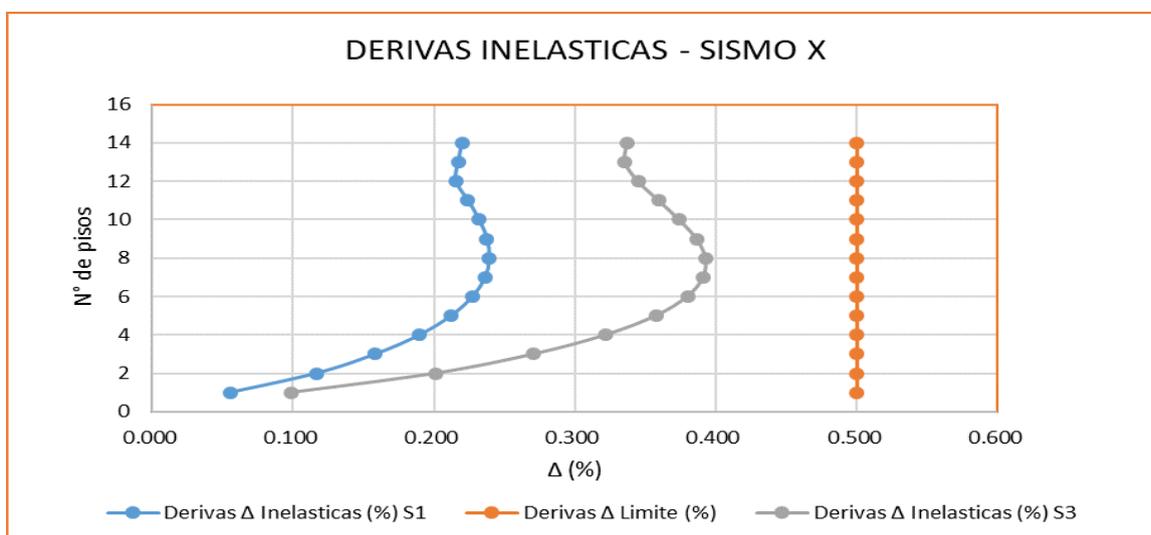


Figura 27. Representación gráfica de las derivas en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Interpretación

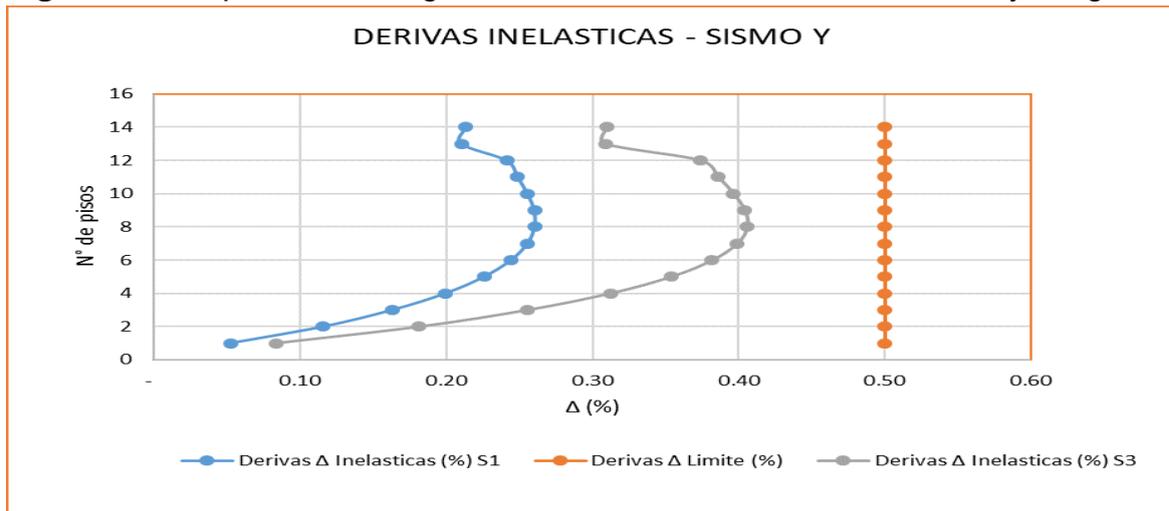
Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 12 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 2.39 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 52.2% a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 3.93 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 21.4%. lo cual indica que con el tipo de suelo S3 la deriva máxima en el eje X esta un 30.8 % por encima de la deriva máxima con el tipo de suelo S1.

Tabla 25. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis estatico lineal.										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				Derivas Δ Limite (%)
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	
C. maquinas	34.5	28.478	0.00079	0.00213	0.21	35.801	0.001146	0.00309	0.31	0.5
C. ascensor	32.4	26.57	0.000779	0.00210	0.21	33.395	0.001144	0.00309	0.31	0.5
12	31.2	30.164	0.000894	0.00241	0.24	37.874	0.001385	0.00374	0.37	0.5
11	28.6	27.305	0.000922	0.00249	0.25	34.272	0.001429	0.00386	0.39	0.5
10	26	24.359	0.000947	0.00256	0.26	30.558	0.001468	0.00396	0.40	0.5
9	23.3	21.331	0.000964	0.00260	0.26	26.74	0.001496	0.00404	0.40	0.5
8	20.8	18.245	0.000965	0.00261	0.26	22.849	0.001503	0.00406	0.41	0.5
7	18.2	15.143	0.000947	0.00256	0.26	18.942	0.001477	0.00399	0.40	0.5
6	15.6	12.089	0.000905	0.00244	0.24	15.102	0.001414	0.00382	0.38	0.5
5	13	9.157	0.000837	0.00226	0.23	11.425	0.00131	0.00354	0.35	0.5
4	10.4	6.434	0.000739	0.00200	0.20	8.018	0.001156	0.00312	0.31	0.5
3	7.8	4.022	0.000604	0.00163	0.16	5.012	0.000946	0.00255	0.26	0.5
2	5.2	2.044	0.000429	0.00116	0.12	2.553	0.000672	0.00181	0.18	0.5
1	2.6	0.637	0.000194	0.00052	0.05	0.807	0.00031	0.00084	0.08	0.5

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Representación gráfica de las derivas en la dirección “y” según el



análisis lineal estático

Interpretación

Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 12 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “Y” llega a una deriva máximo de 2.6 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 48 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “Y” llega a una deriva máximo de 4.1 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 18 %. lo cual indica que con el tipo de suelo S3 la deriva máxima en el eje Y esta un 30 % por encima de la deriva máxima con el tipo de suelo S1.

➤ **Desarrollo del análisis lineal dinámico**

De acuerdo con el artículo N° 18 de la norma E.030, para el análisis dinámico se utiliza un espectro de diseño, que corresponde a la demanda sísmica como sismo de diseño.

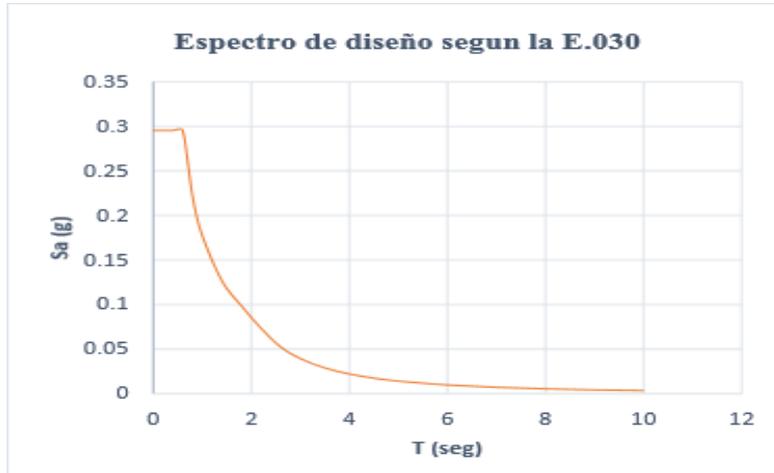


Figura 29: Espectro de diseño según la norma E.030.

A continuación, en la Tabla 23 se muestra los periodos de vibración hasta 12 segundos.

Tabla 26. Rango de periodos de vibración.

	T	C	ZUCS/R
T < Tp	0	2.50	0.313
	0.01	2.50	0.313
	0.02	2.50	0.313
	0.04	2.50	0.313
	0.06	2.50	0.313
Tp < T < Tc	0.08	2.50	0.313
	0.1	2.50	0.313
	0.4	2.50	0.313
	0.6	1.67	0.208
	1	1.00	0.125
	1.4	0.71	0.089
	1.6	0.63	0.078
	1.8	0.56	0.069
T > Tc	2	0.50	0.063
	2.5	0.40	0.050
	3	0.28	0.035
	3.5	0.20	0.026
	4	0.16	0.020
	4.5	0.12	0.015
	5	0.10	0.013
	6	0.07	0.009
	7	0.05	0.006
	8	0.04	0.005
	9	0.03	0.004
	10	0.03	0.003
11	0.02	0.003	
12	0.02	0.002	

Fuente: Elaboración propia.

a) Aceleración espectral (S_{ax} , S_{ay}) El espectro pseudo de aceleraciones se calculó mediante la siguiente formula.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Sin embargo, para la aceleración de $9,81 \text{ m/s}^2$ y $T_p = 0,6$ segundos, y considerando también $C \leq 2,5$, la aceleración espectral se dibuja de acuerdo con la dirección

del movimiento sísmico y el período de vibración correspondiente, y se puede obtener la siguiente curva de aceleración.

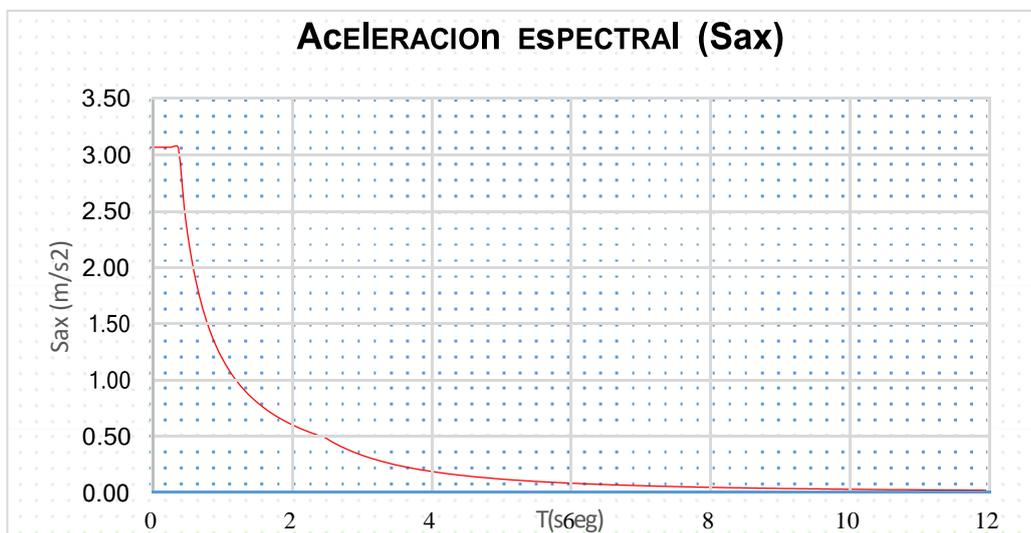


Figura 30. Aceleración espectral en la dirección "x".

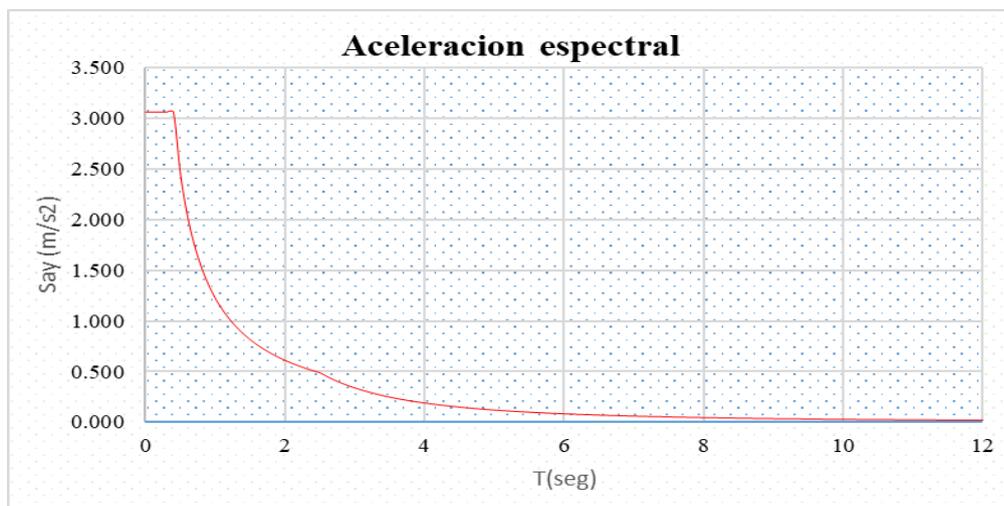


Figura 31. Aceleración espectral en la dirección "y".

b) Desplazamientos máximos

❖ Para sismos dinámico EQ-XX en la dirección “x”

Tabla 27. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

TABLE: Story Max/Avg Displacements						
Story	Load Case/Combo	Directio	Maximui	Average	Ratio	
TECHO MAQ	Sismo Dinamico X-X Max	X	24.564	24.212	1.015	
TECHO ASCE	Sismo Dinamico X-X Max	X	22.876	22.575	1.013	
Story12	Sismo Dinamico X-X Max	X	22.461	21.736	1.033	
Story11	Sismo Dinamico X-X Max	X	20.398	19.75	1.033	
Story10	Sismo Dinamico X-X Max	X	18.257	17.687	1.032	
Story9	Sismo Dinamico X-X Max	X	16.041	15.549	1.032	
Story8	Sismo Dinamico X-X Max	X	13.771	13.358	1.031	
Story7	Sismo Dinamico X-X Max	X	11.482	11.145	1.03	
Story6	Sismo Dinamico X-X Max	X	9.221	8.957	1.03	
Story5	Sismo Dinamico X-X Max	X	7.042	6.846	1.029	
Story4	Sismo Dinamico X-X Max	X	5.004	4.87	1.028	
Story3	Sismo Dinamico X-X Max	X	3.18	3.099	1.026	
Story2	Sismo Dinamico X-X Max	X	1.655	1.616	1.024	
Story1	Sismo Dinamico X-X Max	X	0.532	0.521	1.021	

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje “7” del plano arquitectónico del inmueble.

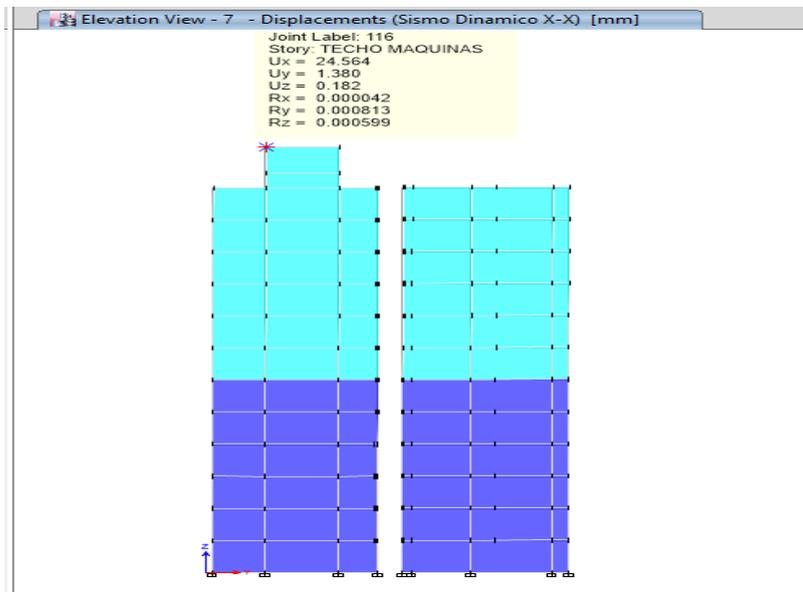


Figura 32. Desplazamientos máximos en el eje “7” según el análisis lineal dinámico

❖ Para sismos dinámico EQ-YY en la dirección “y”

Tabla 28. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum	Average	Ratio
TECHO MAQUINARIA	Sismo Dinámico Y	Y	23.075	22.936	1.006
TECHO ASCENSORES	Sismo Dinámico Y	Y	21.461	21.305	1.007
Story12	Sismo Dinámico Y	Y	24.238	22.229	1.09
Story11	Sismo Dinámico Y	Y	21.921	20.098	1.091
Story10	Sismo Dinámico Y	Y	19.533	17.902	1.091
Story9	Sismo Dinámico Y	Y	17.08	15.648	1.091
Story8	Sismo Dinámico Y	Y	14.584	13.357	1.092
Story7	Sismo Dinámico Y	Y	12.083	11.062	1.092
Story6	Sismo Dinámico Y	Y	9.628	8.812	1.093
Story5	Sismo Dinámico Y	Y	7.281	6.661	1.093
Story4	Sismo Dinámico Y	Y	5.107	4.672	1.093
Story3	Sismo Dinámico Y	Y	3.189	2.916	1.093
Story2	Sismo Dinámico Y	Y	1.619	1.481	1.093
Story1	Sismo Dinámico Y	Y	0.504	0.462	1.092

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje “D” del plano arquitectónico del inmueble



Figura 33. Desplazamientos máximos en el eje “J” según el análisis lineal dinámico.

b) Cortante basal dinámica

Tabla 29. Cortante dinámica máxima en la base del edificio

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
Story3	Sismo Dinámico X-X Max	Bottom	0.0002	1387.9616	52.0536	14892290.96	926166.54	23595182.17
Story2	Sismo Dinámico X-X Max	Bottom	0.0002	1423.9076	52.6941	15230880.76	1063091.55	27129751.36
Story1	Sismo Dinámico X-X Max	Bottom	0.0002	1440.1609	52.8945	15379191.56	1200547.95	30723745.28

En resumen, se puede ver que cuando se aplica el terremoto EQ-XX, la fuerza de corte dinámica en la dirección "x" es mayor que la fuerza de corte en el eje "y". De manera similar, para el terremoto EQ-YY, la fuerza cortante en el eje "y" es mayor que la fuerza cortante en el eje "x".

Tabla 30. Cortante dinámica en la base en ambas direcciones.

Suelo S1		Suelo S 3	
EQ-XX	EQ-YY	EQ-XX	EQ-YY
VX = 1440.16 Tn	VX = 52.89 Tn	VX = 1823.52 Tn	VX = 59.51 Tn
VY = 52.90 Tn	VY = 1574.83 Tn	VY = 59.51 Tn	VY = 1851.30 Tn

Elaboración: Fuente propia.

E. Distribución de las fuerzas sísmicas

- ❖ Cortantes dinámicas para sismos EQ-XX en la dirección “x”.

Tabla 31. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “X”.

Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “x”.					
		SUELO S1		SUELO S3	
Nº de pisos	altura (m)	Vx(Tn)	Vy (Tn)	Vx(Tn)	Vy (Tn)
C. maquinas	34.5	5.60	0.13	6.34	0.14
C. ascensor	32.4	10.47	0.30	12.19	0.34
12	31.2	226.36	7.53	278.44	8.51
11	28.6	464.15	16.45	579.35	18.58
10	26	658.77	24.37	831.16	27.51
9	23.3	820.61	31.27	1,043.88	35.29
8	20.8	957.57	37.14	1,224.76	41.90
7	18.2	1,075.19	41.99	1,378.85	47.35
6	15.6	1,176.43	45.85	1,508.86	51.67
5	13	1,262.51	48.76	1,616.40	54.91
4	10.4	1,333.46	50.79	1,702.03	57.18
3	7.8	1,387.96	52.05	1,765.45	58.58
2	5.2	1,423.91	52.69	1,805.80	59.30
1	2.6	1,440.16	52.89	1,823.52	59.52
cimentacion	0	0	0	0	0

Elaboración: Fuente propia.

❖ Cortantes dinámicas para sismos EQ-YY en la dirección “y”

Tabla 32. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “y”.

Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “y”.					
N° de pisos	altura (m)	SUELO S1		SUELO S3	
		Vx(Tn)	Vy (Tn)	Vx(Tn)	Vy (Tn)
C. maquinas	34.5	0.06	3.94	0.06	4.49
C. ascensor	32.4	0.12	8.97	0.13	10.31
12	31.2	7.05	249.50	7.93	290.03
11	28.6	15.68	512.50	17.65	599.73
10	26	23.44	728.56	26.39	856.52
9	23.3	30.29	909.55	34.11	1,072.79
8	20.8	36.21	1,062.85	40.77	1,256.09
7	18.2	41.16	1,193.27	46.35	1,411.35
6	15.6	45.17	1,303.80	50.85	1,541.74
5	13	48.26	1,395.83	54.31	1,648.90
4	10.4	50.48	1,469.47	56.79	1,733.33
3	7.8	51.90	1,524.07	58.39	1,794.94
2	5.2	52.66	1,559.08	59.23	1,833.88
1	2.6	52.90	1,574.83	59.51	1,851.30
cimentacion	0	0	0	0	0

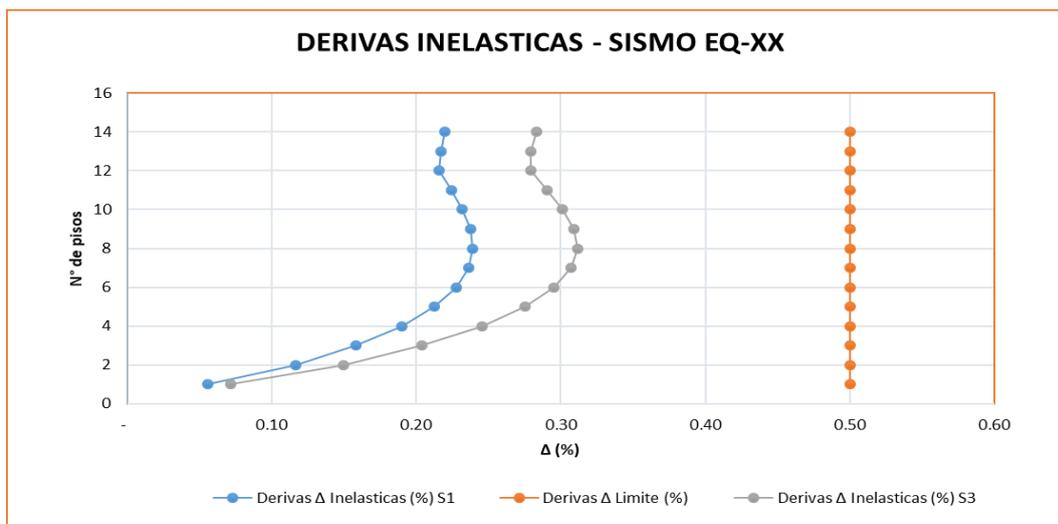
Elaboración: Fuente propia.

Tabla 33. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis dinámico lineal										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	Derivas Δ Limite (%)
C. maquinas	34.5	28.478	0.00081	0.00220	0.22	31.745	0.001049	0.00283	0.28	0.5
C. ascensor	32.4	26.57	0.00080	0.00217	0.22	29.564	0.001035	0.00279	0.28	0.5
12	31.2	30.164	0.00080	0.00215	0.22	29.166	0.001034	0.00279	0.28	0.5
11	28.6	27.305	0.00083	0.00224	0.22	26.489	0.001076	0.00291	0.29	0.5
10	26	24.359	0.00086	0.00232	0.23	23.706	0.001116	0.00301	0.30	0.5
9	23.3	21.331	0.00088	0.00238	0.24	20.821	0.001144	0.00309	0.31	0.5
8	20.8	18.245	0.00089	0.00239	0.24	17.863	0.001154	0.00312	0.31	0.5
7	18.2	15.143	0.00088	0.00236	0.24	14.879	0.001138	0.00307	0.31	0.5
6	15.6	12.089	0.00084	0.00227	0.23	11.933	0.001094	0.00295	0.30	0.5
5	13	9.157	0.00079	0.00212	0.21	9.097	0.00102	0.00275	0.28	0.5
4	10.4	6.434	0.00070	0.00190	0.19	6.452	0.000909	0.00245	0.25	0.5
3	7.8	4.022	0.00059	0.00158	0.16	4.094	0.000756	0.00204	0.20	0.5
2	5.2	2.044	0.00043	0.00117	0.12	2.131	0.000554	0.00150	0.15	0.5
1	2.6	0.637	0.00021	0.00055	0.06	0.692	0.000266	0.00072	0.07	0.5

Elaboración: Fuente propia.

Figura 34. Representación gráfica de las derivas en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.



Interpretación.

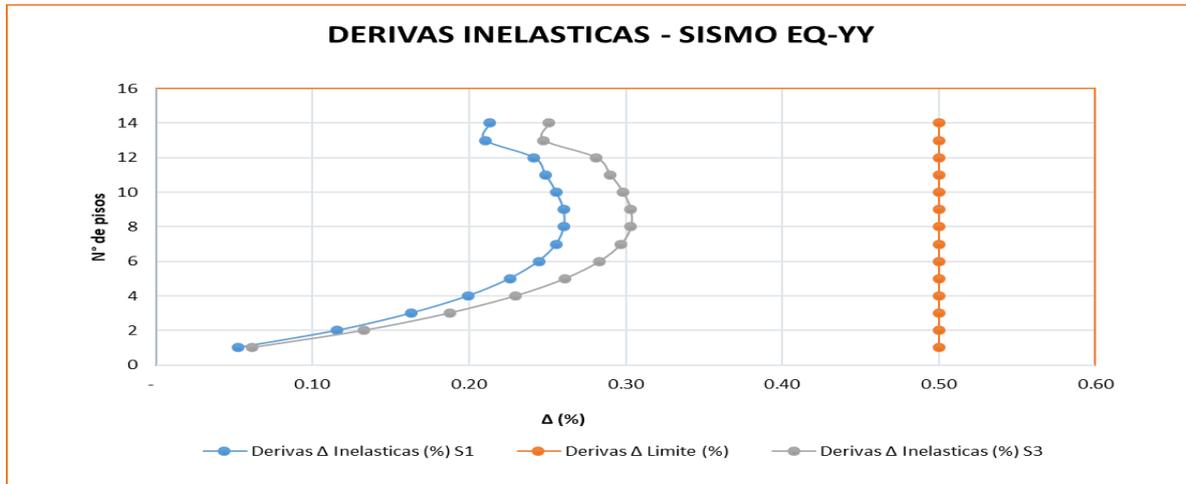
Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 12 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 2.4 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 52 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 3.1 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 38 %. lo cual indica que con el tipo de suelo S3 la deriva máxima en el eje X esta un 14 % por encima de la deriva máxima con el tipo de suelo S1.

Tabla 34. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico

Derivas de entrepiso en la dirección “Y” según el análisis dinámico lineal										
		tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				
Pisos	Altura	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	Derivas Δ Limite (%)
C. maquinas	34.5	28.478	0.00079	0.00213	0.21	26.965	0.00093	0.00251	0.25	0.5
C. ascensor	32.4	26.57	0.000779	0.00210	0.21	25.072	0.00092	0.00248	0.25	0.5
12	31.2	30.164	0.000894	0.00241	0.24	28.127	0.00104	0.00281	0.28	0.5
11	28.6	27.305	0.000922	0.00249	0.25	25.429	0.00107	0.00290	0.29	0.5
10	26	24.359	0.000947	0.00256	0.26	22.647	0.00110	0.00298	0.30	0.5
9	23.3	21.331	0.000964	0.00260	0.26	19.788	0.00112	0.00303	0.30	0.5
8	20.8	18.245	0.000965	0.00261	0.26	16.88	0.00112	0.00303	0.30	0.5
7	18.2	15.143	0.000947	0.00256	0.26	13.969	0.00110	0.00297	0.30	0.5
6	15.6	12.089	0.000905	0.00244	0.24	11.116	0.00105	0.00283	0.28	0.5
5	13	9.157	0.000837	0.00226	0.23	8.394	0.00097	0.00261	0.26	0.5
4	10.4	6.434	0.000739	0.00200	0.20	5.881	0.00085	0.00230	0.23	0.5
3	7.8	4.022	0.000604	0.00163	0.16	3.671	0.00069	0.00187	0.19	0.5
2	5.2	2.044	0.000429	0.00116	0.12	1.868	0.00049	0.00133	0.13	0.5
1	2.6	0.637	0.000194	0.00052	0.05	0.589	0.00023	0.00061	0.06	0.5

Elaboración: Fuente propia.

Figura 35. Representación gráfica de las derivas en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico



Interpretación.

Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 12 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “Y” llega a una deriva máximo de 2.6 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 48 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “Y” llega a una deriva máximo de 3 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 40 %. lo cual indica que con el tipo de suelo S3 la deriva máxima en el eje Y esta un 18 % por encima de la deriva máxima con el tipo de suelo S1.

➤ **Desarrollo del análisis estático no lineal Pushover**

Incluye desglosar la estructura del diseño. Por lo tanto, en este tipo de análisis se consideran directamente las características no lineales de la relación fuerza-deformación del material y se observa su respuesta inelástica. Asimismo, el proceso de análisis se representa gráficamente a través de la curva de capacidad para evaluar el funcionamiento de las viviendas multifamiliares en base a los indicadores anteriores, verificando así su diseño y estimando el desplazamiento máximo de la estructura. Por lo tanto, este tipo de análisis estático no lineal ayuda a ilustrar cómo funciona realmente la estructura a través de modos de falla y colapso progresivo simulado.

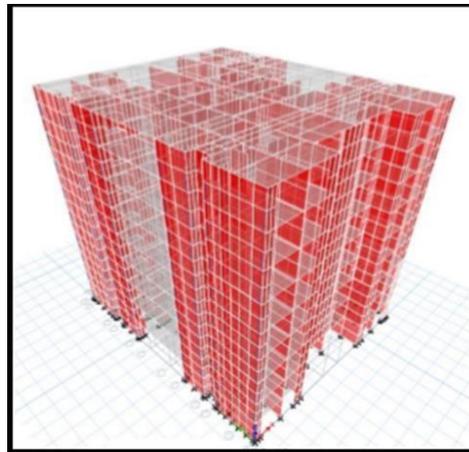


Figura 36. modelación en ETABS V.2018

▪ **Desarrollo de las curvas de capacidad**

Según el análisis de empuje (pushover), se observa que la curva de capacidad es de comportamiento lineal hasta que se obtienen la fuerza cortante en el fondo de 2377 toneladas y el desplazamiento lateral de 2.5 cm en el primer nivel. Sin embargo, a partir de este punto se muestra un gran aumento en el desplazamiento lateral y cizallamiento de cimentación de la estructura, que se debe a que la estructura pierde su rigidez en la zona plástica de sus elementos. Por tanto, cuando se aplica una fuerza cortante de 12 275,2 toneladas, la estructura alcanza su capacidad límite, produce un desplazamiento de 35,2 cm y colapsa.

Tabla 35. Cortante basal vs desplazamientos

SUELO S1		SUELO S3	
o (cm)	F (Ton)	o (cm)	F (Ton)
0.0	0.0	0.00	0.00
2.5	2,377.5	2.50	2,377.48
7.8	5,263.5	7.77	5,263.46
13.5	7,485.7	13.51	7,485.72
14.7	7,885.8	14.70	7,885.80
14.7	7,885.9	14.70	7,885.91
14.7	7,893.0	14.73	7,893.05
14.7	7,893.1	14.73	7,893.14
14.7	7,900.8	14.75	7,900.79
14.7	7,900.9	14.75	7,900.88
14.8	7,908.0	14.77	7,907.98
14.8	7,907.5	14.77	7,907.55
14.8	7,901.4	14.78	7,901.45
14.8	7,902.6	14.78	7,902.61
14.8	7,901.9	14.78	7,901.89
20.1	9,450.9	20.05	9,450.93
25.5	10,807.0	25.51	10,807.03
31.3	11,790.2	31.29	11,790.21
35.0	12,249.1	35.01	12,249.07
35.0	12,250.6	35.03	12,250.59
35.0	12,250.6	35.03	12,250.59
35.2	12,275.2	35.21	12,275.21

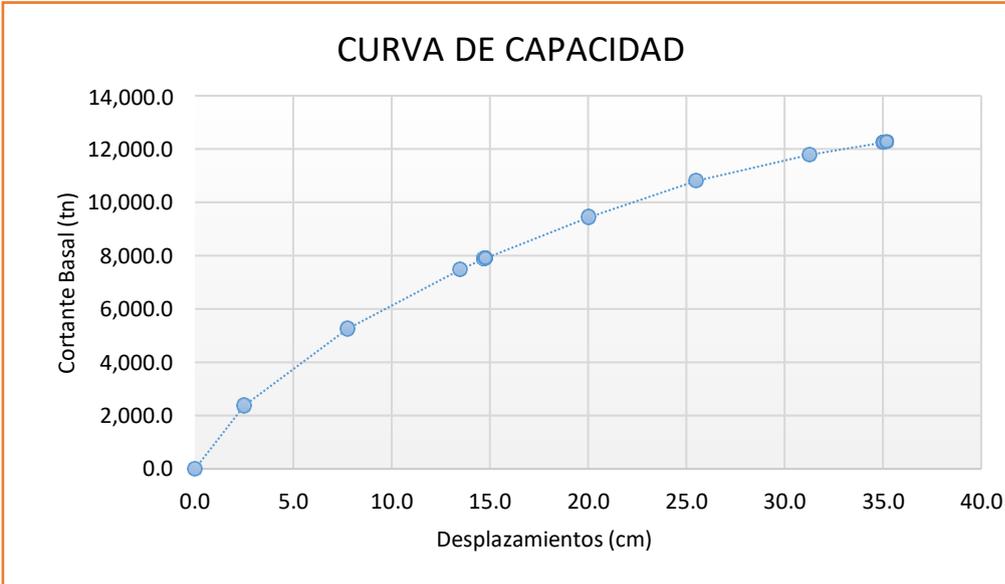


Figura 37. Curva de capacidad de esbeltez y longitud del muro H_w/l_w

Desarrollo del rango de demanda y rango de capacidad

Obtención del alcance de la demanda

El espectro sísmico de la norma sísmica peruana E.030 se deriva de la aceleración y período natural de la estructura. Por lo tanto, debe convertirse al formato S_a vs S_d (aceleración espectral y desplazamiento espectral). A continuación, según el tipo de terremoto (frecuencia, ocasional, raro y muy raro), el espectro de frecuencia sísmica se convertirá en el grado de daño que la estructura pueda causar.

Tabla 36. Niveles de demanda sísmica para Perú según la UBC.

Sismo	Nivel de demanda
Frecuente	0.20g
Ocasional	0.25g
Raro	0.40g
Muy raro	0.50g

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Aceleraciones espectrales de acuerdo a los niveles demanda sísmica.

ESPECTRO SISMICO DE ACELERACIONES							
NORMA SISMORRESISTENTE E-030				Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
T	C	ZUCS/R	Sa(g)	Sa1(g)	Sa2(g)	Sa3(g)	Sa4(g)
0	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.01	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.02	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.03	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.04	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.05	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.06	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.07	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.08	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.09	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.1	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.2	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.3	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.4	2.50	3.0646	3.0646	0.6129	0.7661	1.2258	1.5323
0.5	2.00	2.4517	2.4517	0.4903	0.6129	0.9807	1.2258
0.6	1.67	2.0431	2.0431	0.4086	0.5108	0.8172	1.0215

0.7	1.43	1.7512	1.7512	0.3502	0.4378	0.7005	0.8756
0.8	1.25	1.5323	1.5323	0.3065	0.3831	0.6129	0.7661
0.9	1.11	1.3620	1.3620	0.2724	0.3405	0.5448	0.6810
1	1.00	1.2258	1.2258	0.2452	0.3065	0.4903	0.6129
1.1	0.91	1.1144	1.1144	0.2229	0.2786	0.4458	0.5572
1.2	0.83	1.0215	1.0215	0.2043	0.2554	0.4086	0.5108
1.3	0.77	0.9429	0.9429	0.1886	0.2357	0.3772	0.4715
1.4	0.71	0.8756	0.8756	0.1751	0.2189	0.3502	0.4378
1.5	0.67	0.8172	0.8172	0.1634	0.2043	0.3269	0.4086
1.6	0.63	0.7661	0.7661	0.1532	0.1915	0.3065	0.3831
1.7	0.59	0.7211	0.7211	0.1442	0.1803	0.2884	0.3605
1.8	0.56	0.6810	0.6810	0.1362	0.1703	0.2724	0.3405
1.9	0.53	0.6452	0.6452	0.1290	0.1613	0.2581	0.3226
2	0.50	0.6129	0.6129	0.1226	0.1532	0.2452	0.3065
2.1	0.48	0.5837	0.5837	0.1167	0.1459	0.2335	0.2919
2.2	0.45	0.5572	0.5572	0.1114	0.1393	0.2229	0.2786
2.3	0.43	0.5330	0.5330	0.1066	0.1332	0.2132	0.2665
2.4	0.42	0.5108	0.5108	0.1022	0.1277	0.2043	0.2554
2.5	0.40	0.4903	0.4903	0.0981	0.1226	0.1961	0.2452
2.6	0.37	0.4533	0.4533	0.0907	0.1133	0.1813	0.2267
2.7	0.34	0.4204	0.4204	0.0841	0.1051	0.1682	0.2102
2.8	0.32	0.3909	0.3909	0.0782	0.0977	0.1564	0.1954
2.9	0.30	0.3644	0.3644	0.0729	0.0911	0.1458	0.1822
3	0.28	0.3405	0.3405	0.0681	0.0851	0.1362	0.1703
3.1	0.26	0.3189	0.3189	0.0638	0.0797	0.1276	0.1594
3.2	0.24	0.2993	0.2993	0.0599	0.0748	0.1197	0.1496
3.3	0.23	0.2814	0.2814	0.0563	0.0704	0.1126	0.1407
3.4	0.22	0.2651	0.2651	0.0530	0.0663	0.1060	0.1326
3.5	0.20	0.2502	0.2502	0.0500	0.0625	0.1001	0.1251
3.6	0.19	0.2365	0.2365	0.0473	0.0591	0.0946	0.1182
3.7	0.18	0.2239	0.2239	0.0448	0.0560	0.0895	0.1119
3.8	0.17	0.2122	0.2122	0.0424	0.0531	0.0849	0.1061
3.9	0.16	0.2015	0.2015	0.0403	0.0504	0.0806	0.1007
4	0.16	0.1915	0.1915	0.0383	0.0479	0.0766	0.0958
4.1	0.15	0.1823	0.1823	0.0365	0.0456	0.0729	0.0912
4.2	0.14	0.1737	0.1737	0.0347	0.0434	0.0695	0.0869
4.3	0.14	0.1657	0.1657	0.0331	0.0414	0.0663	0.0829
4.4	0.13	0.1583	0.1583	0.0317	0.0396	0.0633	0.0791
4.5	0.12	0.1513	0.1513	0.0303	0.0378	0.0605	0.0757
4.6	0.12	0.1448	0.1448	0.0290	0.0362	0.0579	0.0724
4.7	0.11	0.1387	0.1387	0.0277	0.0347	0.0555	0.0694
4.8	0.11	0.1330	0.1330	0.0266	0.0333	0.0532	0.0665
4.9	0.10	0.1276	0.1276	0.0255	0.0319	0.0511	0.0638
5	0.10	0.1226	0.1226	0.0245	0.0306	0.0490	0.0613

5.1	0.10	0.1178	0.1178	0.0236	0.0295	0.0471	0.0589
5.2	0.09	0.1133	0.1133	0.0227	0.0283	0.0453	0.0567
5.3	0.09	0.1091	0.1091	0.0218	0.0273	0.0436	0.0545
5.4	0.09	0.1051	0.1051	0.0210	0.0263	0.0420	0.0525
5.5	0.08	0.1013	0.1013	0.0203	0.0253	0.0405	0.0507
5.6	0.08	0.0977	0.0977	0.0195	0.0244	0.0391	0.0489
5.7	0.08	0.0943	0.0943	0.0189	0.0236	0.0377	0.0472
5.8	0.07	0.0911	0.0911	0.0182	0.0228	0.0364	0.0455
5.9	0.07	0.0880	0.0880	0.0176	0.0220	0.0352	0.0440
6	0.07	0.0851	0.0851	0.0170	0.0213	0.0341	0.0426
6.1	0.07	0.0824	0.0824	0.0165	0.0206	0.0329	0.0412
6.2	0.07	0.0797	0.0797	0.0159	0.0199	0.0319	0.0399
6.3	0.06	0.0772	0.0772	0.0154	0.0193	0.0309	0.0386
6.4	0.06	0.0748	0.0748	0.0150	0.0187	0.0299	0.0374
6.5	0.06	0.0725	0.0725	0.0145	0.0181	0.0290	0.0363
6.6	0.06	0.0704	0.0704	0.0141	0.0176	0.0281	0.0352
6.7	0.06	0.0683	0.0683	0.0137	0.0171	0.0273	0.0341
6.8	0.05	0.0663	0.0663	0.0133	0.0166	0.0265	0.0331
6.9	0.05	0.0644	0.0644	0.0129	0.0161	0.0257	0.0322
7	0.05	0.0625	0.0625	0.0125	0.0156	0.0250	0.0313
7.1	0.05	0.0608	0.0608	0.0122	0.0152	0.0243	0.0304
7.2	0.05	0.0591	0.0591	0.0118	0.0148	0.0236	0.0296
7.3	0.05	0.0575	0.0575	0.0115	0.0144	0.0230	0.0288
7.4	0.05	0.0560	0.0560	0.0112	0.0140	0.0224	0.0280
7.5	0.04	0.0545	0.0545	0.0109	0.0136	0.0218	0.0272
7.6	0.04	0.0531	0.0531	0.0106	0.0133	0.0212	0.0265
7.7	0.04	0.0517	0.0517	0.0103	0.0129	0.0207	0.0258
7.8	0.04	0.0504	0.0504	0.0101	0.0126	0.0201	0.0252
7.9	0.04	0.0491	0.0491	0.0098	0.0123	0.0196	0.0246
8	0.04	0.0479	0.0479	0.0096	0.0120	0.0192	0.0239
8.1	0.04	0.0467	0.0467	0.0093	0.0117	0.0187	0.0234
8.2	0.04	0.0456	0.0456	0.0091	0.0114	0.0182	0.0228
8.3	0.04	0.0445	0.0445	0.0089	0.0111	0.0178	0.0222
8.4	0.04	0.0434	0.0434	0.0087	0.0109	0.0174	0.0217
8.5	0.03	0.0424	0.0424	0.0085	0.0106	0.0170	0.0212
8.6	0.03	0.0414	0.0414	0.0083	0.0104	0.0166	0.0207
8.7	0.03	0.0405	0.0405	0.0081	0.0101	0.0162	0.0202
8.8	0.03	0.0396	0.0396	0.0079	0.0099	0.0158	0.0198
8.9	0.03	0.0387	0.0387	0.0077	0.0097	0.0155	0.0193
9	0.03	0.0378	0.0378	0.0076	0.0095	0.0151	0.0189
9.1	0.03	0.0370	0.0370	0.0074	0.0093	0.0148	0.0185
9.2	0.03	0.0362	0.0362	0.0072	0.0091	0.0145	0.0181
9.3	0.03	0.0354	0.0354	0.0071	0.0089	0.0142	0.0177
9.4	0.03	0.0347	0.0347	0.0069	0.0087	0.0139	0.0173

9.5	0.03	0.0340	0.0340	0.0068	0.0085	0.0136	0.0170
9.6	0.03	0.0333	0.0333	0.0067	0.0083	0.0133	0.0166
9.7	0.03	0.0326	0.0326	0.0065	0.0081	0.0130	0.0163
9.8	0.03	0.0319	0.0319	0.0064	0.0080	0.0128	0.0160
9.9	0.03	0.0313	0.0313	0.0063	0.0078	0.0125	0.0156
10	0.03	0.0306	0.0306	0.0061	0.0077	0.0123	0.0153
11	0.02	0.0253	0.0253	0.0051	0.0063	0.0101	0.0127
12	0.02	0.0213	0.0213	0.0043	0.0053	0.0085	0.0106

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, para el cálculo del espectro de demanda S_{de} (desplazamientos inelásticos) será mediante la siguiente fórmula.

$$S_{de} = \frac{S_{ae}}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}$$

A continuación, en la siguiente Tabla 31, se muestra los resultados obtenidos mediante la fórmula.

Tabla 38. Desplazamientos espectrales de acuerdo a la demanda sísmica

Espectro de demanda sísmica (desplazamiento espectral)							
NORMA SISMORRESISTENTE E-030				Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
T	C	ZUCS/R	Sd(g)	Sd1(g)	Sd2(g)	Sd3(g)	Sd4(g)
0	2.50	3.0646	0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.01	2.50	3.0646	0.0076	0.0015	0.0019	0.0030	0.0038
0.02	2.50	3.0646	0.0305	0.0061	0.0076	0.0122	0.0152
0.03	2.50	3.0646	0.0685	0.0137	0.0171	0.0274	0.0343
0.04	2.50	3.0646	0.12	0.0244	0.0305	0.0487	0.0609
0.05	2.50	3.0646	0.19	0.0381	0.0476	0.0762	0.0952
0.06	2.50	3.0646	0.27	0.0548	0.0685	0.1097	0.1371
0.07	2.50	3.0646	0.37	0.0746	0.0933	0.1493	0.1866
0.08	2.50	3.0646	0.49	0.0975	0.1218	0.1949	0.2437
0.09	2.50	3.0646	0.62	0.1234	0.1542	0.2467	0.3084
0.1	2.50	3.0646	0.76	0.1523	0.1904	0.3046	0.3808
0.2	2.50	3.0646	3.05	0.6092	0.7615	1.2184	1.5230
0.3	2.50	3.0646	6.85	1.3707	1.7134	2.7415	3.4268
0.4	2.50	3.0646	12.18	2.4369	3.0461	4.8737	6.0921
0.5	2.00	2.4517	15.23	3.0461	3.8076	6.0921	7.6152
0.6	1.67	2.0431	18.28	3.6553	4.5691	7.3106	9.1382
0.7	1.43	1.7512	21.32	4.2645	5.3306	8.5290	10.6612

0.8	1.25	1.5323	24.37	4.8737	6.0921	9.7474	12.1843
0.9	1.11	1.3620	27.41	5.4829	6.8537	10.9659	13.7073
1	1.00	1.2258	30.46	6.0921	7.6152	12.1843	15.2303
1.1	0.91	1.1144	33.51	6.7014	8.3767	13.4027	16.7534
1.2	0.83	1.0215	36.55	7.3106	9.1382	14.6211	18.2764
1.3	0.77	0.9429	39.60	7.9198	9.8997	15.8396	19.7995
1.4	0.71	0.8756	42.64	8.5290	10.6612	17.0580	21.3225
1.5	0.67	0.8172	45.69	9.1382	11.4228	18.2764	22.8455
1.6	0.63	0.7661	48.74	9.7474	12.1843	19.4948	24.3686
1.7	0.59	0.7211	51.78	10.3566	12.9458	20.7133	25.8916
1.8	0.56	0.6810	54.83	10.9659	13.7073	21.9317	27.4146
1.9	0.53	0.6452	57.88	11.5751	14.4688	23.1501	28.9377
2	0.50	0.6129	60.92	12.1843	15.2303	24.3686	30.4607
2.1	0.48	0.5837	63.97	12.7935	15.9919	25.5870	31.9837
2.2	0.45	0.5572	67.01	13.4027	16.7534	26.8054	33.5068
2.3	0.43	0.5330	70.06	14.0119	17.5149	28.0238	35.0298
2.4	0.42	0.5108	73.11	14.6211	18.2764	29.2423	36.5528
2.5	0.40	0.4903	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
2.6	0.37	0.4533	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
2.7	0.34	0.4204	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
2.8	0.32	0.3909	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
2.9	0.30	0.3644	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3	0.28	0.3405	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.1	0.26	0.3189	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.2	0.24	0.2993	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.3	0.23	0.2814	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.4	0.22	0.2651	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.5	0.20	0.2502	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.6	0.19	0.2365	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.7	0.18	0.2239	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.8	0.17	0.2122	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
3.9	0.16	0.2015	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4	0.16	0.1915	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.1	0.15	0.1823	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.2	0.14	0.1737	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.3	0.14	0.1657	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.4	0.13	0.1583	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.5	0.12	0.1513	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.6	0.12	0.1448	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.7	0.11	0.1387	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.8	0.11	0.1330	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
4.9	0.10	0.1276	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5	0.10	0.1226	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.1	0.10	0.1178	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759

5.2	0.09	0.1133	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.3	0.09	0.1091	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.4	0.09	0.1051	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.5	0.08	0.1013	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.6	0.08	0.0977	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.7	0.08	0.0943	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.8	0.07	0.0911	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
5.9	0.07	0.0880	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6	0.07	0.0851	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.1	0.07	0.0824	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.2	0.07	0.0797	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.3	0.06	0.0772	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.4	0.06	0.0748	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.5	0.06	0.0725	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.6	0.06	0.0704	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.7	0.06	0.0683	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.8	0.05	0.0663	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
6.9	0.05	0.0644	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7	0.05	0.0625	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.1	0.05	0.0608	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.2	0.05	0.0591	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.3	0.05	0.0575	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.4	0.05	0.0560	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.5	0.04	0.0545	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.6	0.04	0.0531	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.7	0.04	0.0517	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.8	0.04	0.0504	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
7.9	0.04	0.0491	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8	0.04	0.0479	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.1	0.04	0.0467	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.2	0.04	0.0456	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.3	0.04	0.0445	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.4	0.04	0.0434	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.5	0.03	0.0424	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.6	0.03	0.0414	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.7	0.03	0.0405	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.8	0.03	0.0396	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
8.9	0.03	0.0387	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9	0.03	0.0378	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.1	0.03	0.0370	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.2	0.03	0.0362	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.3	0.03	0.0354	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.4	0.03	0.0347	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.5	0.03	0.0340	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759

9.6	0.03	0.0333	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.7	0.03	0.0326	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.8	0.03	0.0319	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
9.9	0.03	0.0313	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
10	0.03	0.0306	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
11	0.02	0.0253	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759
12	0.02	0.0213	76.15	15.2303	19.0379	30.4607	38.0759

Por consiguiente, se obtiene las siguientes graficas de espectro de demanda según el nivel de daño estructural.

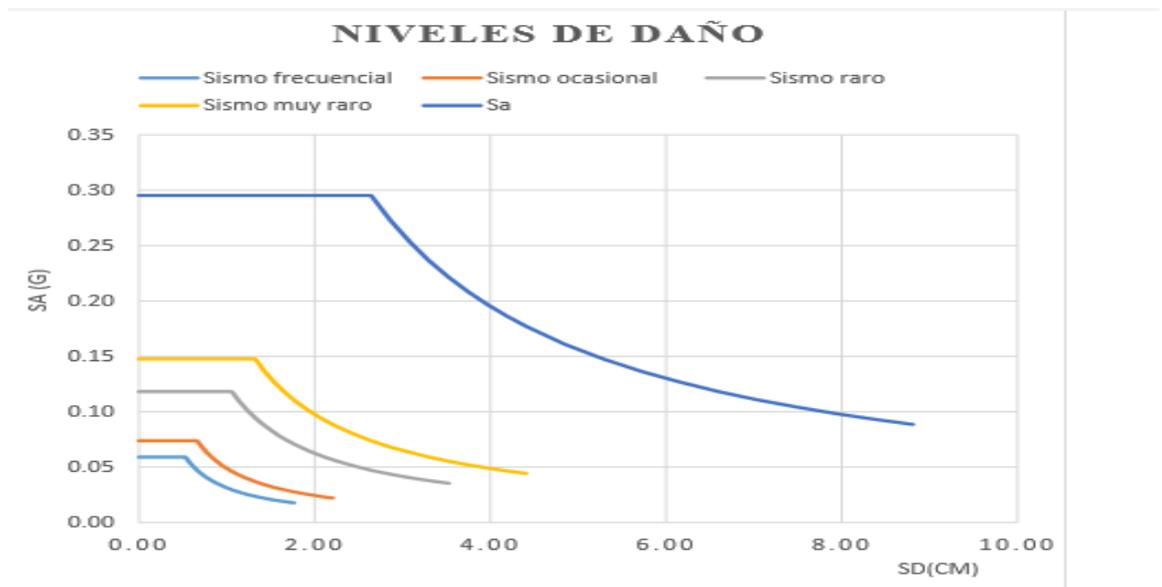


Figura 38. niveles de daños

Asignamos la carga por gravedad no lineal, primero determinamos el 100% de la carga viva y el 25% de la carga estática del edificio (carga muerta); de acuerdo con la norma E030:

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: 100 CM+25CV

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

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

Nonlinear Case:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	Dead	1
Load Pattern	Live	0.25

Add

Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Full Load Modify/Show...

Results Saved: Final State Only Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Default Modify/Show...

OK Cancel

Figura 39. Carga por gravedad No Lineal

Para el cálculo de las rotulas plásticas, se considera la Tabla 10-7, establecidas por el ASCE que nos da la asignación de las rotulas plásticas en muros. Este reglamento nos orienta para evaluar dos cumplimientos:

$$\frac{d}{3} > \text{separación de estribo}$$

$$V_s > V_u * 0.75$$

Table 10-7. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Beams

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a				
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	c	Plastic Rotations Angle (radians)				
				IO	LS	CP		
Condition i. Beams controlled by flexure ^b								
$\frac{p-p'}{p_{bal}}$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{b_w d_s f'_c}$						
≤0.0	C	≤3 (0.25)	0.025	0.05	0.2	0.010	0.025	0.05
≤0.0	C	≥6 (0.5)	0.02	0.04	0.2	0.005	0.02	0.04
≥0.5	C	≤3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005	0.02	0.03
≥0.5	C	≥6 (0.5)	0.015	0.02	0.2	0.005	0.015	0.02
≤0.0	NC	≤3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005	0.02	0.03
≤0.0	NC	≥6 (0.5)	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.01	0.015
≥0.5	NC	≤3 (0.25)	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.015
≥0.5	NC	≥6 (0.5)	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.01
Condition ii. Beams controlled by shear ^b								
Stirrup spacing ≤ d/2			0.0030	0.02	0.2	0.0015	0.01	0.02
Stirrup spacing > d/2			0.0030	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.01
Condition iii. Beams controlled by inadequate development or splicing along the span ^b								
Stirrup spacing ≤ d/2			0.0030	0.02	0.0	0.0015	0.01	0.02
Stirrup spacing > d/2			0.0030	0.01	0.0	0.0015	0.005	0.01
Condition iv. Beams controlled by inadequate embedment into beam-column joint ^b								
			0.015	0.03	0.2	0.01	0.02	0.03

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.

^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.

^bWhere more than one of conditions i, ii, iii, and iv occur for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.

^c"C" and "NC" are abbreviations for conforming and nonconforming transverse reinforcement, respectively. Transverse reinforcement is conforming if, within the flexural plastic hinge region, hoops are spaced at ≤ d/3, and if, for components of moderate and high ductility demand, the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Otherwise, the transverse reinforcement is considered nonconforming.

^d V is the design shear force from NSP or NDP.

Figura 40. ASCE: Tabla 10-7

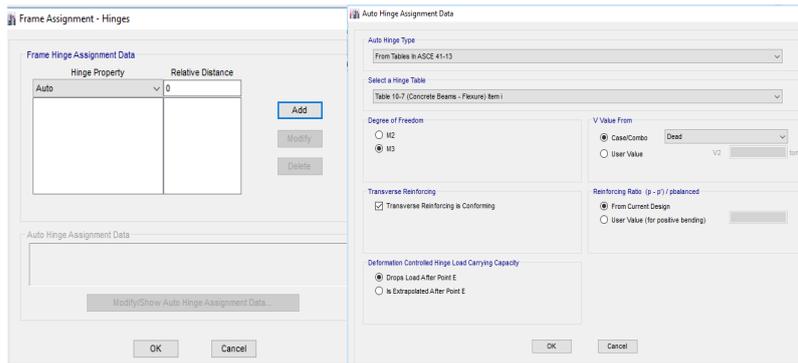


Figura 41. Asignación de rotulas plásticas

La distancia asignada de cada rótula en relación a la luz de la viga, será entre alrededor del 10% y 90%.

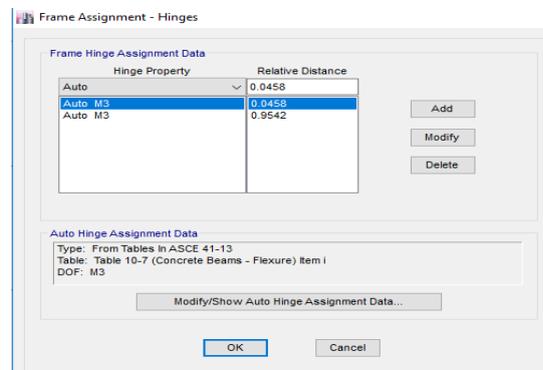


Figura 42. Distancia de rotulas plásticas en %

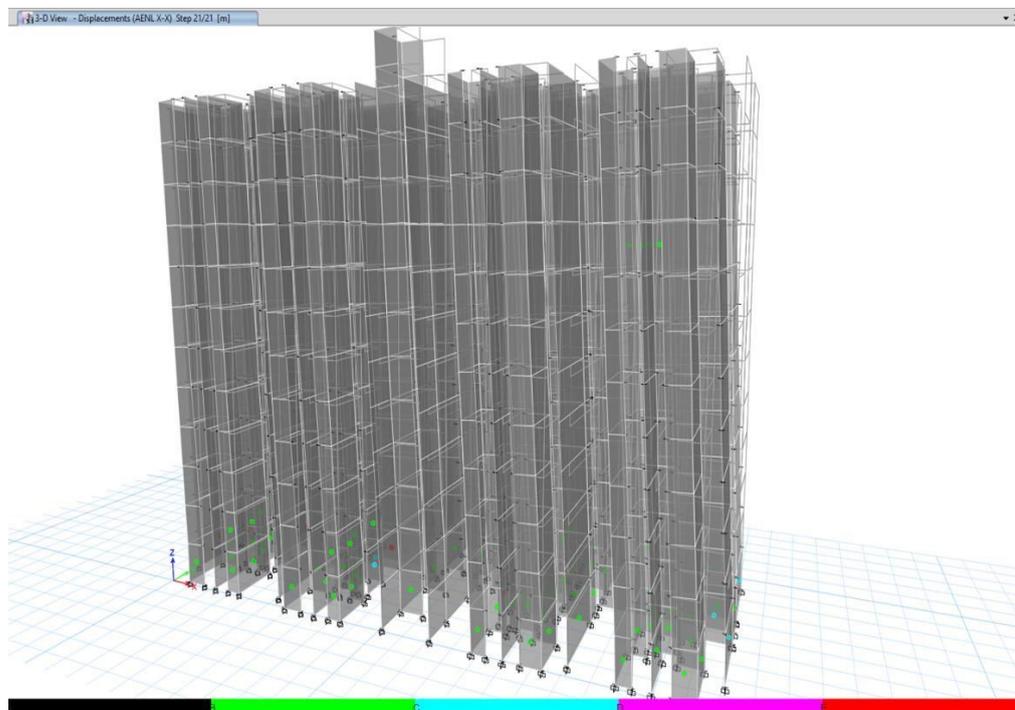


Figura 43. Rotulas plásticas 21/21

Se le asigna la distribución de acero correspondiente a cada placa que conforma los 8 departamentos de los 12 pisos del edificio. Posteriormente, se asigna las rótulas plásticas de cada placa establecida.



Figura 44. Asignación de rótulas

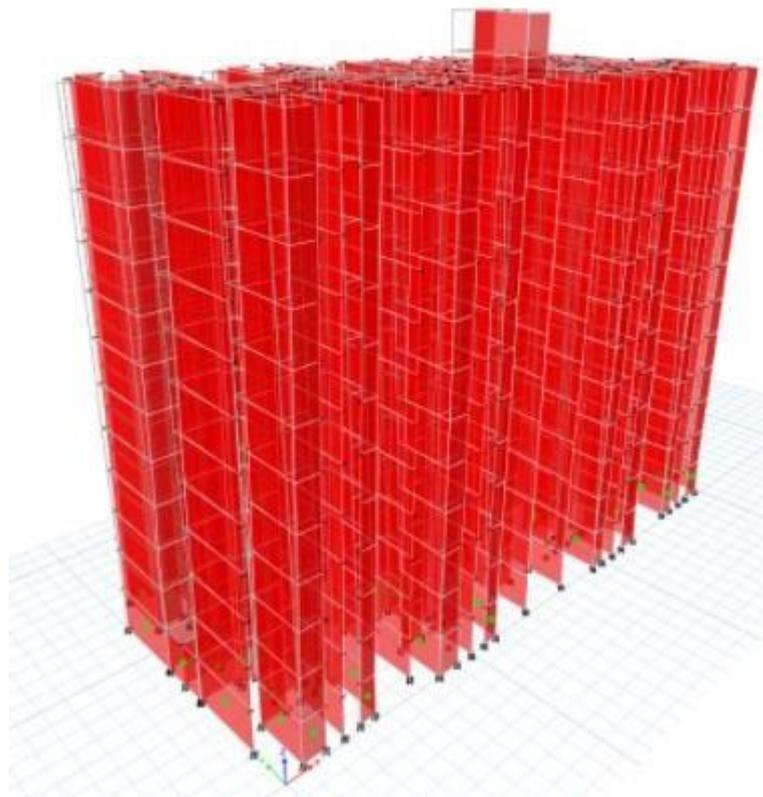


Figura 45. Rótulas pertenecientes a cada placa

Se agregan los patrones de carga que serán aplicadas por cada piso de la estructura a analizar:

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
CARGA LATERAL X	Seismic	0	User Loads
Dead	Dead	1	User Coefficient
Live	Live	0	User Coefficient
CM	Super Dead	0	User Loads
SXE	Seismic	0	User Loads
SYE	Seismic	0	User Loads
CARGA LATERAL X	Seismic	0	
CARGA LATERAL Y	Seismic	0	

Figura 46. Patrones de carga de la estructura

Los resultados de la cortante basal tanto en X como en Y, son distribuidos en cargas laterales por piso, los cuales están en relación a lo dictado por la norma sísmica E-030

Capacidad Estructural “X”:

El máximo desplazamiento que se dará post-sismo en la estructura en relación al eje X, luego de aplicar una fuerza cortante de 12,275.2 ton, será de 35.2 cm:

Tabla 40. Cortante basal vs desplazamiento en “X”

SUELO S1		SUELO S3	
o (cm)	F (Ton)	o (cm)	F (Ton)
0.0	0.0	0.00	0.00
2.5	2,377.5	2.50	2,377.48
7.8	5,263.5	7.77	5,263.46
13.5	7,485.7	13.51	7,485.72
14.7	7,885.8	14.70	7,885.80
14.7	7,885.9	14.70	7,885.91
14.7	7,893.0	14.73	7,893.05
14.7	7,893.1	14.73	7,893.14
14.7	7,900.8	14.75	7,900.79
14.7	7,900.9	14.75	7,900.88
14.8	7,908.0	14.77	7,907.98
14.8	7,907.5	14.77	7,907.55
14.8	7,901.4	14.78	7,901.45
14.8	7,902.6	14.78	7,902.61
14.8	7,901.9	14.78	7,901.89
20.1	9,450.9	20.05	9,450.93
25.5	10,807.0	25.51	10,807.03
31.3	11,790.2	31.29	11,790.21
35.0	12,249.1	35.01	12,249.07
35.0	12,250.6	35.03	12,250.59
35.0	12,250.6	35.03	12,250.59
35.2	12,275.2	35.21	12,275.21

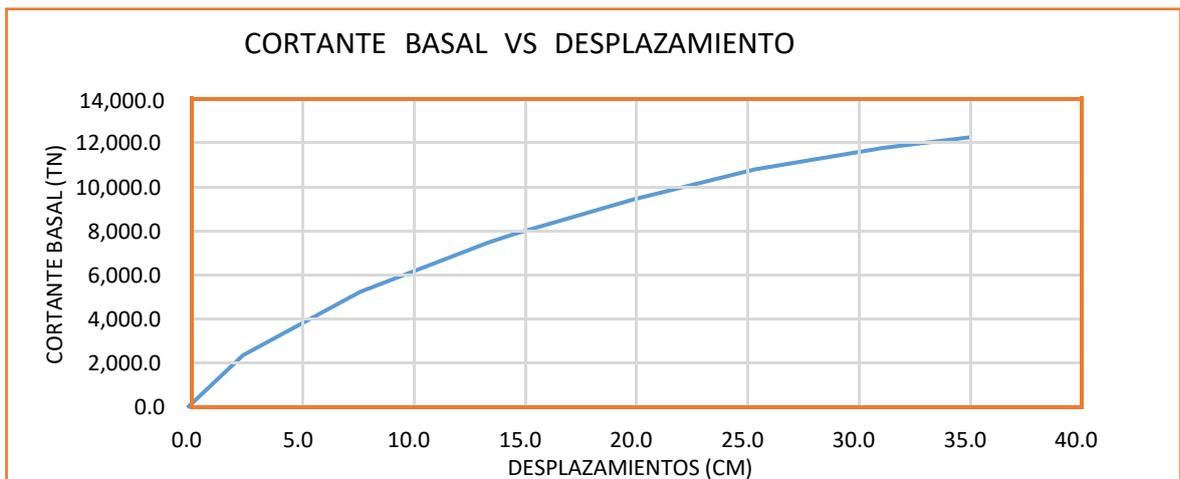


Figura 47. Capacidad Estructural en “X”

Punto de Desempeño:

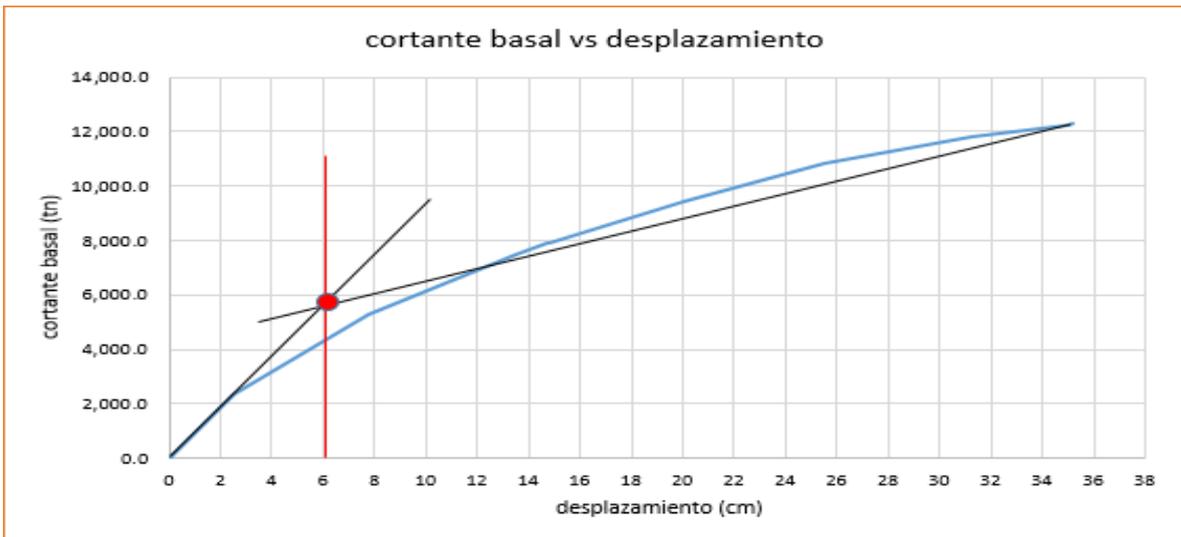


Figura 48. Intersección de la línea de fluencia “X”

Tabla 41. Línea de fluencia

Δ fluencia =	6	cm
Δ inelastico =	29.2082	cm

Δ fluencia. Estructura se desplaza o deforma, pero no sufre daño, vuelve a su lugar

Δ inelastico. La estructura se desplaza y no vuelve a su origen (presenta deformación)

PUNTO DE DESEMPEÑO EN X

Point Found	Yes	T secant	0.525 sec
Shear	6613.1068 ton	T effective	0.652 sec
Displacement	112.595 mm	Ductility Ratio	3.649159
Sa	1.13	Effective Damping	0.1854
Sd	68.904 mm	Modification Factor	1.54631

Tabla 42. Punto de desempeño "X"

Según los parámetros especificados por el comité VISION200, el nivel de desempeño de la estructura se obtiene en el eje X.

Tabla 43. Calculo de los niveles de desempeño.

	Δ	$\Sigma\Delta$
Funcional	8.76246	14.76246
Segurida de vida	8.76246	23.52492
Cerca del colapso	5.84164	29.36656
Colapso	5.84164	35.2082

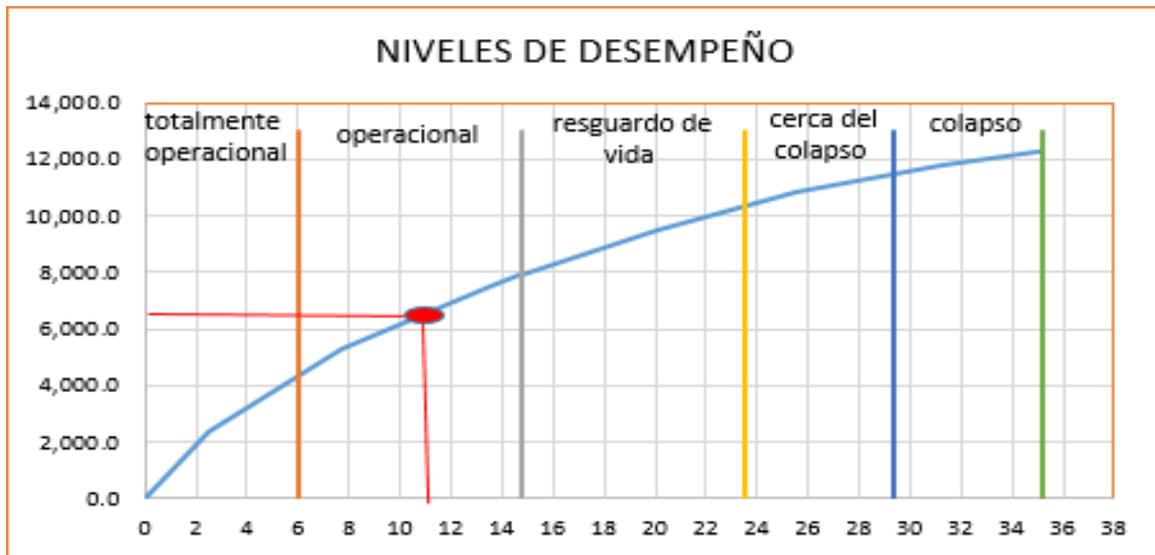


Figura 49. Nivel de desempeño.

Se realizó la intersección del punto de desempeño en la curva de capacidad asimismo según los cálculos especificados por el comité visión 2000 se determinó que el nivel de desempeño es operacional tal como se puede apreciar en la figura: 49.

Tabla 44. Calculo de los niveles de desempeño.

Sismos	Δ (cm)
frecuente	10.2
ocasionjal	18.34
raro	24.83
muy raro	28.43

Datos del etabs

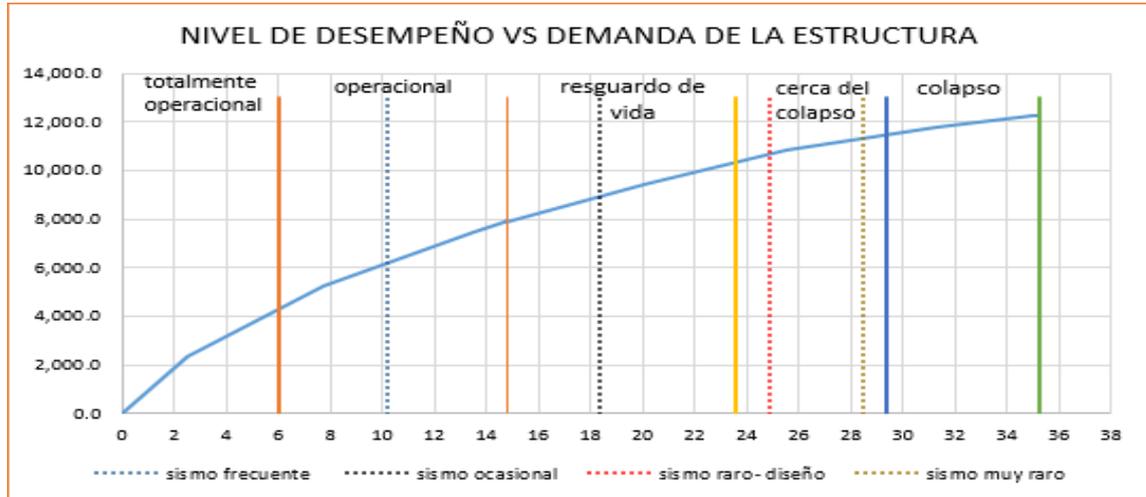


Figura 50. Nivel de demanda de la estructura vs Nivel de desempeño.

Según el espectro de demanda obtenido se evaluará el nivel de desempeño del edificio de 12 niveles con referencia a la siguiente tabla: 38

Tabla 45. Nivel de desempeño de la edificación

COMITÉ VISION 2000		NIVELES DE DESEMPEÑO DE LA EDIFICACION			
		TOTALMENTE OPERACIONAL	OPERACIONAL	RESGUARDO DE VIDA	CERCA AL COLAPSO
NIVELES DE DEMANDA SISMICA	SISMOS FECUENTES (43 AÑOS)	3			
	SISMOS OCACIONALES (72 AÑOS)	2	3		
	SISMOS RAROS (475 AÑOS)	1	2	3	
	SISMOS MUY RAROS (970 AÑOS)	1	1	2	3

3	EDIFICACIONES COMUNES
2	EDIFICACIONES ESENCIALES
1	EDIFICACIONES DE SEGURIDAD CRITICA

En el eje X, los resultados para que la estructura resista un sísmico, no alcanzan el nivel de desempeño guiado por el comité VISION 2000 porque no están dentro de los requisitos para una edificación común.

Tabla 46. Desempeño vs demanda

	desempeño (cm)	demanda (cm)	dif. Requerida (cm)
Totalmente operacional	6	10.2	4.2
Operacional	14.76	18.34	3.58
Resguardo de vida	23.53	24.83	1.3
Cerca del colapso	29.37	28.43	0.94
Colapso	35.21		

Capacidad Estructural “Y”:

El máximo desplazamiento que se dará post-sismo en la estructura en relación al eje Y, luego de aplicar una fuerza cortante de 8,713.5 ton, será de 23.8 cm

Tabla 47. cortante basal vs desplazamientos “Y”

SUELO S1		SUELO S3	
o (cm)	F (Ton)	o (cm)	F (Ton)
0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	2,676.4	2.5	2,676.4
7.5	5,386.2	7.5	5,386.2
10.3	6,392.9	10.3	6,392.9
10.5	6,420.3	10.5	6,420.3
15.6	7,834.7	15.6	7,834.7
18.8	8,401.1	18.8	8,401.1
20.5	8,574.1	20.5	8,574.1
22.0	8,662.7	22.0	8,662.7
23.1	8,695.1	23.1	8,695.1
23.1	8,696.1	23.1	8,696.1
23.2	8,698.9	23.2	8,698.9
23.8	8,713.5	23.8	8,713.5
23.8	8,713.5	23.8	8,713.5

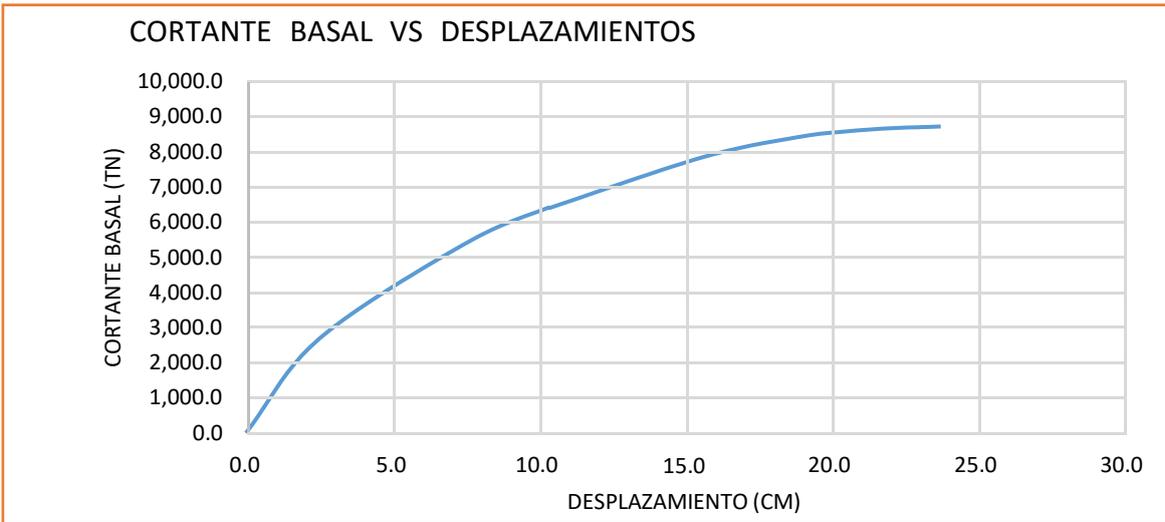


Figura 51. Capacidad estructural “Y”

Punto de Desempeño en “Y”:

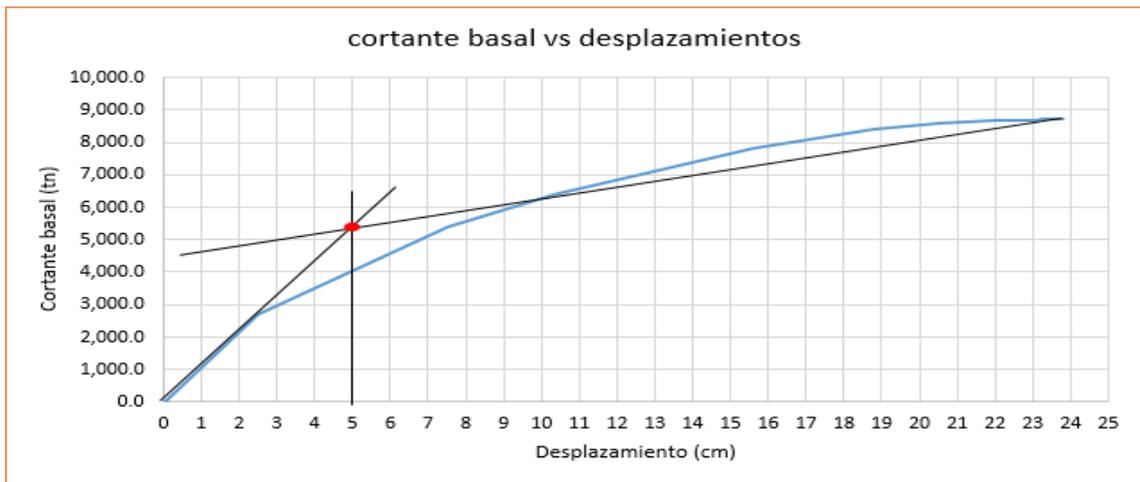


Figura 52. Intersección de la línea de fluencia “Y”

Tabla 48. Línea de fluencia “Y”

Δ fluencia =	5	cm
Δ inelastico =	18.8	cm

Δ fluencia. Estructura se desplaza o deforma, pero no sufre daño, vuelve a su lugar

Δ inelastico. La estructura se desplaza y no vuelve a su origen (presenta deformación)

PUNTO DE DESEMPEÑO EN Y

Tabla 49. Punto de desempeño “Y”

Point Found	Yes	T secant	0.496 sec
Shear	6247.6602 tonf	T effective	0.609 sec
Displacement	99.148 mm	Ductility Ratio	3.391756
Sa	1.123459	Effective Damping	0.1791
Sd	68.904 mm	Modification Factor	1.50501

Según los parámetros especificados por el comité VISION200, el nivel de desempeño de la estructura se obtiene en el eje Y.

Tabla 50. Calculo de los niveles de desempeño.

	Δ	$\Sigma\Delta$
funcional	5.63574	10.63574
Segurida de vida	5.63574	16.27148
cerca del colapso	3.75716	20.02864
colapso	3.75716	23.7858



Figura 53. Nivel de desempeño.

Se realizó la intersección del punto de desempeño en la curva de capacidad asimismo según los cálculos especificados por el comité visión 2000 se determinó los niveles de desempeño tal como se puede apreciar en la gráfica 48.

Tabla 51. Calculo de los niveles de desempeño según el sismo.

Sismos	Δ (cm)
frecuente	7.42
ocasionjal	11.34
raro	14.58
muy raro	19.48

Datos del etabs

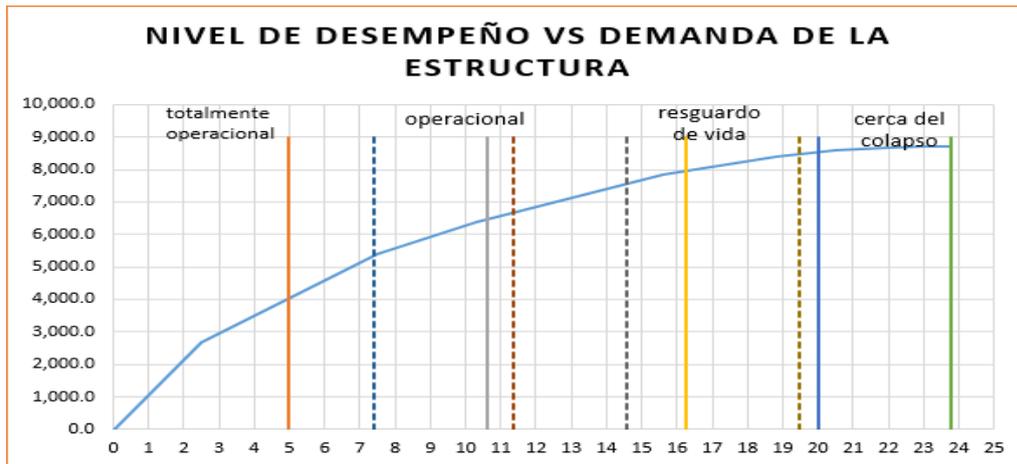


Figura 54. Nivel de demanda de la estructura vs Nivel de desempeño.

Según el espectro de demanda obtenido se evaluará el nivel de desempeño del edificio de 12 niveles con referencia a la siguiente tabla: 44

Tabla 52. Nivel de desempeño de la edificación

COMITÉ VISION 2000		NIVELES DE DESEMPEÑO DE LA EDIFICACION			
		TOTALMENTE OPERACIONAL	OPERACIONAL	RESGUARDO DE VIDA	CERCA AL COLAPSO
NIVELES DE DEMANDA SISMICA	SISMOS FECUENTES (43 AÑOS)	3			
	SISMOS OCACIONALES (72 AÑOS)	2	3		
	SISMOS RAROS (475 AÑOS)	1	2	3	
	SISMOS MUY RAROS (970 AÑOS)	1	1	2	3

3	EDIFICACIONES COMUNES
2	EDIFICACIONES ESENCIALES
1	EDIFICACIONES DE SEGURIDAD CRITICA

En el eje Y, los resultados para que la estructura resista un sísmico, no alcanzan el nivel de desempeño guiado por el comité VISION 2000 porque no están dentro de los requisitos para una edificación común.

Tabla 53. Desempeño vs demanda

	desempeño (cm)	demanda (cm)	dif. Requerida (cm)
Totalmente operacional	5	7.42	2.42
Operacional	10.64	11.34	0.7
Resguardo de vida	16.27	14.58	1.69
Cerca del colapso	20.03	19.48	0.55
Colapso	23.79		

4.1.6 Distribución de cargas uniformes para edificio de 15 niveles

Se aplica como carga muerta, considerando que no se considera el peso de la estructura en sí, porque lo calcula el programa, por lo que no se considera el peso de la estructura en sí, por lo que se suma el acabado del piso de cada piso para dividir el muro. La pared se utiliza como carga estática. Por tanto, el valor de cada piso es de 310 kg / m². Para la carga viva, dado que la estructura se utiliza en apartamentos inmobiliarios, se considera que es de 200 kg / m². Del mismo modo, para las cargas vivas del techo, solo se consideran 100 k g / m² en la última etapa.

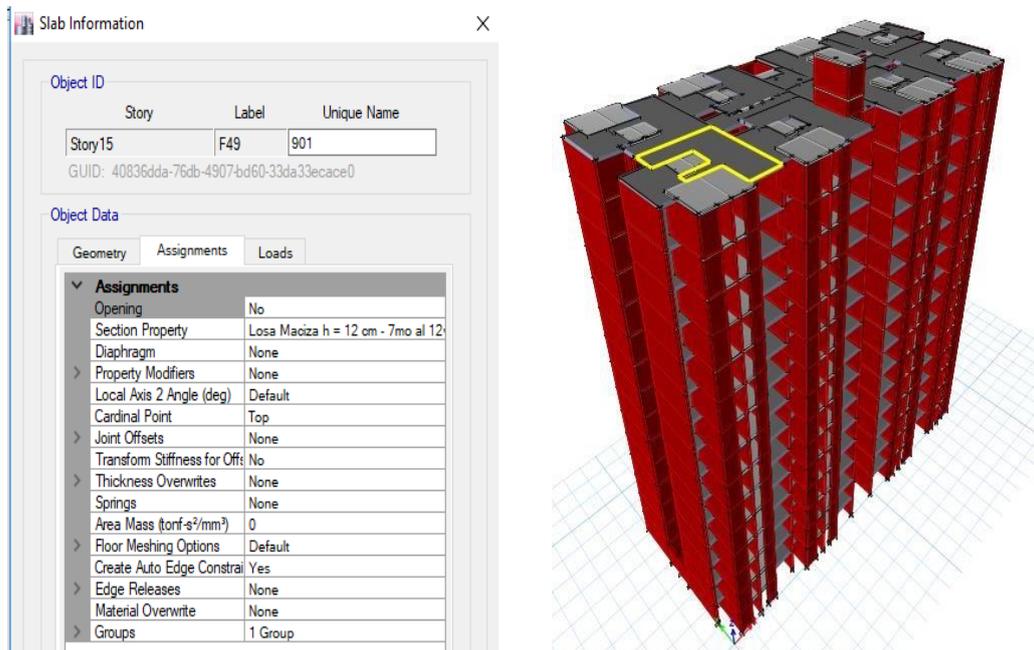


Figura 55. Detalle de distribución de carga viva y carga muerta por piso

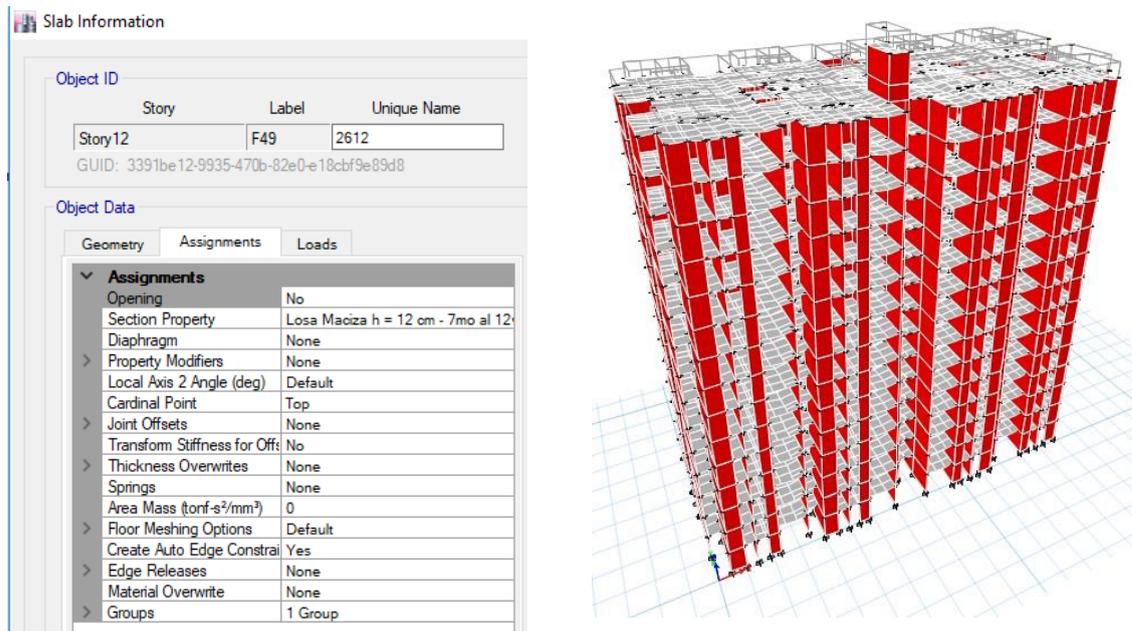


Figura 56. Detalle de distribución de carga viva de techo y carga muerta en el último piso.

Asimismo, para el cálculo del peso sísmico efectivo, de acuerdo con la norma E.030, solo se considerará el 25% de la carga viva de los edificios "C".

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

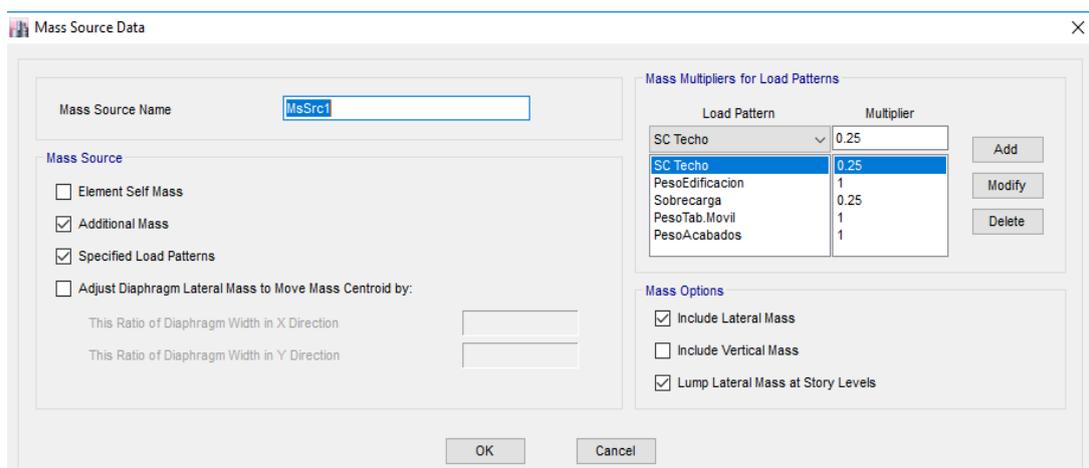


Figura 57. Peso sísmico efectivo

l) Diafragmas

Asimismo, para el cálculo del peso sísmico efectivo, de acuerdo con la norma E.030, solo se considerará el 25% de la carga viva de los edificios "C".

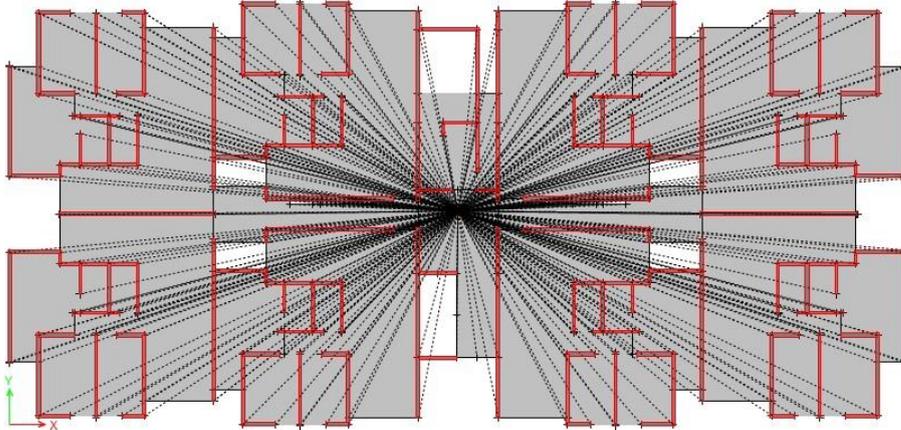


Figura 58. Definición de los diafragmas.

m) Periodos modales

Considere que el tiempo máximo "T" es 0.283 segundos. Por tanto, el factor de amplificación sísmica C será 2,5. Dado que, primero considere el punto

Tabla 54. Periodos modales de vibración según el ETABS V. 2018.

Case	Mode	Period (sec)
Modal	1	0.674
Modal	2	0.646
Modal	3	0.615
Modal	4	0.162
Modal	5	0.154
Modal	6	0.142
Modal	7	0.073
Modal	8	0.066
Modal	9	0.062
Modal	10	0.045
Modal	11	0.039
Modal	12	0.038
Modal	13	0.036
Modal	14	0.034
Modal	15	0.031
Modal	16	0.027
Modal	17	0.025
Modal	18	0.024
Modal	19	0.02
Modal	20	0.02

Fuente: Elaboración propia

n) Distribución de masas por piso

Tabla 55. Distribución de masas por nivel según el ETABS V. 2018.

Piso	Pi (Ton)
Cuarto de Maquinas	8.4284
Ascensor	7.80
Techo	633.26
Piso 14	648.40
Piso 13	648.40
Piso 12	648.40
Piso 11	648.40
Piso 10	648.40
Piso 9	648.40
Piso 8	648.41
Piso 7	648.41
Piso 6	648.41
Piso 5	648.41
Piso 4	648.41
Piso 3	648.41
Piso 2	648.41
Piso 1	654.90
Base	9733.70

Fuente: Elaboración propia

o) Cortante basal estático

los siguientes parámetros estándar.

$$V_t = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Por lo tanto, para un suelo S1.

$$V_t = \frac{ZUCS}{R} * P_t = 0.18546 * 9733.70 = 1805.21 \text{ Tn}$$

Por lo tanto, para un suelo S3.

$$V_t = \frac{ZUCS}{R} * P_t = 0.34375 * 9733.70 = 3345.96 \text{ Tn}$$

p) Distribución de la cortante basal por cada nivel.

$$V_i = \frac{H_i * P_i}{\sum H_i * P_i} * V_t$$

➤ resultados calculados con el tipo de suelo S1

Z = 0.45	U = 1.00	S = 1.00
Tp = 0.40	T _L = 2.50	R = 3.60

➤ resultados calculados con el tipo de suelo S3

Z = 0.45	U = 1.00	S = 1.10
Tp = 1.00	T _L = 1.60	R = 3.60

A continuación, se muestra los siguientes resultados calculados

Tabla 56. Edificio de 15 niveles cortante basal estático por piso para S1 y S3

Piso	Pi (Ton)	hi (m)	Pi*(hi) ^k (Ton.m)	(S1) Fi (Ton)	(S3) Fi (Ton)
TECHO MAQUINAS	8.43	42.3	429.17	2.18	4.04
TECHO ASCENSOR	7.80	40.2	374.85	1.91	3.53
Piso 15	633.26	39	43289.84	220.11	407.97
Piso 14	648.40	36.4	41454.92	210.78	390.68
Piso 13	648.40	33.8	38493.86	195.72	362.77
Piso 12	648.40	31.2	35532.79	180.67	334.87
Piso 11	648.40	28.6	32571.73	165.61	306.96
Piso 10	648.40	26	29610.66	150.56	279.06
Piso 9	648.40	23.4	26649.59	135.50	251.15
Piso 8	648.41	20.8	23689.02	120.45	223.25
Piso 7	648.41	18.2	20727.89	105.39	195.34
Piso 6	648.41	15.6	17766.77	90.34	167.44
Piso 5	648.41	13	14805.64	75.28	139.53
Piso 4	648.41	10.4	11844.51	60.22	111.62
Piso 3	648.41	7.8	8883.38	45.17	83.72
Piso 2	648.41	5.2	5922.25	30.11	55.81
Piso 1	654.90	2.6	2993.36	15.22	28.21
Base	9733.70		355040.22	1805.21	3345.96

Fuente: Elaboración propia.

q) Desplazamientos máximos

❖ Para sismos estáticos en dirección X-X (mm)

Tabla 57. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

TABLE: Story Max/Avg Displacements						
Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum	Average	Ratio	
TECHO MAQ	Sismo Estatico X-X	X	43.725	43.699	1.001	
TECHO ASCE	Sismo Estatico X-X	X	41.481	41.479	1	
Story15	Sismo Estatico X-X	X	40.34	40.254	1.002	
Story14	Sismo Estatico X-X	X	37.512	37.416	1.003	
Story13	Sismo Estatico X-X	X	34.584	34.481	1.003	
Story12	Sismo Estatico X-X	X	31.548	31.441	1.003	
Story11	Sismo Estatico X-X	X	28.411	28.301	1.004	
Story10	Sismo Estatico X-X	X	25.192	25.083	1.004	
Story9	Sismo Estatico X-X	X	21.924	21.818	1.005	
Story8	Sismo Estatico X-X	X	18.648	18.549	1.005	
Story7	Sismo Estatico X-X	X	15.414	15.324	1.006	
Story6	Sismo Estatico X-X	X	12.275	12.196	1.006	
Story5	Sismo Estatico X-X	X	9.297	9.231	1.007	
Story4	Sismo Estatico X-X	X	6.554	6.502	1.008	
Story3	Sismo Estatico X-X	X	4.132	4.096	1.009	
Story2	Sismo Estatico X-X	X	2.133	2.112	1.01	
Story1	Sismo Estatico X-X	X	0.68	0.672	1.012	

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje (07) del plano arquitectónico del inmueble.

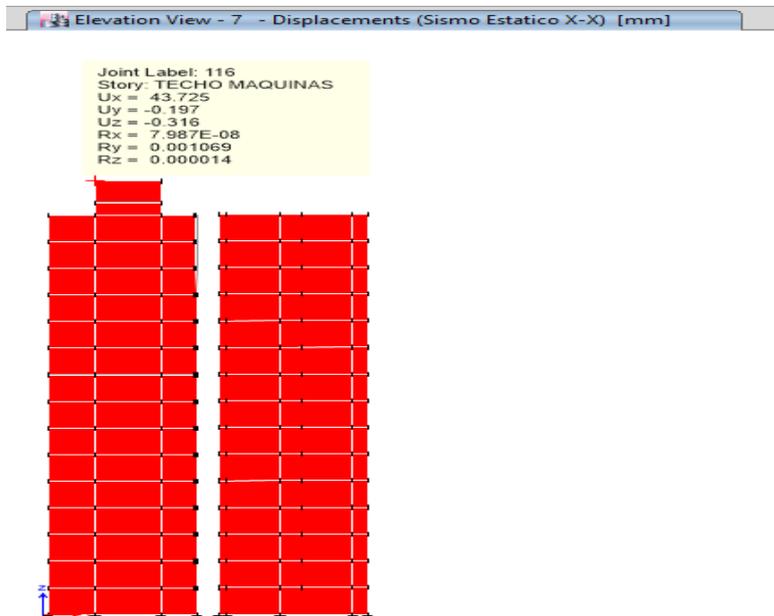


Figura 59. Desplazamientos máximos en el eje “07” según el análisis lineal estático.

❖ Para sismos estáticos en dirección Y-Y (mm)

Tabla 58. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

TABLE: Story Max/Avg Displacements						
Story	Load Case/Combo	Directio	Maximui	Average	Ratio	
TECHO MAQ	Sismo Estatico Y-Y	Y	40.903	40.59	1.008	
TECHO ASCE	Sismo Estatico Y-Y	Y	38.676	38.374	1.008	
Story15	Sismo Estatico Y-Y	Y	44.262	37.423	1.183	
Story14	Sismo Estatico Y-Y	Y	40.96	34.631	1.183	
Story13	Sismo Estatico Y-Y	Y	37.574	31.77	1.183	
Story12	Sismo Estatico Y-Y	Y	34.101	28.835	1.183	
Story11	Sismo Estatico Y-Y	Y	30.547	25.831	1.183	
Story10	Sismo Estatico Y-Y	Y	26.932	22.776	1.182	
Story9	Sismo Estatico Y-Y	Y	23.29	19.699	1.182	
Story8	Sismo Estatico Y-Y	Y	19.669	16.64	1.182	
Story7	Sismo Estatico Y-Y	Y	16.123	13.644	1.182	
Story6	Sismo Estatico Y-Y	Y	12.712	10.762	1.181	
Story5	Sismo Estatico Y-Y	Y	9.508	8.055	1.18	
Story4	Sismo Estatico Y-Y	Y	6.596	5.594	1.179	
Story3	Sismo Estatico Y-Y	Y	4.07	3.457	1.177	
Story2	Sismo Estatico Y-Y	Y	2.037	1.735	1.174	
Story1	Sismo Estatico Y-Y	Y	0.622	0.533	1.167	

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje “D” del plano arquitectónico del inmueble.

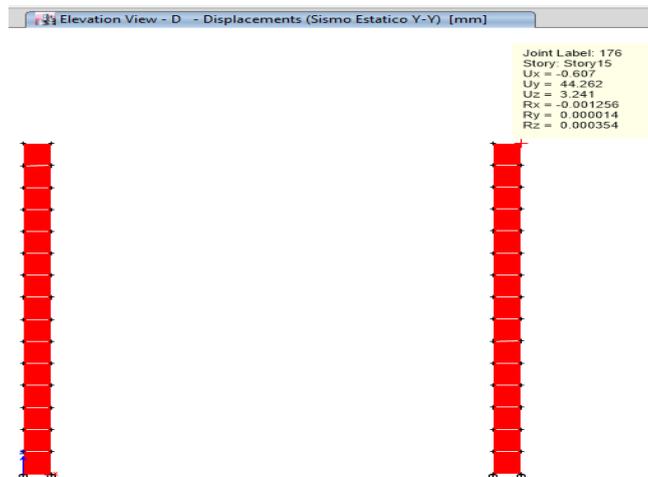


Figura 60. Desplazamientos máximos en el eje “D” según el análisis lineal estático

r) Derivas inelásticas de entre piso

Deriva elástica

$$\Delta e = \frac{\Delta i - \Delta i - 1}{h_i - h_i - 1}$$

Deriva inelástica

$$\Delta = 0.75 * R * \Delta e$$

Tabla 59. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal estático.

Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis Estático lineal										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				Derivas Δ Limite (%)
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	
C. maquinas	42.3	43.73	0.00107	0.0029	0.29	132.11	0.00301	0.00812	0.81	0.5
C. ascensor	40.2	41.48	0.00107	0.0029	0.29	125.79	0.00299	0.00808	0.81	0.5
15	39	40.34	0.00110	0.0030	0.30	122.35	0.00307	0.00829	0.83	0.5
14	34.4	37.51	0.00113	0.0031	0.31	114.36	0.00315	0.00852	0.85	0.5
13	33.8	34.58	0.00117	0.0032	0.32	106.16	0.00325	0.00877	0.88	0.5
12	31.2	31.55	0.00121	0.0033	0.33	97.71	0.00334	0.00903	0.90	0.5
11	28.6	28.41	0.00124	0.0033	0.33	89.02	0.00343	0.00926	0.93	0.5
10	26	25.19	0.00126	0.0034	0.34	80.10	0.00350	0.00946	0.95	0.5
9	23.3	21.92	0.00126	0.0034	0.34	70.99	0.00356	0.00960	0.96	0.5
8	20.8	18.65	0.00124	0.0034	0.34	61.75	0.00358	0.00967	0.97	0.5
7	18.2	15.41	0.00121	0.0033	0.33	52.44	0.00358	0.00966	0.97	0.5
6	15.6	12.28	0.00115	0.0031	0.31	43.13	0.00354	0.00956	0.96	0.5
5	13	9.30	0.00106	0.0028	0.28	33.93	0.00346	0.00935	0.93	0.5
4	10.4	6.55	0.00093	0.0025	0.25	24.93	0.00332	0.00897	0.90	0.5
3	7.8	4.13	0.00077	0.0021	0.21	16.28	0.00296	0.00800	0.80	0.5
2	5.2	2.13	0.00056	0.0015	0.15	8.60	0.00228	0.00617	0.62	0.5
1	2.6	0.68	0.00026	0.0007	0.07	2.67	0.00103	0.00278	0.28	0.5

Fuente: Elaboración propia.

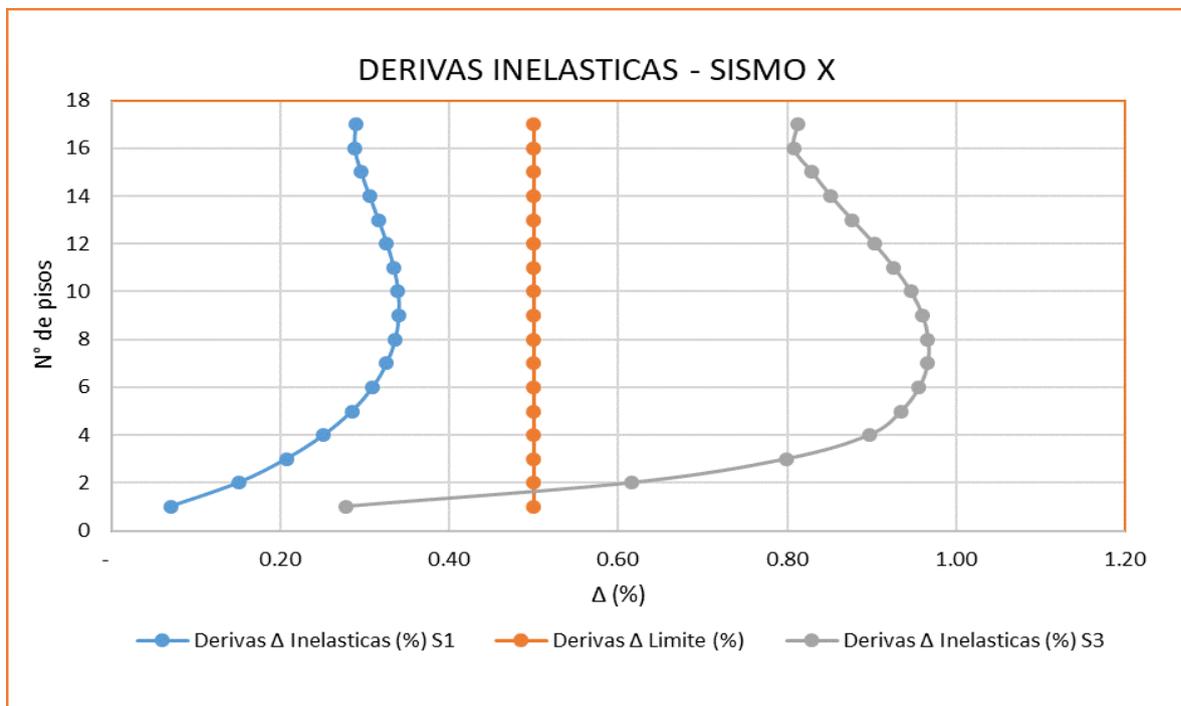


Figura 61. Representación gráfica de las derivas en la dirección “x” según el análisis lineal estático

Interpretación

Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 15 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 3.4 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 32 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 9.7 ‰, el cual está por encima del límite permisible de 5 ‰ en un 94 %. lo cual indica que con el tipo de suelo S3 la deriva máxima en el eje x esta un 126 % por encima de la deriva máxima con el tipo de suelo S1.

Tabla 60. Derivas de entrepiso en la dirección “y” según el análisis lineal estático.

Derivas de entrepiso en la dirección “Y” según el análisis estatico lineal.										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				Derivas Δ Limite (%)
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	
C. maquinas	42.3	43.73	0.001061	0.0029	0.29	97.99	0.00241	0.00650	0.65	0.5
C. ascensor	40.2	41.48	0.001059	0.0029	0.29	92.93	0.00241	0.00649	0.65	0.5
15	39	40.34	0.00127	0.0034	0.34	111.86	0.00299	0.00806	0.81	0.5
14	34.4	37.51	0.001302	0.0035	0.35	104.09	0.00304	0.00822	0.82	0.5
13	33.8	34.58	0.001336	0.0036	0.36	96.18	0.00311	0.00839	0.84	0.5
12	31.2	31.55	0.001367	0.0037	0.37	88.10	0.00317	0.00856	0.86	0.5
11	28.6	28.41	0.00139	0.0038	0.38	79.86	0.00323	0.00872	0.87	0.5
10	26	25.19	0.001401	0.0038	0.38	71.47	0.00327	0.00883	0.88	0.5
9	23.3	21.92	0.001393	0.0038	0.38	62.96	0.00329	0.00889	0.89	0.5
8	20.8	18.65	0.001364	0.0037	0.37	54.40	0.00329	0.00889	0.89	0.5
7	18.2	15.41	0.001312	0.0035	0.35	45.84	0.00326	0.00881	0.88	0.5
6	15.6	12.28	0.001232	0.0033	0.33	37.36	0.00320	0.00864	0.86	0.5
5	13	9.30	0.00112	0.0030	0.30	29.04	0.00309	0.00835	0.84	0.5
4	10.4	6.55	0.000972	0.0026	0.26	21.00	0.00290	0.00784	0.78	0.5
3	7.8	4.13	0.000782	0.0021	0.21	13.45	0.00252	0.00680	0.68	0.5
2	5.2	2.13	0.000544	0.0015	0.15	6.91	0.00187	0.00504	0.50	0.5
1	2.6	0.68	0.000239	0.0006	0.06	2.06	0.00079	0.00214	0.21	0.5

Fuente: Elaboración propia.

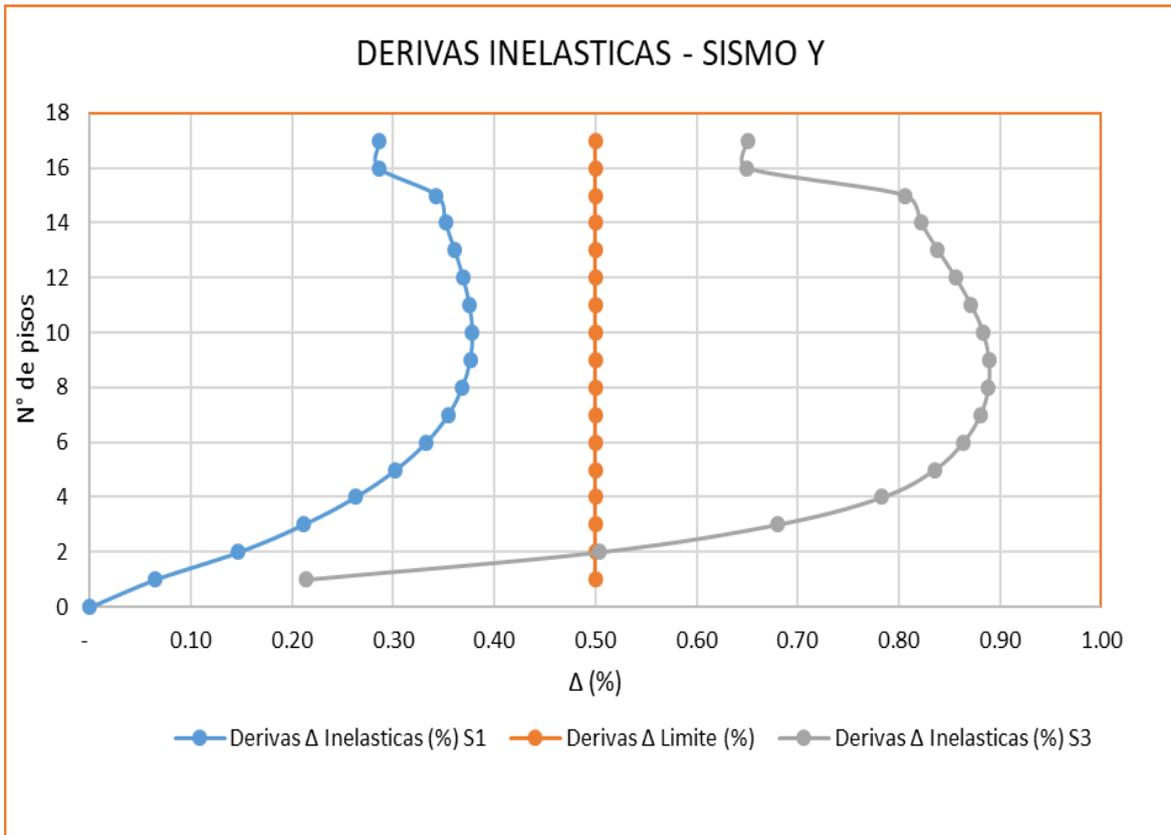


Figura 62. Representación gráfica de las derivas en la dirección “y” según el análisis lineal estático

Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 15 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “Y” llega a una deriva máximo de 3.8 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 24 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “Y” llega a una deriva máximo de 8.9 ‰, el cual está por encima del límite permisible de 5 ‰ en un 78 %. lo cual indica que con el tipo de suelo S3 la deriva máxima en el eje Y esta un 102 % por encima de la deriva máxima con el tipo de suelo S1.

➤ **Desarrollo del análisis lineal dinámico**

Luego del artículo N ° 18 de la norma E.030, para el análisis dinámico se utiliza un espectro de diseño, que corresponde a la demanda sísmica como sismo de diseño.

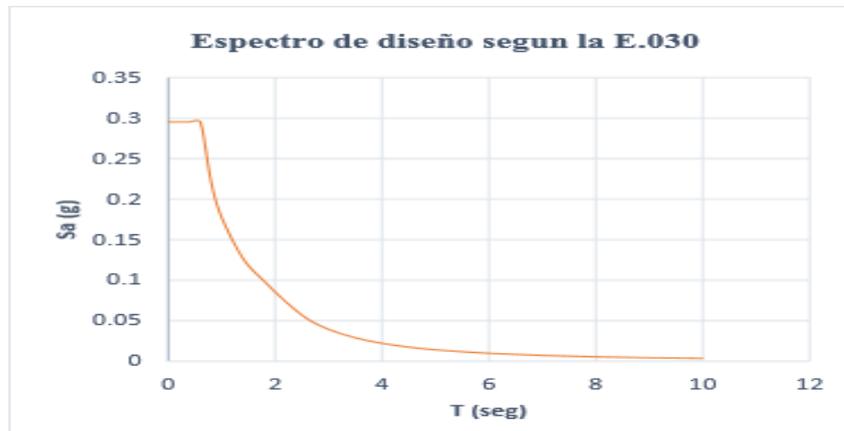


Figura 63: Espectro de diseño según la norma E.030.

A continuación, en la Tabla 61 se muestra los periodos de vibración hasta 12 segundos.

Tabla 61. Rango de periodos de vibración.

	T	C	ZUCS/R
T < Tp	0	2.50	0.313
	0.01	2.50	0.313
	0.02	2.50	0.313
	0.04	2.50	0.313
	0.06	2.50	0.313
Tp < T < T _L	0.08	2.50	0.313
	0.1	2.50	0.313
	0.4	2.50	0.313
	0.6	1.67	0.208
	1	1.00	0.125
	1.4	0.71	0.089
	1.6	0.63	0.078
	1.8	0.56	0.069
T > T _L	2	0.50	0.063
	2.5	0.40	0.050
	3	0.28	0.035
	3.5	0.20	0.026
	4	0.16	0.020
	4.5	0.12	0.015
	5	0.10	0.013
	6	0.07	0.009
	7	0.05	0.006
	8	0.04	0.005
	9	0.03	0.004
	10	0.03	0.003
	11	0.02	0.003
	12	0.02	0.002

Fuente: Elaboración propia.

c) Aceleración espectral (Sax, Say) El espectro pseudo de aceleraciones se calculó mediante la siguiente fórmula.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} * g \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Sin embargo, para la aceleración de 9.81 m / s² y T_p = 0.6 segundos, y considerando también C ≤ 2.5, la aceleración espectral se dibuja de acuerdo con la dirección del movimiento del terremoto y su período de vibración correspondiente, y se puede obtener la siguiente curva de aceleración.

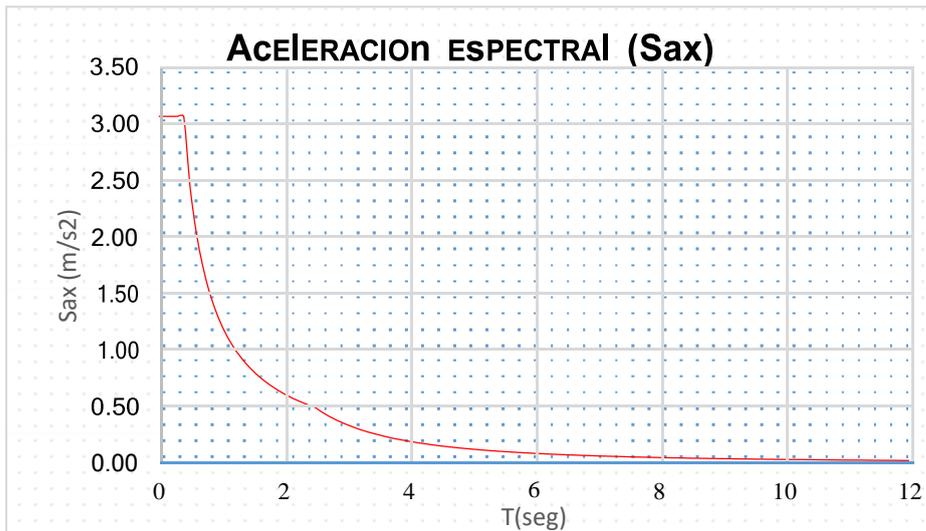


Figura 64. Aceleración espectral en la dirección "x".

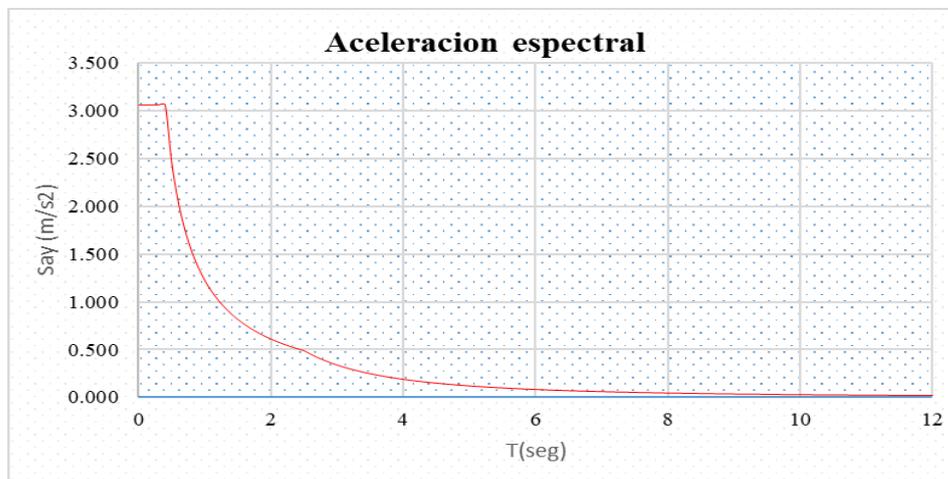


Figura 65. Aceleración espectral en la dirección "y"

b) Desplazamientos máximos

❖ Para sismos dinámico EQ-XX en la dirección “x”

Tabla 62. Desplazamientos máximos en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

TABLE: Story Max/Avg Displacements						
Story	Load Case/Combo	Directio	Maximur	Average	Ratio	
TECHO MAQ	Sismo Dinamico X-X Max	X	32.975	32.583	1.012	
TECHO ASCE	Sismo Dinamico X-X Max	X	31.172	30.83	1.011	
Story15	Sismo Dinamico X-X Max	X	30.809	29.974	1.028	
Story14	Sismo Dinamico X-X Max	X	28.578	27.815	1.027	
Story13	Sismo Dinamico X-X Max	X	26.279	25.588	1.027	
Story12	Sismo Dinamico X-X Max	X	23.909	23.29	1.027	
Story11	Sismo Dinamico X-X Max	X	21.481	20.931	1.026	
Story10	Sismo Dinamico X-X Max	X	19.02	18.532	1.026	
Story9	Sismo Dinamico X-X Max	X	16.531	16.106	1.026	
Story8	Sismo Dinamico X-X Max	X	14.046	13.686	1.026	
Story7	Sismo Dinamico X-X Max	X	11.602	11.306	1.026	
Story6	Sismo Dinamico X-X Max	X	9.236	9.001	1.026	
Story5	Sismo Dinamico X-X Max	X	6.994	6.819	1.026	
Story4	Sismo Dinamico X-X Max	X	4.932	4.81	1.025	
Story3	Sismo Dinamico X-X Max	X	3.111	3.036	1.025	
Story2	Sismo Dinamico X-X Max	X	1.608	1.57	1.024	
Story1	Sismo Dinamico X-X Max	X	0.513	0.502	1.023	

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje “7” del plano arquitectónico del inmueble.

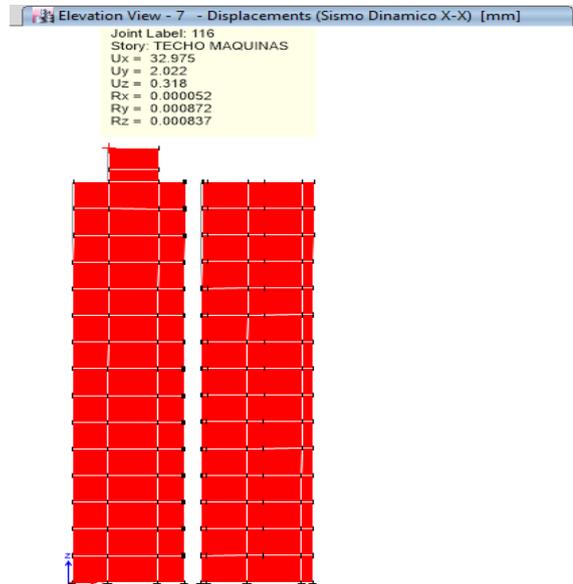


Figura 66. Desplazamientos máximos en el eje “7” según el análisis lineal dinámico.

❖ Para sismos dinámico EQ-YY en la dirección “y”

Tabla 63. Desplazamientos máximos en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico

TABLE: Story Max/Avg Displacements						
Story	Load Case/Combo	Directio	Maximui	Average	Ratio	
TECHO MAQUINAS	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	31.681	31.464	1.007	
TECHO ASCENSOR	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	29.891	29.666	1.008	
Story15	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	34.143	31.282	1.091	
Story14	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	31.57	28.918	1.092	
Story13	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	28.933	26.497	1.092	
Story12	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	26.233	24.018	1.092	
Story11	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	23.474	21.487	1.092	
Story10	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	20.677	18.922	1.093	
Story9	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	17.867	16.347	1.093	
Story8	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	15.083	13.796	1.093	
Story7	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	12.362	11.304	1.094	
Story6	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	9.749	8.913	1.094	
Story5	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	7.299	6.671	1.094	
Story4	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	5.07	4.633	1.094	
Story3	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	3.135	2.865	1.094	
Story2	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	1.575	1.44	1.094	
Story1	Sismo Dinamico Y-Y Max	Y	0.484	0.443	1.092	

A continuación, se muestra los desplazamientos máximos de los muros de ductilidad limitada en el eje “D” del plano arquitectónico del inmueble

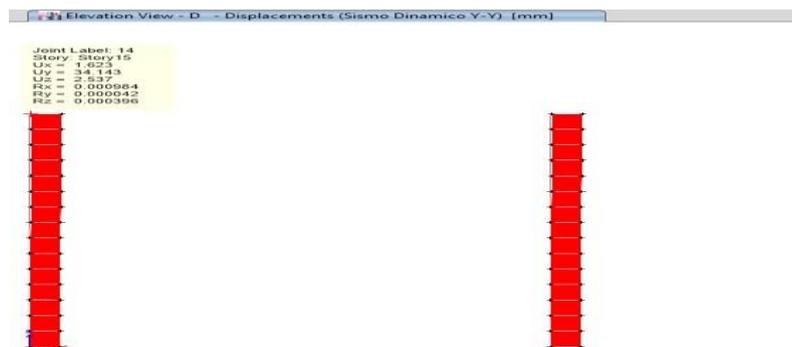


Figura 67. Desplazamientos máximos en el eje “J” según el análisis lineal dinámico.

d) Cortante basal dinámica

Tabla 64. Cortante dinámica máxima en la base del edificio.

TABLE: Story Forces									
Story	Load Case/Combo	Locati	P	VX	VY	T	MX	MY	
Story1	Sismo Dinamico X-X Max	Bottom	0.0003	1340.5111	52.1837	14513225.16	1465349.34	34075707.02	
Story1	Sismo Dinamico Y-Y Max	Bottom	0.0001	52.1992	1438.4107	28851952.96	37106988.21	1448343.24	

En resumen, se puede ver que cuando se aplica el terremoto EQ-XX, la fuerza de corte dinámica en la dirección "x" es mayor que la fuerza de corte en el eje "y". De manera similar, para el terremoto EQ-YY, la fuerza cortante en el eje "y" es mayor que la fuerza cortante en el eje "x".

Tabla 65. Cortante dinámica en la base en ambas direcciones.

SUELO S1		SUELO S3	
EQ-XX	EQ-YY	EQ-XX	EQ-YY
VX = 1340.51 Tn	VX = 52.18 Tn	VX = 2261.31Tn	VX = 85.53 Tn
VY = 52.20 Tn	VY = 1438.41 Tn	VY = 85.53 Tn	VY = 2304.22 Tn

Elaboración: Fuente propia.

F. Distribución de las fuerzas sísmicas

- ❖ Cortantes dinámicas para sismos EQ-XX en la dirección "x".

Tabla 66. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección "X"

Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección "x".					
		SUELO S1		SUELO S3	
N° de pisos	altura (m)	Vx(Tn)	Vy (Tn)	Vx(Tn)	Vy (Tn)
C. maquinas	42.3	5.32	0.10	6.348	0.1603
C. ascensor	40.2	9.34	0.24	11.9393	0.3856
15	39	188.47	6.03	281.2672	9.8512
14	34.4	381.50	13.28	595.6153	21.7544
13	33.8	534.53	19.87	866.4941	32.6154
12	31.2	658.51	25.80	1102.5215	42.4208
11	28.6	762.08	31.07	1309.5576	51.1599
10	26	851.66	35.70	1491.7592	58.8303
9	23.3	931.97	39.70	1651.7989	65.4391
8	20.8	1,006.26	43.09	1791.6864	71.0051
7	18.2	1,076.33	45.88	1912.9358	75.5587
6	15.6	1,142.11	48.10	2016.1499	79.1442
5	13	1,202.34	49.78	2101.3738	81.8237
4	10.4	1,255.03	50.96	2168.5809	83.6811
3	7.8	1,297.46	51.70	2217.5188	84.8268
2	5.2	1,326.64	52.07	2248.0822	85.4016
1	2.6	1,340.51	52.18	2261.3129	85.5804
cimentacion	0	0	0	0	0

Elaboración: Fuente propia.

❖ Cortantes dinámicas para sismos EQ-YY en la dirección “y”

Tabla 67. Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “y”.

Cortante basal dinámica por piso para sismos en la dirección “y”.					
N° de pisos	altura (m)	SUELO S1		SUELO S3	
		Vx(Tn)	Vy (Tn)	Vx(Tn)	Vy (Tn)
C. maquinas	42.3	0.06	4.15	0.0734	5.1689
C. ascensor	40.2	0.11	8.22	0.1728	10.8599
15	39	5.70	202.93	9.2897	293.6046
14	34.4	12.77	410.81	20.8487	618.6463
13	33.8	19.24	576.38	31.4808	896.9694
12	31.2	25.11	711.93	41.1589	1138.523
11	28.6	30.36	826.12	49.8562	1349.7103
10	26	35.01	925.49	57.5572	1535.0114
9	23.3	39.05	1,014.63	64.2537	1697.4951
8	20.8	42.50	1,096.30	69.9469	1839.1472
7	18.2	45.38	1,171.72	74.6607	1961.1881
6	15.6	47.70	1,240.94	78.43	2064.3415
5	13	49.50	1,302.99	81.3004	2148.9361
4	10.4	50.78	1,355.91	83.3392	2214.9215
3	7.8	51.62	1,397.29	84.6365	2262.244
2	5.2	52.05	1,425.13	85.3143	2291.4516
1	2.6	52.20	1,438.41	85.5371	2304.2269
cimentacion	0	0	0	0	0

Elaboración: Fuente propia.

Tabla 68. Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Derivas de entrepiso en la dirección “x” según el análisis dinámico lineal										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				Derivas Δ Limite (%)
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	
C. maquinas	42.3	32.98	0.0009	0.0024	0.24	59.59	0.00155	0.00419	0.42	0.5
C. ascensor	40.2	31.17	0.0009	0.0023	0.23	56.35	0.00154	0.00415	0.41	0.5
15	39	30.81	0.0009	0.0023	0.23	55.95	0.00156	0.00421	0.42	0.5
14	34.4	28.58	0.0009	0.0024	0.24	51.91	0.00161	0.00435	0.44	0.5
13	33.8	26.28	0.0009	0.0025	0.25	47.74	0.00167	0.00450	0.45	0.5
12	31.2	23.91	0.0010	0.0026	0.26	43.43	0.00172	0.00464	0.46	0.5
11	28.6	21.48	0.0010	0.0026	0.26	38.99	0.00175	0.00473	0.47	0.5
10	26	19.02	0.0010	0.0026	0.26	34.46	0.00177	0.00478	0.48	0.5
9	23.3	16.53	0.0010	0.0026	0.26	29.88	0.00176	0.00476	0.48	0.5
8	20.8	14.05	0.0010	0.0026	0.26	25.32	0.00173	0.00467	0.47	0.5
7	18.2	11.60	0.0009	0.0025	0.25	20.84	0.00167	0.00450	0.45	0.5
6	15.6	9.24	0.0009	0.0023	0.23	16.52	0.00157	0.00423	0.42	0.5
5	13	6.99	0.0008	0.0021	0.21	12.45	0.00143	0.00386	0.39	0.5
4	10.4	4.93	0.0007	0.0019	0.19	8.74	0.00125	0.00339	0.34	0.5
3	7.8	3.11	0.0006	0.0016	0.16	5.48	0.00103	0.00277	0.28	0.5
2	5.2	1.61	0.0004	0.0011	0.11	2.82	0.00074	0.00199	0.20	0.5
1	2.6	0.51	0.0002	0.0005	0.05	0.90	0.00035	0.00093	0.09	0.5

Elaboración: Fuente propia.

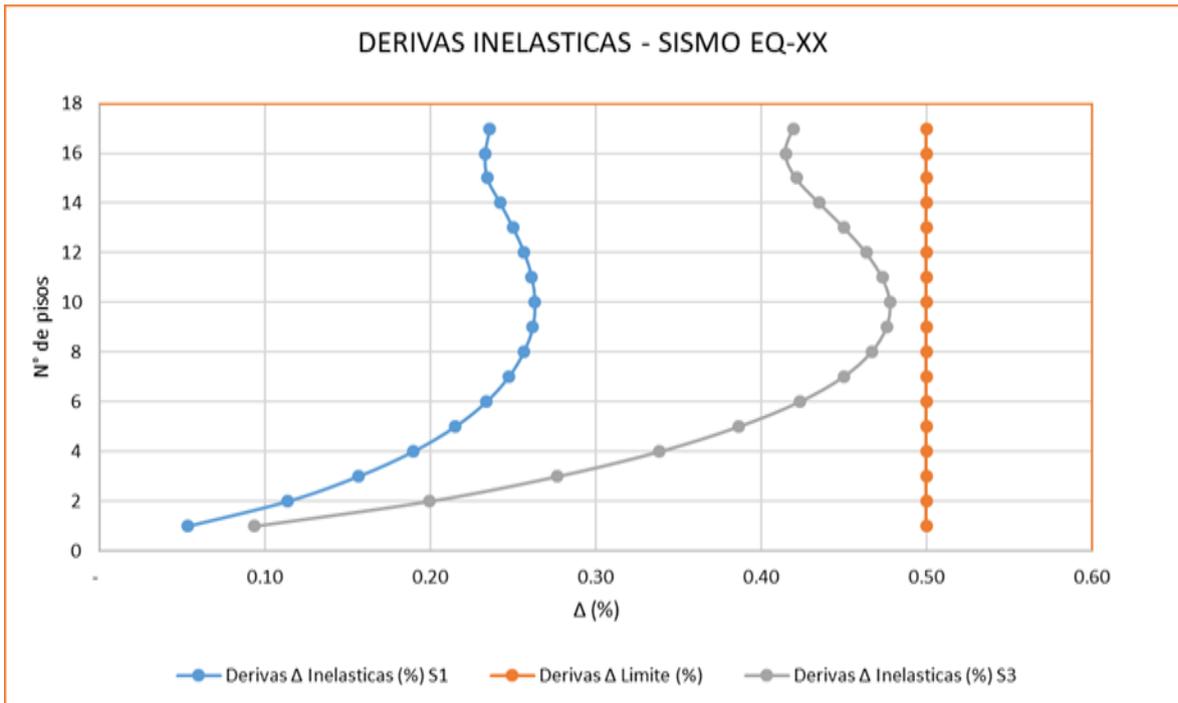


Figura 68. Representación gráfica de las derivas en la dirección “x” según el análisis lineal dinámico.

Interpretación

Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 15 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 2.6 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 48 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje “X” llega a una deriva máximo de 4.8 ‰, el cual está por encima del límite permisible de 5 ‰ en un 96 %. lo cual indica que con el tipo de suelo S1 la deriva máxima en el eje x esta un 50 % por debajo de la deriva máxima con el tipo de suelo S3.

Tabla 69. Derivas de entropeso en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico

Derivas de entropeso en la dirección “y” según el análisis dinámico lineal										
Pisos	Altura	tipo de suelo S 1				tipo de suelo S 3				Derivas Δ Limite (%)
		Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S1	Desplazamientos	Derivas Δ Elásticas	Derivas Δ Inelásticas	Derivas Δ Inelásticas (%) S3	
C. maquinas	42.3	43.73	0.0009	0.0024	0.24	53.06	0.00145	0.00392	0.39	0.5
C. ascensor	40.2	41.48	0.0009	0.0023	0.23	50.06	0.00144	0.00388	0.39	0.5
15	39	40.34	0.0010	0.0027	0.27	56.59	0.00165	0.00444	0.44	0.5
14	34.4	37.51	0.0010	0.0028	0.28	52.33	0.00169	0.00456	0.46	0.5
13	33.8	34.58	0.0010	0.0028	0.28	47.95	0.00173	0.00468	0.47	0.5
12	31.2	31.55	0.0011	0.0029	0.29	43.46	0.00177	0.00478	0.48	0.5
11	28.6	28.41	0.0011	0.0029	0.29	38.87	0.00180	0.00486	0.49	0.5
10	26	25.19	0.0011	0.0029	0.29	34.21	0.00181	0.00488	0.49	0.5
9	23.3	21.92	0.0011	0.0029	0.29	29.53	0.00179	0.00483	0.48	0.5
8	20.8	18.65	0.0011	0.0028	0.28	24.89	0.00175	0.00471	0.47	0.5
7	18.2	15.41	0.0010	0.0027	0.27	20.36	0.00167	0.00451	0.45	0.5
6	15.6	12.28	0.0009	0.0026	0.26	16.02	0.00156	0.00422	0.42	0.5
5	13	9.30	0.0009	0.0023	0.23	11.96	0.00141	0.00382	0.38	0.5
4	10.4	6.55	0.0007	0.0020	0.20	8.29	0.00122	0.00330	0.33	0.5
3	7.8	4.13	0.0006	0.0016	0.16	5.11	0.00098	0.00265	0.26	0.5
2	5.2	2.13	0.0004	0.0011	0.11	2.56	0.00068	0.00184	0.18	0.5
1	2.6	0.68	0.0002	0.0005	0.05	0.79	0.00031	0.00082	0.08	0.5

Elaboración: Fuente propia.

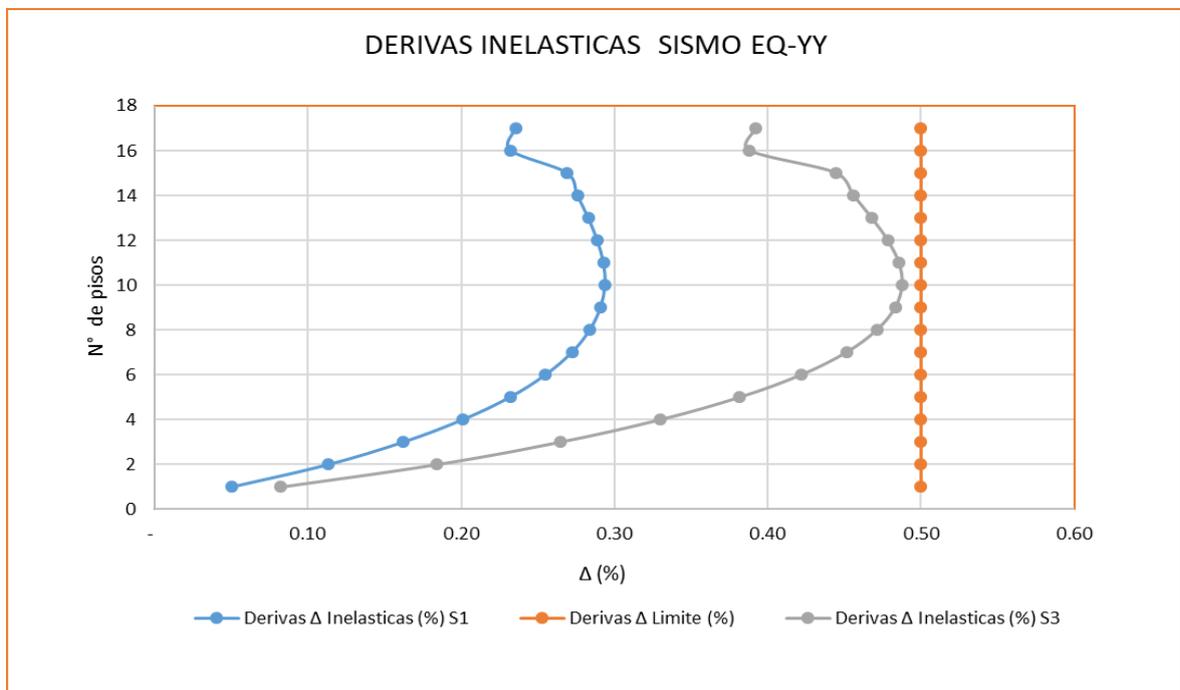


Figura 69. Representación gráfica de las derivas en la dirección “y” según el análisis lineal dinámico

Interpretación

Se observa en las gráficas de derivas según la norma E-030 para el edificio de 15 niveles con el tipo de suelo S1 en el eje "Y" llega a una deriva máximo de 2.9 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 42 % a diferencia de con el tipo de suelo S3 en el eje "Y" llega a una deriva máximo de 4.9 ‰, el cual está por debajo del límite permisible de 5 ‰ en un 2%. lo cual indica que con el tipo de suelo S1 la deriva máxima en el eje Y esta un 40 % por debajo de la deriva máxima con el tipo de suelo S3.

➤ Desarrollo del análisis estático no lineal Pushover

El análisis de empuje (pushover) analisis estático no lineal incluye la descomposición de la estructura de diseño. Por tanto, en este tipo de análisis se consideran directamente las características no lineales de la relación fuerza-deformación del material y se observa su respuesta inelástica. Asimismo, el proceso de análisis está representado gráficamente por la curva de capacidad para evaluar la función de la vivienda plurifamiliar en base a indicadores previos, verificar su diseño y estimar el desplazamiento máximo de la estructura. Por lo tanto, este tipo de análisis estático no lineal ayuda a explicar cómo funciona realmente la estructura a través de modos de falla y colapso progresivo simulado.

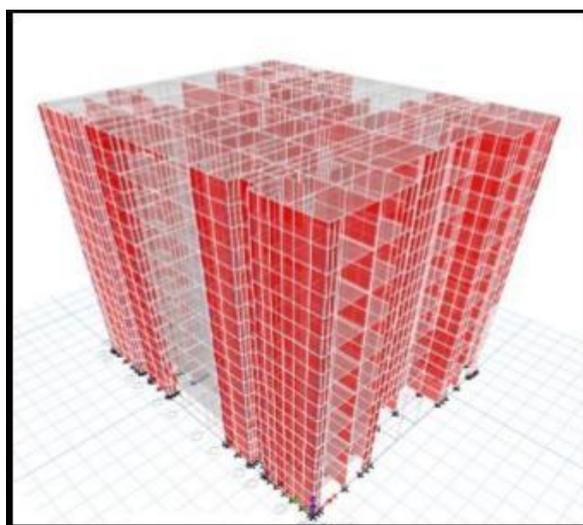


Figura 70. Modelamiento en etabs v. 2018 edificio de 15 niveles

➤ **Desarrollo de las curvas de capacidad**

Según el análisis, se puede observar que la curva de capacidad es de comportamiento lineal hasta que se obtiene el cortante en el 1er nivel de 1,602 toneladas y se obtiene el desplazamiento lateral de 2.5 cm en la segunda etapa. Sin embargo, a partir de este punto se muestra un gran aumento en el desplazamiento lateral y cizallamiento de cimentación de la estructura, lo que se debe a que la estructura ha perdido su rigidez en la zona plástica de sus elementos. Por lo tanto, cuando se aplicó una fuerza de corte de 10,211 toneladas, la estructura alcanzó su capacidad límite, lo que resultó en un desplazamiento de 40.1 cm y colapsó

Tabla 70. Cortante basal vs desplazamientos

SUELO S1		SUELO S3	
o (cm)	F (Ton)	o (cm)	F (Ton)
0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	1,602.5	2.5	1,602.5
8.0	3,948.6	8.0	3,948.6
13.1	5,497.1	13.1	5,497.1
18.9	6,921.8	18.9	6,921.8
23.9	7,988.1	23.9	7,988.1
29.1	8,972.8	29.1	8,972.8
34.5	9,710.3	34.5	9,710.3
36.7	9,922.2	36.7	9,922.2
38.7	10,091.3	38.7	10,091.3
38.8	10,096.1	38.8	10,096.1
39.6	10,167.2	39.6	10,167.2
39.7	10,166.9	39.7	10,166.9
40.1	10,205.2	40.1	10,205.2
40.1	10,205.6	40.1	10,205.6
40.1	10,210.6	40.1	10,210.6

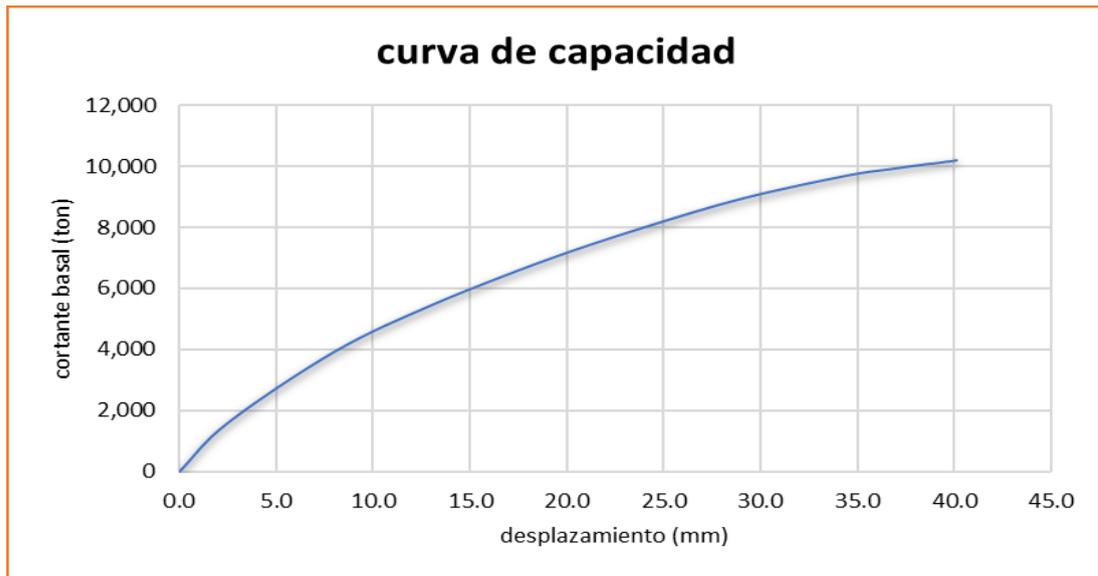


Figura 71. Curva de capacidad de esbeltez y longitud del muro $H_w/l_w > 2$

Desarrollo del rango de demanda y rango de capacidad

Obtención del alcance de la demanda

El espectro sísmico de la norma sísmica peruana E.030 se deriva de la aceleración y período natural de la estructura. Por lo tanto, debe convertirse al formato S_a vs S_d (aceleración espectral y desplazamiento espectral). A continuación, según el tipo de terremoto (frecuencia, ocasional, raro y muy raro), el espectro de frecuencia sísmica se convertirá en el grado de daño que la estructura pueda causar.

Tabla 71. Niveles de demanda sísmica para Perú según la UBC

Sismo	Nivel de demanda
Frecuente	0.20g
Ocasional	0.25g
Raro	0.40g
Muy raro	0.50g

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Aceleraciones espectrales de acuerdo a los niveles demanda sísmica.

Espectro sísmico de aceleraciones							
Norma sísmoresistente E. 030				frecuente	ocasional	raro	muy raro
T (seg)	C	ZUCS/R	Sa (g)	Sa1 (g)	Sa2 (g)	Sa3 (g)	Sa4 (g)
0	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.01	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.02	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.03	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.04	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.05	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.06	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.07	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.08	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.09	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.1	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.2	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.3	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.4	2.50	3.065	3.065	0.6129	0.6129	0.6129	0.6129
0.5	2.00	2.452	2.452	0.4903	0.4903	0.4903	0.4903
0.6	1.67	2.043	2.043	0.4086	0.4086	0.4086	0.4086
0.7	1.43	1.751	1.751	0.3502	0.3502	0.3502	0.3502
0.8	1.25	1.532	1.532	0.3065	0.3065	0.3065	0.3065
0.9	1.11	1.362	1.362	0.2724	0.2724	0.2724	0.2724
1	1.00	1.226	1.226	0.2452	0.2452	0.2452	0.2452
1.1	0.91	1.114	1.114	0.2229	0.2229	0.2229	0.2229
1.2	0.83	1.022	1.022	0.2043	0.2043	0.2043	0.2043
1.3	0.77	0.943	0.943	0.1886	0.1886	0.1886	0.1886
1.4	0.71	0.876	0.876	0.1751	0.1751	0.1751	0.1751
1.5	0.67	0.817	0.817	0.1634	0.1634	0.1634	0.1634
1.6	0.63	0.766	0.766	0.1532	0.1532	0.1532	0.1532
1.7	0.59	0.721	0.721	0.1442	0.1442	0.1442	0.1442
1.8	0.56	0.681	0.681	0.1362	0.1362	0.1362	0.1362
1.9	0.53	0.645	0.645	0.1290	0.1290	0.1290	0.1290
2	0.50	0.613	0.613	0.1226	0.1226	0.1226	0.1226
2.1	0.48	0.584	0.584	0.1167	0.1167	0.1167	0.1167
2.2	0.45	0.557	0.557	0.1114	0.1114	0.1114	0.1114
2.3	0.43	0.533	0.533	0.1066	0.1066	0.1066	0.1066
2.4	0.42	0.511	0.511	0.1022	0.1022	0.1022	0.1022
2.5	0.40	0.490	0.490	0.0981	0.0981	0.0981	0.0981
2.6	0.37	0.453	0.453	0.0907	0.0907	0.0907	0.0907
2.7	0.34	0.420	0.420	0.0841	0.0841	0.0841	0.0841
2.8	0.32	0.391	0.391	0.0782	0.0782	0.0782	0.0782

2.9	0.30	0.364	0.364	0.0729	0.0729	0.0729	0.0729
3	0.28	0.341	0.341	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681
3.1	0.26	0.319	0.319	0.0638	0.0638	0.0638	0.0638
3.2	0.24	0.299	0.299	0.0599	0.0599	0.0599	0.0599
3.3	0.23	0.281	0.281	0.0563	0.0563	0.0563	0.0563
3.4	0.22	0.265	0.265	0.0530	0.0530	0.0530	0.0530
3.5	0.20	0.250	0.250	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500
3.6	0.19	0.236	0.236	0.0473	0.0473	0.0473	0.0473
3.7	0.18	0.224	0.224	0.0448	0.0448	0.0448	0.0448
3.8	0.17	0.212	0.212	0.0424	0.0424	0.0424	0.0424
3.9	0.16	0.201	0.201	0.0403	0.0403	0.0403	0.0403
4	0.16	0.192	0.192	0.0383	0.0383	0.0383	0.0383
4.1	0.15	0.182	0.182	0.0365	0.0365	0.0365	0.0365
4.2	0.14	0.174	0.174	0.0347	0.0347	0.0347	0.0347
4.3	0.14	0.166	0.166	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331
4.4	0.13	0.158	0.158	0.0317	0.0317	0.0317	0.0317
4.5	0.12	0.151	0.151	0.0303	0.0303	0.0303	0.0303
4.6	0.12	0.145	0.145	0.0290	0.0290	0.0290	0.0290
4.7	0.11	0.139	0.139	0.0277	0.0277	0.0277	0.0277
4.8	0.11	0.133	0.133	0.0266	0.0266	0.0266	0.0266
4.9	0.10	0.128	0.128	0.0255	0.0255	0.0255	0.0255
5	0.10	0.123	0.123	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245
5.1	0.10	0.118	0.118	0.0236	0.0236	0.0236	0.0236
5.2	0.09	0.113	0.113	0.0227	0.0227	0.0227	0.0227
5.3	0.09	0.109	0.109	0.0218	0.0218	0.0218	0.0218
5.4	0.09	0.105	0.105	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210
5.5	0.08	0.101	0.101	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203
5.6	0.08	0.098	0.098	0.0195	0.0195	0.0195	0.0195
5.7	0.08	0.094	0.094	0.0189	0.0189	0.0189	0.0189
5.8	0.07	0.091	0.091	0.0182	0.0182	0.0182	0.0182
5.9	0.07	0.088	0.088	0.0176	0.0176	0.0176	0.0176
6	0.07	0.085	0.085	0.0170	0.0170	0.0170	0.0170
6.1	0.07	0.082	0.082	0.0165	0.0165	0.0165	0.0165
6.2	0.07	0.080	0.080	0.0159	0.0159	0.0159	0.0159
6.3	0.06	0.077	0.077	0.0154	0.0154	0.0154	0.0154
6.4	0.06	0.075	0.075	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150
6.5	0.06	0.073	0.073	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
6.6	0.06	0.070	0.070	0.0141	0.0141	0.0141	0.0141
6.7	0.06	0.068	0.068	0.0137	0.0137	0.0137	0.0137
6.8	0.05	0.066	0.066	0.0133	0.0133	0.0133	0.0133
6.9	0.05	0.064	0.064	0.0129	0.0129	0.0129	0.0129
7	0.05	0.063	0.063	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125
7.1	0.05	0.061	0.061	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122
7.2	0.05	0.059	0.059	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118

7.3	0.05	0.058	0.058	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115
7.4	0.05	0.056	0.056	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112
7.5	0.04	0.054	0.054	0.0109	0.0109	0.0109	0.0109
7.6	0.04	0.053	0.053	0.0106	0.0106	0.0106	0.0106
7.7	0.04	0.052	0.052	0.0103	0.0103	0.0103	0.0103
7.8	0.04	0.050	0.050	0.0101	0.0101	0.0101	0.0101
7.9	0.04	0.049	0.049	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098
8	0.04	0.048	0.048	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096
8.1	0.04	0.047	0.047	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
8.2	0.04	0.046	0.046	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091
8.3	0.04	0.044	0.044	0.0089	0.0089	0.0089	0.0089
8.4	0.04	0.043	0.043	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087
8.5	0.03	0.042	0.042	0.0085	0.0085	0.0085	0.0085
8.6	0.03	0.041	0.041	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083
8.7	0.03	0.040	0.040	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081
8.8	0.03	0.040	0.040	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079
8.9	0.03	0.039	0.039	0.0077	0.0077	0.0077	0.0077
9	0.03	0.038	0.038	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076
9.1	0.03	0.037	0.037	0.0074	0.0074	0.0074	0.0074
9.2	0.03	0.036	0.036	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072
9.3	0.03	0.035	0.035	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071
9.4	0.03	0.035	0.035	0.0069	0.0069	0.0069	0.0069
9.5	0.03	0.034	0.034	0.0068	0.0068	0.0068	0.0068
9.6	0.03	0.033	0.033	0.0067	0.0067	0.0067	0.0067
9.7	0.03	0.033	0.033	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065
9.8	0.03	0.032	0.032	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064
9.9	0.03	0.031	0.031	0.0063	0.0063	0.0063	0.0063
10	0.03	0.031	0.031	0.0061	0.0061	0.0061	0.0061
11	0.02	0.025	0.025	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051
12	0.02	0.021	0.021	0.0043	0.0043	0.0043	0.0043

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, para el cálculo del espectro de demanda S_{de} (desplazamientos inelásticos) será mediante la siguiente fórmula

$$S_{de} = \frac{S_{ae}}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}$$

A continuación, en la siguiente Tabla 28, se muestra los resultados obtenidos mediante la fórmula 3.11

Tabla 73. Desplazamientos espectrales de acuerdo a la demanda sísmica

Espectro de demanda sísmica (desplazamiento espectral)							
Norma sismoresistente E. 030				frecuente	ocasional	raro	muy raro
T (seg)	C	ZUCS/R	Sde (g)	Sd1 (g)	Sd2 (g)	Sd3 (g)	Sd4 (g)
0	2.50	3.065	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.01	2.50	3.065	0.0076	0.0015	0.0019	0.0030	0.0038
0.02	2.50	3.065	0.0305	0.0061	0.0076	0.0122	0.0152
0.03	2.50	3.065	0.0685	0.0137	0.0171	0.0274	0.0343
0.04	2.50	3.065	0.1218	0.0244	0.0305	0.0487	0.0609
0.05	2.50	3.065	0.1904	0.0381	0.0476	0.0762	0.0952
0.06	2.50	3.065	0.2741	0.0548	0.0685	0.1097	0.1371
0.07	2.50	3.065	0.3731	0.0746	0.0933	0.1493	0.1866
0.08	2.50	3.065	0.4874	0.0975	0.1218	0.1949	0.2437
0.09	2.50	3.065	0.6168	0.1234	0.1542	0.2467	0.3084
0.1	2.50	3.065	0.7615	0.1523	0.1904	0.3046	0.3808
0.2	2.50	3.065	3.0461	0.6092	0.7615	1.2184	1.5230
0.3	2.50	3.065	6.8537	1.3707	1.7134	2.7415	3.4268
0.4	2.50	3.065	12.1843	2.4369	3.0461	4.8737	6.0921
0.5	2.00	2.452	15.2304	3.0461	3.8076	6.0921	7.6152
0.6	1.67	2.043	18.2764	3.6553	4.5691	7.3106	9.1382
0.7	1.43	1.751	21.3225	4.2645	5.3306	8.5290	10.6612
0.8	1.25	1.532	24.3686	4.8737	6.0921	9.7474	12.1843
0.9	1.11	1.362	27.4146	5.4829	6.8537	10.9659	13.7073
1	1.00	1.226	30.4607	6.0921	7.6152	12.1843	15.2304
1.1	0.91	1.114	33.5068	6.7014	8.3767	13.4027	16.7534
1.2	0.83	1.022	36.5528	7.3106	9.1382	14.6211	18.2764
1.3	0.77	0.943	39.5989	7.9198	9.8997	15.8396	19.7995
1.4	0.71	0.876	42.6450	8.5290	10.6612	17.0580	21.3225
1.5	0.67	0.817	45.6911	9.1382	11.4228	18.2764	22.8455
1.6	0.63	0.766	48.7371	9.7474	12.1843	19.4949	24.3686
1.7	0.59	0.721	51.7832	10.3566	12.9458	20.7133	25.8916
1.8	0.56	0.681	54.8293	10.9659	13.7073	21.9317	27.4146
1.9	0.53	0.645	57.8753	11.5751	14.4688	23.1501	28.9377
2	0.50	0.613	60.9214	12.1843	15.2304	24.3686	30.4607
2.1	0.48	0.584	63.9675	12.7935	15.9919	25.5870	31.9837
2.2	0.45	0.557	67.0136	13.4027	16.7534	26.8054	33.5068
2.3	0.43	0.533	70.0596	14.0119	17.5149	28.0238	35.0298
2.4	0.42	0.511	73.1057	14.6211	18.2764	29.2423	36.5528
2.5	0.40	0.490	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
2.6	0.37	0.453	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759

2.7	0.34	0.420	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
2.8	0.32	0.391	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
2.9	0.30	0.364	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3	0.28	0.341	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.1	0.26	0.319	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.2	0.24	0.299	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.3	0.23	0.281	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.4	0.22	0.265	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.5	0.20	0.250	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.6	0.19	0.236	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.7	0.18	0.224	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.8	0.17	0.212	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
3.9	0.16	0.201	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4	0.16	0.192	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.1	0.15	0.182	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.2	0.14	0.174	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.3	0.14	0.166	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.4	0.13	0.158	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.5	0.12	0.151	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.6	0.12	0.145	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.7	0.11	0.139	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.8	0.11	0.133	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
4.9	0.10	0.128	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5	0.10	0.123	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.1	0.10	0.118	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.2	0.09	0.113	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.3	0.09	0.109	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.4	0.09	0.105	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.5	0.08	0.101	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.6	0.08	0.098	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.7	0.08	0.094	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.8	0.07	0.091	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
5.9	0.07	0.088	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6	0.07	0.085	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.1	0.07	0.082	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.2	0.07	0.080	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.3	0.06	0.077	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.4	0.06	0.075	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.5	0.06	0.073	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.6	0.06	0.070	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.7	0.06	0.068	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.8	0.05	0.066	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
6.9	0.05	0.064	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7	0.05	0.063	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759

7.1	0.05	0.061	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.2	0.05	0.059	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.3	0.05	0.058	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.4	0.05	0.056	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.5	0.04	0.054	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.6	0.04	0.053	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.7	0.04	0.052	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.8	0.04	0.050	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
7.9	0.04	0.049	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8	0.04	0.048	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.1	0.04	0.047	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.2	0.04	0.046	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.3	0.04	0.044	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.4	0.04	0.043	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.5	0.03	0.042	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.6	0.03	0.041	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.7	0.03	0.040	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.8	0.03	0.040	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
8.9	0.03	0.039	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9	0.03	0.038	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.1	0.03	0.037	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.2	0.03	0.036	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.3	0.03	0.035	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.4	0.03	0.035	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.5	0.03	0.034	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.6	0.03	0.033	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.7	0.03	0.033	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.8	0.03	0.032	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
9.9	0.03	0.031	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
10	0.03	0.031	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
11	0.02	0.025	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759
12	0.02	0.021	76.1518	15.2304	19.0379	30.4607	38.0759

Por consiguiente, se obtiene las siguientes graficas de espectro de demanda según el nivel de daño estructural

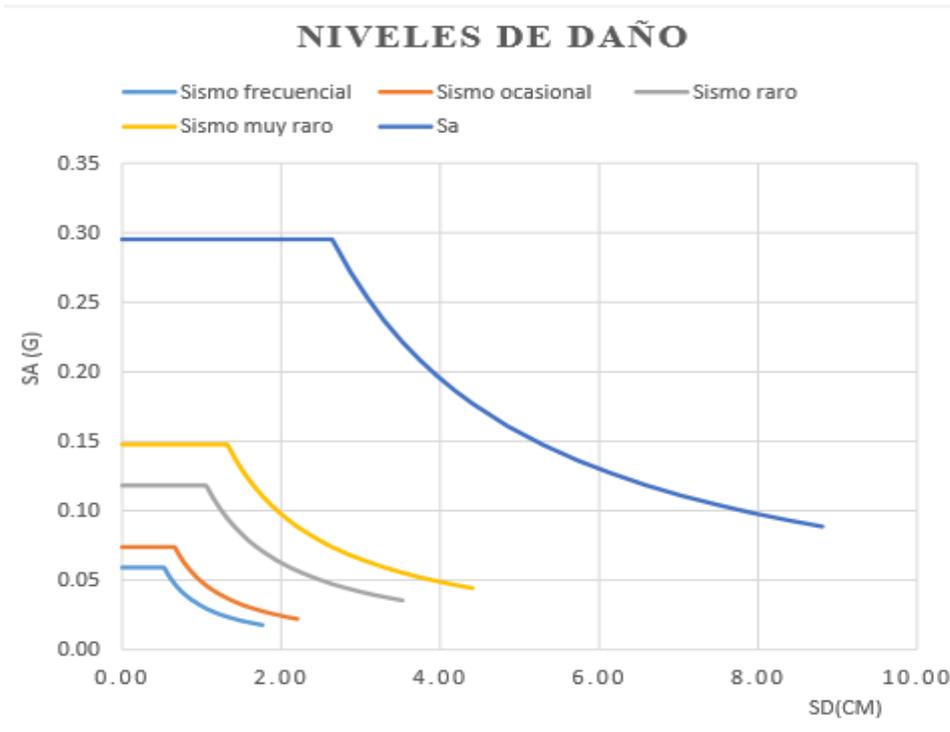


Figura 72. niveles de daños

Asignamos la carga por gravedad no lineal, primero determinamos el 100% de la carga viva y el 25% de la carga estática del edificio (carga muerta); de acuerdo con la norma E-030:

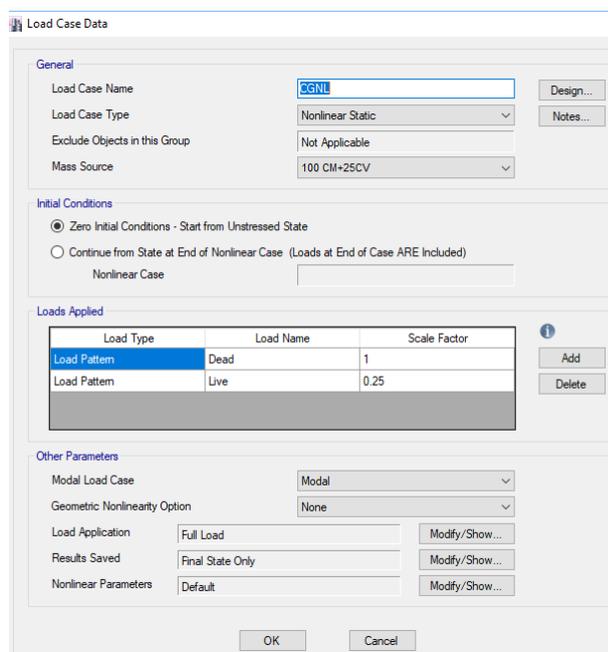


Figura 73. Carga por gravedad No Lineal

Para el cálculo de las rotulas plásticas, se considera, establecidas por el ASCE que nos da la asignación de las rotulas plásticas en muros. Este reglamento nos orienta para evaluar dos cumplimientos:

$$\frac{d}{3} > \text{separación de estribo}$$

$$V_s > V_u * 0.75$$

Table 10-7. Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Beams

Conditions	Modeling Parameters ^a			Acceptance Criteria ^a		
	Plastic Rotations Angle (radians)	Residual Strength Ratio	c	Plastic Rotations Angle (radians)		
				IO	LS	CP
Condition i. Beams controlled by flexure ^b						
$\frac{p - p'}{p_{bal}}$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{b_w d_s f'_c}$				
≤0.0	C	≤3 (0.25)	0.025	0.05	0.2	0.010 0.025 0.05
≤0.0	C	≥6 (0.5)	0.02	0.04	0.2	0.005 0.02 0.04
≥0.5	C	≤3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≥0.5	C	≥6 (0.5)	0.015	0.02	0.2	0.005 0.015 0.02
≤0.0	NC	≤3 (0.25)	0.02	0.03	0.2	0.005 0.02 0.03
≤0.0	NC	≥6 (0.5)	0.01	0.015	0.2	0.0015 0.01 0.015
≥0.5	NC	≤3 (0.25)	0.01	0.015	0.2	0.005 0.01 0.015
≥0.5	NC	≥6 (0.5)	0.005	0.01	0.2	0.0015 0.005 0.01
Condition ii. Beams controlled by shear ^b						
Stirrup spacing ≤ d/2			0.0030	0.02	0.2	0.0015 0.01 0.02
Stirrup spacing > d/2			0.0030	0.01	0.2	0.0015 0.005 0.01
Condition iii. Beams controlled by inadequate development or splicing along the span ^b						
Stirrup spacing ≤ d/2			0.0030	0.02	0.0	0.0015 0.01 0.02
Stirrup spacing > d/2			0.0030	0.01	0.0	0.0015 0.005 0.01
Condition iv. Beams controlled by inadequate embedment into beam-column joint ^b			0.015	0.03	0.2	0.01 0.02 0.03

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.

^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.

^bWhere more than one of conditions i, ii, iii, and iv occur for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.

^c"C" and "NC" are abbreviations for conforming and nonconforming transverse reinforcement, respectively. Transverse reinforcement is conforming if, within the flexural plastic hinge region, hoops are spaced at ≤ d/3, and if, for components of moderate and high ductility demand, the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Otherwise, the transverse reinforcement is considered nonconforming.

^d V is the design shear force from NSP or NDP.

Figura 74. ASCE: Tabla 10-7

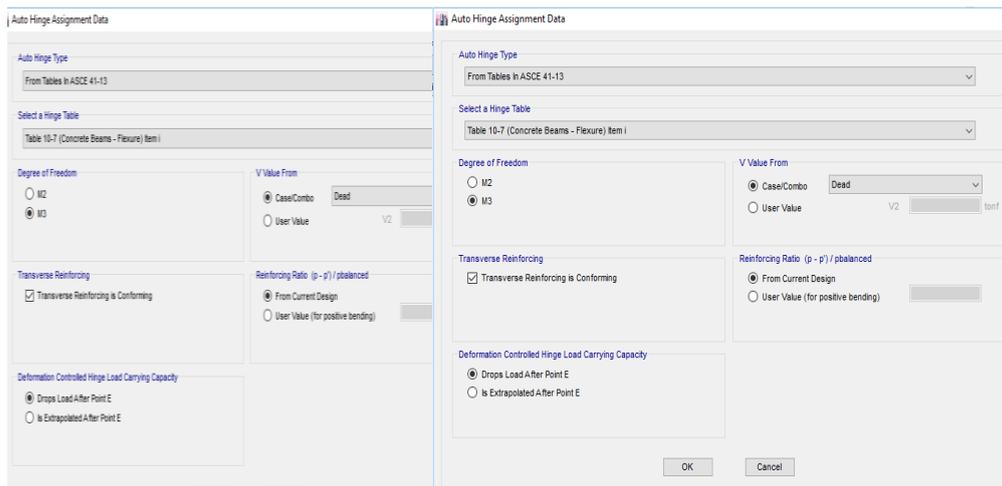


Figura 75. Asignación de rotulas plásticas

La distancia asignada de cada rótula en relación a la luz de la viga, será entre alrededor del 10% y 90%.

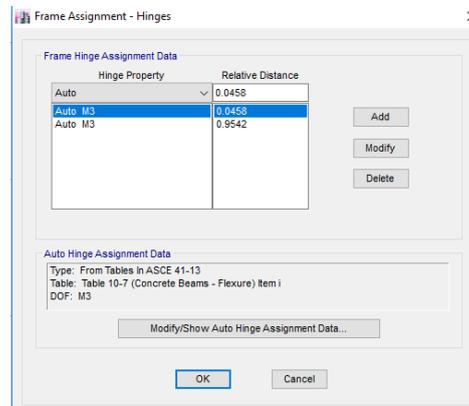


Figura 76. Distancia de rotulas plásticas en %

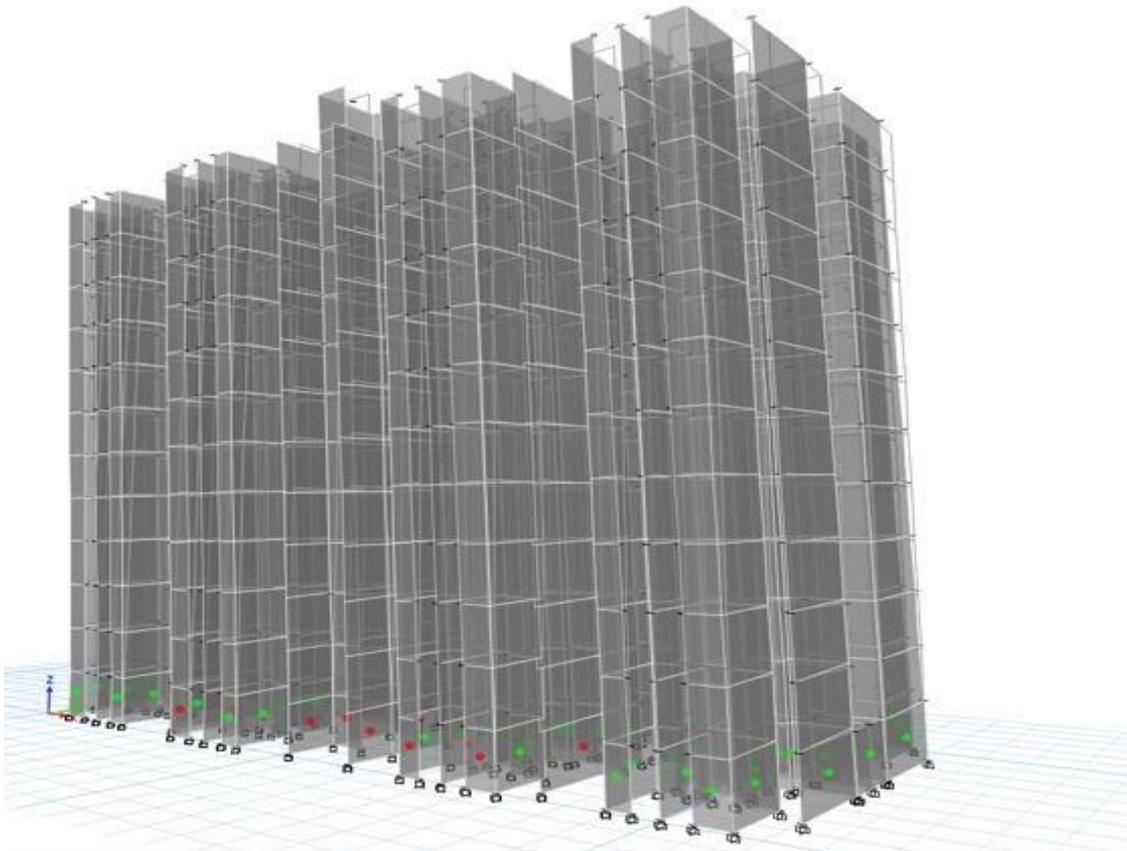


Figura 77. Rotulas plásticas 13/13

Se le asigna la distribución de acero correspondiente a cada placa que conforma los 8 departamentos de los 15 pisos del edificio. Posteriormente, se asigna las rótulas plásticas de cada placa establecida.



Figura 78. Asignación de rótulas

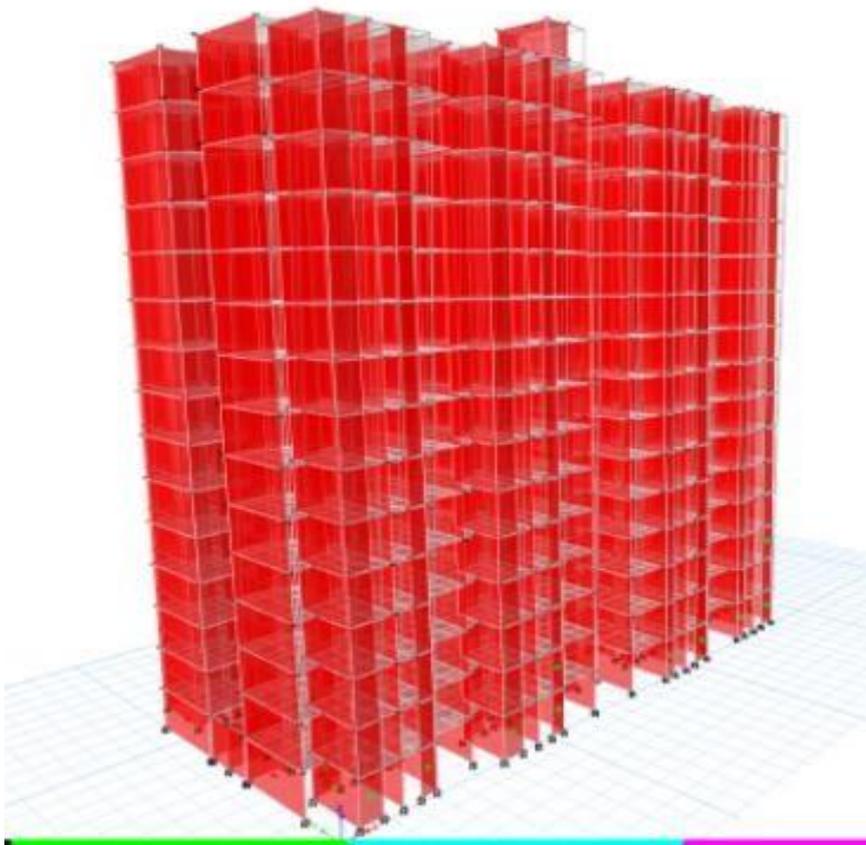


Figura 79. Rótulas pertenecientes a cada placa

Se agregan los patrones de carga que serán aplicadas por cada piso de la estructura a analizar:

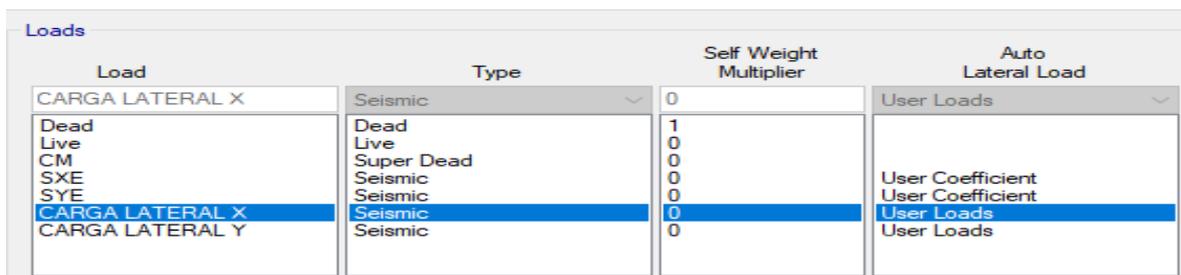


Figura 80. Patrones de carga de la estructura

Los resultados de la cortante basal tanto en X como en Y, son distribuidos en cargas laterales por piso, los cuales están en relación a lo dictado por la norma sísmica E-030

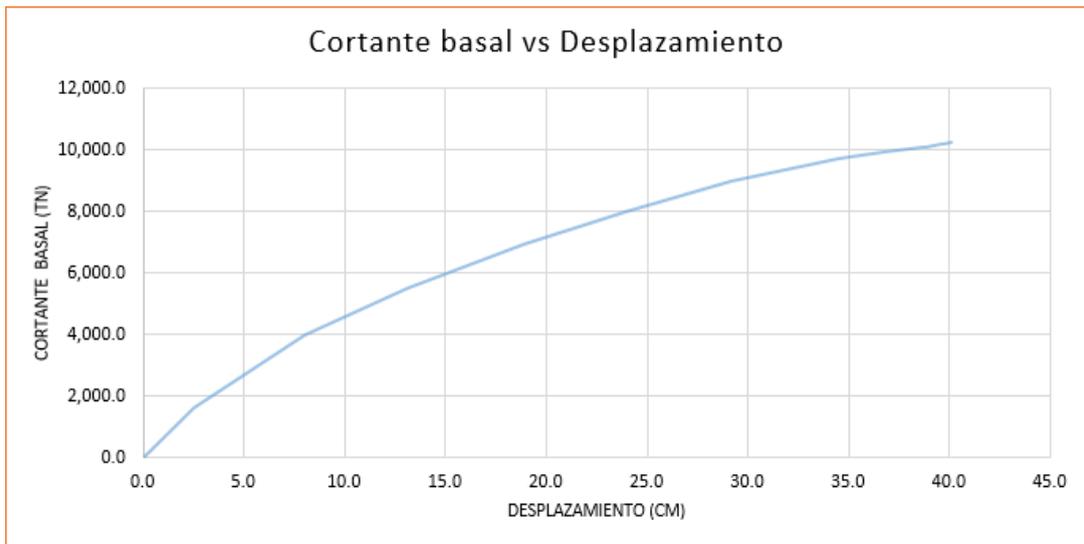
Capacidad Estructural “X”:

El máximo desplazamiento que se dará post-sismo en la estructura en relación al eje X, luego de aplicar una fuerza cortante de 10,210.6 ton, será de 40.1 cm

Tabla 75. Cortante basal vs desplazamiento en “X “

SUELO S1		SUELO S3	
o (cm)	F (Ton)	o (cm)	F (Ton)
0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	1,602.5	2.5	1,602.5
8.0	3,948.6	8.0	3,948.6
13.1	5,497.1	13.1	5,497.1
18.9	6,921.8	18.9	6,921.8
23.9	7,988.1	23.9	7,988.1
29.1	8,972.8	29.1	8,972.8
34.5	9,710.3	34.5	9,710.3
36.7	9,922.2	36.7	9,922.2
38.7	10,091.3	38.7	10,091.3
38.8	10,096.1	38.8	10,096.1
39.6	10,167.2	39.6	10,167.2
39.7	10,166.9	39.7	10,166.9
40.1	10,205.2	40.1	10,205.2
40.1	10,205.6	40.1	10,205.6
40.1	10,210.6	40.1	10,210.6

Figura 81. Capacidad Estructural en X



punto de Desempeño:

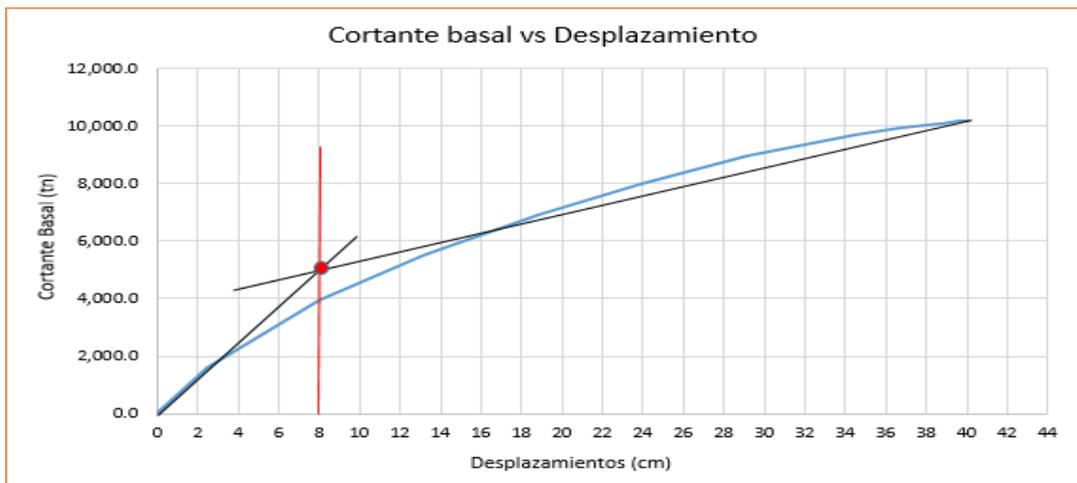


Figura 82. Intersección de la línea de fluencia "X"

Tabla 76. Línea de fluencia "X"

Δ fluencia =	8 cm
Δ inelastico =	32.11 cm

Δ fluencia. Estructura se desplaza o deforma, pero no sufre daño, vuelve a su lugar

Δ inelastico. La estructura se desplaza y no vuelve a su origen (presenta deformación)

PUNTO DE DESEMPEÑO EN X-X

Tabla 77. Punto de desempeño en X-X

Point Found	Yes	T secant	0.74 sec
Shear	6527.1175 tonf	T effective	0.93 sec
Displacement	172.78 mm	Ductility Ratio	4.115912
Sa	0.882421	Effective Damping	0.1974
Sd	121.008 mm	Modification Factor	1.583617

Según los parámetros especificados por el comité VISION200, el nivel de desempeño de la estructura se obtiene en el eje X.

Tabla 78. Calculo de los niveles de desempeño.

	Δ	$\Sigma\Delta$
Funcional	9.6336	17.6336
Segurida de vida	9.6336	27.2672
Cerca del colapso	6.4224	33.6896
Colapso	6.4224	40.112



Figura 83. Nivel de desempeño.

Se realizó la intersección del punto de desempeño en la curva de capacidad asimismo según los cálculos especificados por el comité visión 2000 se determinó los niveles de desempeño tal como se puede apreciar en la figura 70.

Tabla 79. Cálculo de los niveles de desempeño según el sismo

Sismos	Δ (cm)
frecuente	15.23
ocasionjal	19.04
raro	30.46
muy raro	38.08

Datos del etabs

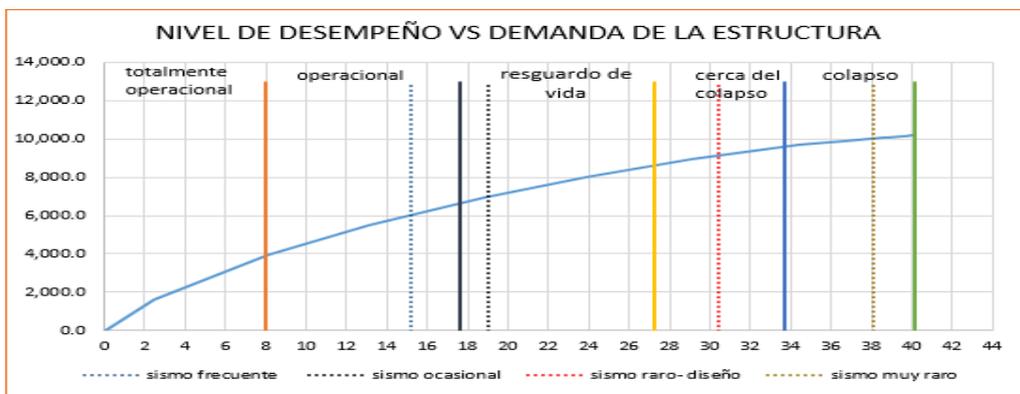


Figura 84. Espectro de capacidad

Según el espectro de demanda obtenido se evaluará el nivel de desempeño del edificio de 15 niveles con referencia a la siguiente tabla: 80

Tabla 80. Nivel de desempeño de la edificación

COMITÉ VISION 2000		NIVELES DE DESEMPEÑO DE LA EDIFICACION			
		TOTALMENTE OPERACIONAL	OPERACIONAL	RESGUARDO DE VIDA	CERCA AL COLAPSO
NIVELES DE DEMANDA SISMICA	SISMOS FECUENTES (43 AÑOS)	3			
	SISMOS OCACIONALES (72 AÑOS)	2	3		
	SISMOS RAROS (475 AÑOS)	1	2	3	
	SISMOS MUY RAROS (970 AÑOS)	1	1	2	3

	3	EDIFICACIONES COMUNES
	2	EDIFICACIONES ESENCIALES
	1	EDIFICACIONES DE SEGURIDAD CRITICA

En el eje X, los resultados para que la estructura resista un sísmico, no alcanzan el nivel de desempeño guiado por el comité VISION 2000 porque no están dentro de los requisitos para una edificación común.

Tabla 81. Desempeño vs demanda

	desempeño (cm)	demanda (cm)	dif. Requerida (cm)
Totalmente operacional	8	15.23	7.23
Operacional	17.63	19.04	1.41
Resguardo de vida	27.27	30.46	3.19
Cerca del colapso	33.69	38.08	4.39
Colapso	40.11		

Capacidad Estructural “Y”:

El máximo desplazamiento que se dará post-sismo en la estructura en relación al eje Y, luego de aplicar una fuerza cortante de 7,017.8 ton, será de 30.9 cm

Tabla 82. Cortante basal vs desplazamiento en “Y”

SUELO S1		SUELO S3	
o (cm)	F (Ton)	o (cm)	F (Ton)
0.0	0.0	0.0	0.0
2.5	1,784.2	2.5	1,784.2
7.8	4,006.2	7.8	4,006.2
8.6	4,237.1	8.6	4,237.1
13.7	5,423.1	13.7	5,423.1
19.2	6,400.8	19.2	6,400.8
23.6	6,871.4	23.6	6,871.4
24.9	6,952.3	24.9	6,952.3
26.4	6,999.2	26.4	6,999.2
26.7	7,003.2	26.7	7,003.2
28.9	7,016.5	28.9	7,016.5
29.2	7,017.0	29.2	7,017.0
30.7	7,017.3	30.7	7,017.3
30.9	7,017.7	30.9	7,017.7
30.9	7,017.8	30.9	7,017.8

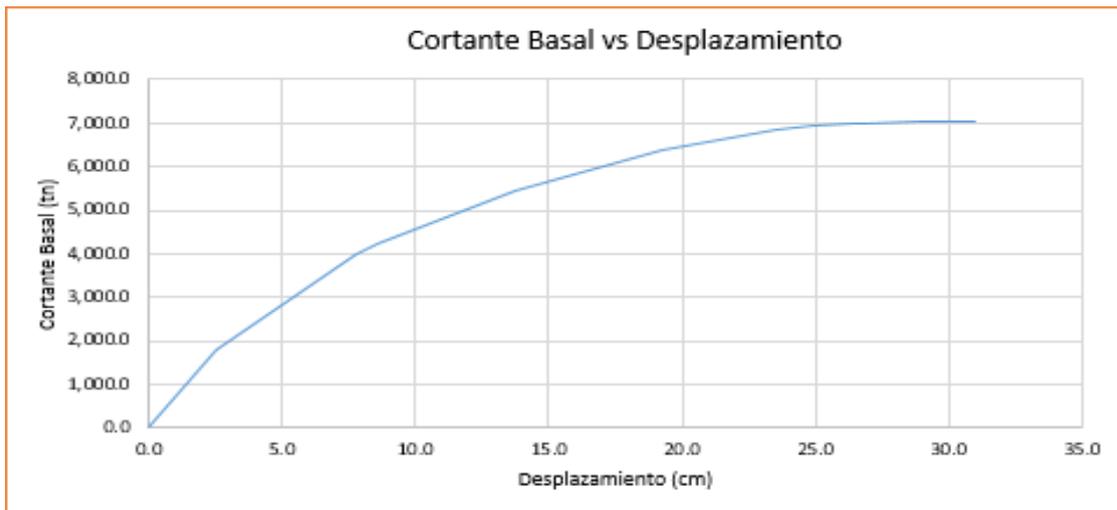


Figura 85. Capacidad Estructural en “Y”

Punto de Desempeño en “Y”:

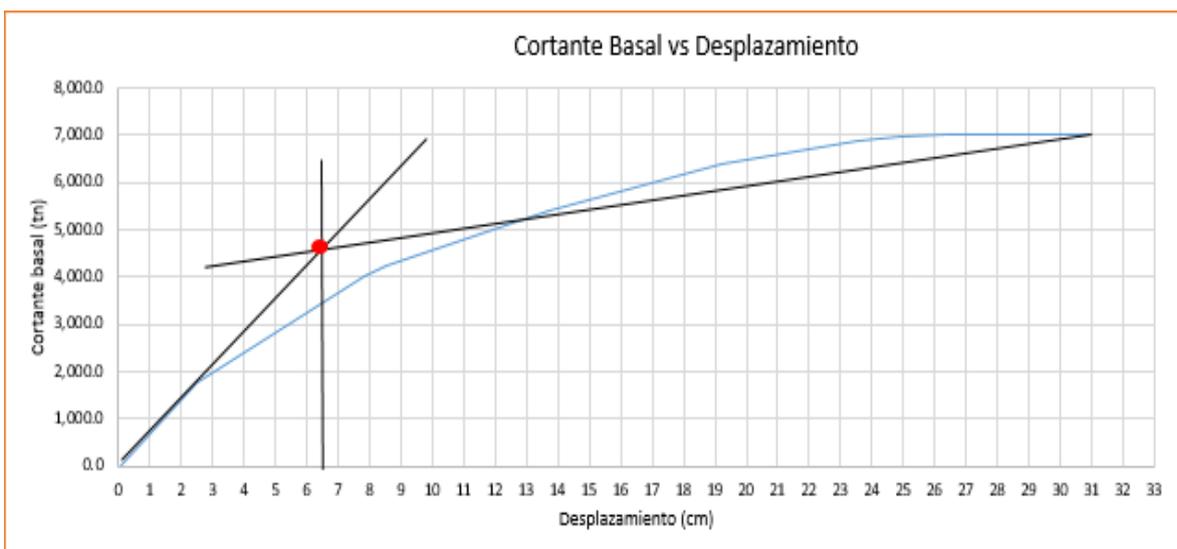


Figura 86. Intersección de la línea de fluencia “X”

Tabla 83. Línea de fluencia

Δ fluencia =	6.5	cm
Δ inelastico =	24.4	cm

Δ fluencia. Estructura se desplaza o deforma, pero no sufre daño, vuelve a su lugar

Δ inelastico. La estructura se desplaza y no vuelve a su origen (presenta deformación)

Tabla 84. Punto de desempeño en Y-Y

Point Found	Yes	T secant	0.722 sec
Shear	5798.9835 tonf	T effective	0.87 sec
Displacement	158.367 mm	Ductility Ratio	3.94214
Sa	0.832523	Effective Damping	0.1943
Sd	108.877 mm	Modification Factor	1.459092

Según los parámetros especificados por el comité VISION200, el nivel de desempeño de la estructura se obtiene en el eje Y.

Tabla 85. Calculo de los niveles de desempeño.

	Δ	$\Sigma\Delta$
funcional	7.33	13.83
Segurida de vida	7.33	21.17
cerca del colapso	4.89	26.05
colapso	4.89	30.94



Figura 87. Nivel de desempeño.

Se realizó la intersección del punto de desempeño en la curva de capacidad asimismo según los cálculos especificados por el comité visión 2000 se determinó los niveles de desempeño tal como se puede apreciar en la gráfica 75.

Tabla 86. Calculo de los niveles de desempeño.

Sismos	Δ (cm)
frecuente	11.42
ocasionjal	18.34
raro	26.58
muy raro	28.48

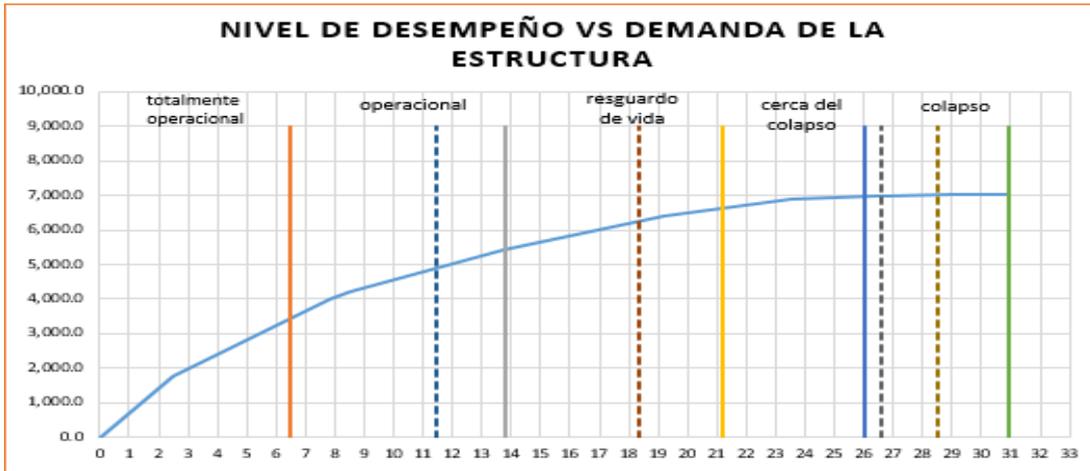


Figura 88. Nivel de demanda de la estructura vs Nivel de desempeño

Según el espectro de demanda obtenido se evaluará el nivel de desempeño del edificio de 15 niveles con referencia a la siguiente tabla 87.

Tabla 87. Nivel de desempeño de la edificación

COMITÉ VISION 2000		NIVELES DE DESEMPEÑO DE LA EDIFICACION			
		TOTALMENTE OPERACIONAL	OPERACIONAL	RESGUARDO DE VIDA	CERCA AL COLAPSO
NIVELES DE DEMANDA SISMICA	SISMOS FRECUENTES (43 AÑOS)	3			
	SISMOS OCACIONALES (72 AÑOS)	2	3		
	SISMOS RAROS (475 AÑOS)	1	2	3	
	SISMOS MUY RAROS (970 AÑOS)	1	1	2	3

3	EDIFICACIONES COMUNES
2	EDIFICACIONES ESENCIALES
1	EDIFICACIONES DE SEGURIDAD CRITICA

En el eje Y, los resultados para que la estructura resista un sísmico, no alcanzan el nivel de desempeño guiado por el comité VISION 2000 porque no están dentro de los requisitos para una edificación común.

Tabla 88. Desempeño vs demanda

	desempeño (cm)	demanda (cm)	dif. Requerida (cm)
Totalmente operacional	6.5	11.42	4.92
Operacional	13.83	18.34	4.51
Resguardo de vida	21.17	26.48	5.31
Cerca del colapso	26.05	28.48	2.43
Colapso	30.94		

4.2. RESULTADOS.

4.2.1 PUNTO DE DESEMPEÑO.

Después de modelar la estructura, se realizó un análisis lineal y un análisis estático no lineal pushover para encontrar la curva de capacidad de la estructura con el propósito de llevarla al colapso. Además del nivel de desempeño sísmico y la determinación del nivel de daño de la estructura en caso de terremoto, también se explican los puntos de desempeño.

Para el edificio de 12 niveles con un tipo de suelo S1 y S3.

De acuerdo con el proceso de ejecución, se puede concluir que el punto de desempeño con coordenadas (S_d , S_a) (68.9mm, 1.12) encontrado a través de la intersección del espectro de demanda y el espectro de capacidad en su representación bilineal se convertirá en el punto de desempeño de la estructura en el edificio de 12 niveles de muros con ductilidad limitada después y durante el terremoto, que después se determinará el nivel de desempeño según visión 2000

Edificio de 12 niveles en el eje X el nivel de desempeño es operacional con una cortante de 6,613.1 tn con un desplazamiento de 11.3 cm y en el eje Y el nivel de desempeño es operacional con una cortante de 8,713.5 tn con un desplazamiento de 23.8 cm. Para el edificio de 15 niveles en el eje X el nivel de desempeño es operacional con una cortante de 6,527.1 tn con un desplazamiento de 17.3 cm y en el eje Y el nivel de desempeño es de seguridad de vida con una cortante de 5,798.9 tn con un desplazamiento de 15.9 cm.

Por esta razón, se acepta la hipótesis n° 1 donde se menciona que los factores de diseño tales (altura y el tipo de suelo) influyen en el desempeño estructural de los edificios con el sistema (MDL).

4.2.2. CAPACIDAD ESTRUCTURAL.

Tabla 91. Comparación de la capacidad estructural

SUELO S1			
EDIFICIO DE 12 NIVELES		EDIFICIO D 15 NIVELES	
CURVA DE CAPACIDAD		CURVA DE CAPACIDAD	
DESPLAZ. MAX.(cm) X	35.2	DESPLAZ. MAX.(cm) X	40.1
CORTANTE BASAL (Tn) X	12,275. 2	CORTANTE BASAL (Tn) X	10,210.60
DESPLAZ. MAX.(cm) Y	23.8	DESPLAZ. MAX. (cm) Y	30.9
CORTANTE BASAL (Tn) Y	8,713.50	CORTANTE BASAL (Tn) Y	7,017.80
SUELO S3			
EDIFICIO DE 12 NIVELES		EDIFICIO D 15 NIVELES	
CURVA DE CAPACIDAD		CURVA DE CAPACIDAD	
DESPLAZ. MAX.(cm) X	35.2	DESPLAZ. MAX.(cm) X	40.1
CORTANTE BASAL (Tn) X	12,275. 2	CORTANTE BASAL (Tn) X	10,210.60
DESPLAZ. MAX.(cm) Y	23.8	DESPLAZ. MAX. (cm) Y	30.9
CORTANTE BASAL (Tn) Y	8,713.50	CORTANTE BASAL (Tn) Y	7,017.80

Se obtuvo como resultados utilizando suelo S1 y S3 que la capacidad estructural del edificio de 12 niveles, para el eje X aplicando una fuerza en la base de 12,275.2 tn. Tendrá un desplazamiento máximo de 35.2 cm. asimismo, para el eje Y aplicando una fuerza en la base de 8,713.50 tn. Tendrá un desplazamiento máximo de 23.8 cm. Para el edificio de 15 niveles para el eje X aplicando una fuerza en la base de 10,210.6 tn tendrá un desplazamiento máximo es de 40.1 cm. Asimismo, para el eje Y aplicando una fuerza en la base de 7,017.80 tn. Tendrá un desplazamiento máximo de 30.9 cm. Tal como se muestra en la tabla N° 91, en ambos casos si se le aplica más fuerza en la base colapsaran, cabe recalcar que el edificio de 12 niveles resiste una mayor fuera en la base y su desplazamiento es menor a comparación de el de 15 niveles que aplicando menor una fuerza menor su desplazamiento es mayor esto es igual en ambos tipos de suelo.

Por esta razón, se acepta la hipótesis n° 2 donde se menciona que los factores de diseño tales (altura y el tipo de suelo) influyen en la capacidad de la estructural debido que este tipo de estructuras no son dúctiles.

4.2.3. **DERIVAS.** Con el análisis lineal estático y dinámico se obtuvo las derivas de entre piso para los edificios de 12 y 15 niveles utilizando los tipos de suelo S1 y S3

Tabla 89. Derivas inelásticas edificio de 12 niveles

EDIFICIO DE 12 NIVELES					
ANALISIS ESTATICO LINEAL			ANALISIS DINAMICO LINEAL		
TIPO DE SUELOS	DERIVA MAX. EJE X	DERIVA MAX. EJE Y	TIPO DE SUELOS	DERIVA MAX. EJE X	DERIVA MAX. EJE Y
S1	2.39%	2.60%	S1	2.40%	2.60%
S3	3.93%	4.10%	S3	2.60%	3.0 %

Tabla 90. Derivas inelásticas edificio de 15 niveles

EDIFICIO DE 15 NIVELES					
ANALISIS ESTATICO LINEAL			ANALISIS DINAMICO LINEAL		
TIPO DE SUELOS	DERIVA MAX. EJE X	DERIVA MAX. EJE Y	TIPO DE SUELOS	DERIVA MAX. EJE X	DERIVA MAX. EJE Y
S1	3.40%	3.80%	S1	2.60%	2.90%
S3	9.70%	8.90%	S3	4.80%	4.9 %

Análisis e interpretación de resultados.

DERIVAS AEL

se obtuvo como resultado para el edificio de 12 niveles utilizando el tipo suelo S1 un desplazamiento en el eje X = 28.0 cm y en el eje Y = 30.0cm, con las derivas máximas en el piso 8 en el eje X = 2.4 ‰ y en el eje Y = 2.6‰. utilizando el tipo suelo S3 un desplazamiento en el eje X = 41.0 cm y en el eje Y = 35.0cm, con las derivas máximas en el piso 8 en el eje X = 3.93 ‰ y en el eje Y = 4.1‰. tal como se muestra en la tabla 89.

DERIVAS ADL

se obtuvo como resultado para el edificio de 12 niveles utilizando el tipo suelo S1 un desplazamiento en el eje X = 28.0 cm y en el eje Y = 30.0cm, con las derivas máximas en el piso 8 en el eje X = 2.4 ‰ y en el eje Y = 2.6‰. utilizando el tipo suelo S3 un desplazamiento en el eje X = 31.0 cm y en el eje Y = 26.0cm,

con las derivas máximas en el piso 8 en el eje X = 3.1 ‰ y en el eje Y = 3 ‰. tal como se muestra en la tabla 89.

DERIVAS AEL

se obtuvo como resultado para el edificio de 15 niveles utilizando el tipo suelo S1 un desplazamiento en el eje X = 43.73 cm y en el eje Y = 40.34.0cm, con las derivas máximas en el piso 9 en el eje X = 3.4 ‰ y en el eje Y = 3.8‰. utilizando el tipo suelo S3 un desplazamiento en el eje X = 132.1 cm y en el eje Y = 97.9 cm, con las derivas máximas en el piso 8 en el eje X = 9.7 ‰ y en el eje Y = 8.9 ‰. tal como se muestra en la tabla 90.

DERIVAS ADL

se obtuvo como resultado para el edificio de 15 niveles utilizando el tipo suelo S1 un desplazamiento en el eje X = 32.0 cm y en el eje Y = 43.73cm, con las derivas máximas en el piso 10 en el eje X = 2.6 ‰ y en el eje Y = 2.9‰. utilizando el tipo suelo S3 un desplazamiento en el eje X = 59.59 cm y en el eje Y = 53.0 cm, con las derivas máximas en el piso 10 en el eje X = 4.8 ‰ y en el eje Y = 4.9 ‰. tal como se muestra en la tabla 90.

Por esta razón, se acepta la hipótesis n° 3 donde se menciona que los factores de diseño tales como la altura y el tipo de suelo influyen en la evaluación de las derivas y desplazamientos. Llevándolo cerca de las derivas máximas afectando a la estructura.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados del indicador de puntos de desempeño, la estructura de 12 niveles analizada cumple con los requisitos de desempeño especificados por el comité VISION 2000 debido que está dentro de nivel de desempeño operacional tanto en el eje X como en el eje Y. garantizando la efectividad de desempeño de la estructura ante eventos telúricos según la E-030. Así mismo la estructura de 15 niveles también analizada, cumple con los requisitos con un nivel de desempeño de seguridad de vida tanto en el eje X como el eje Y, garantizando la efectividad de desempeño con la cual fue diseñada. En comparación con la estructura analizada por Barrera en su investigación del 2017, donde encontró que la estructura examinada mostraba un desempeño operacional para un sismo de diseño raro, por lo cual logra garantizar que el punto de desempeño con la norma E.030 es efectiva. Debido que la estructura examinada por Barrera es pórticos y esta investigación utilizó el sistema (MDL), nuestros resultados son diferentes al estándar sísmico E-030. Estos datos están relacionados con el tipo de estructura analizada. También se enfatiza que el valor detallado depende de la altura del edificio, el peso del edificio y la fuerza sísmica que recibe el edificio. Esto está directamente relacionado con el desplazamiento máximo que puede tener la estructura antes de fallar.

Según los resultados obtenidos para el indicador capacidad estructural, para el edificio de 12 niveles aplicando un sismo raro con una cortante basal de 12,275.2 tn. se tiene que los desplazamientos límites (máximos) en el eje X es de 35.2 cm y el eje Y con una cortante basal de 8,713.5 tn. se tiene que los desplazamientos límites (máximos) en el eje X es de 23.8 cm. Por otro lado, para el edificio de 15 niveles aplicando un sismo raro con una cortante basal de 10,210.6 tn. se tiene que los desplazamientos límites (máximos) en el eje X es de 40.1 cm y el eje Y con una cortante basal de 7,017 tn. se tiene que los desplazamientos límites (máximos) en el eje X es de 39.9 cm. En comparación a Puican en su trabajo realizado el 2019, donde analizo un edificio de 6 niveles obtuvo que la estructura tendrá un desplazamiento de 41.5 cm y 35.14 cm en el eje X y Y correspondientemente, entrando en un estado de colapso diseñado para un sismo raro. Se observa, que nuestros resultados en relación a nuestra normativa no son similares, esto es

debido a que las condiciones estructurales de ambos diseños no se asemejan, ya que el tipo de estructura que sea sometida a un sismo, interfiere mucho en relación a su capacidad sísmoresistente.

De acuerdo con los resultados del indicador de derivas con el análisis lineal de obtuvo las derivas de entre piso para los edificios de 12 y 15 niveles. Así mismo sus desplazamientos en los últimos niveles, en los que se obtuvo como resultado para el edificio de 12 niveles un desplazamiento en el eje X = 28.0 cm y en el eje Y = 30.0cm, con las derivas máximas en el piso 8 en el eje X = 2.4 ‰ y en el eje Y = 2.6‰. por otro lado, para el edificio de 15 niveles un desplazamiento en el eje X = 40.0 cm y en el eje Y = 44.0cm, con las derivas máximas en el piso 9 en el eje X = 3.4‰ y en el piso 10 en el eje Y = 3.8‰. En comparación con MARIN (2018), el cual tuvo como resultados la deriva de entrepiso en el análisis modal espectral en las direcciones X y Y no sobre pasa el 0.75% por ello en este sistema no presenta demasiada flexibilidad debido a su rigidez, en cuanto a la densidad de la edificación obtiene un índice en X = 3.0‰ y en Y = 3.8‰. estos resultados obtenidos por Marín de la evaluación de su edificio de 18 niveles son similares al edificio de 15 así mismo los resultados son inferiores a las derivas máximas de la norma E- 030 (5‰).

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que los factores de diseño (tipo de suelo y la altura) influyen en el desempeño sísmico de los edificios (MDL) de 12 y 15 niveles. Porque Aumente la deriva si usamos el tipo de suelo S1 para el edificio 12 y 15 niveles las derivas son en $(X = 2.39\%, Y = 2.6\%)$ y $(3.4\%, 3.8\%)$ y están 48% y 30% respectivamente y están por debajo de la deriva máxima según la norma E-030. Por otro lado, si usamos el tipo de suelo S3 para el edificio de 12 niveles las derivas son $(X = 3.93\%, 4.1\%)$ y están en una 20% por debajo de la deriva máxima. Pero para el edificio de 15 niveles las derivas son $(9.7\%, 8.9\%)$ lo cual aumento demasiado y están a un 90% por encima de la deriva máxima. De la misma forma para la capacidad estructural del edificio a mayor altura el edificio soporta menor cortante y sus desplazamientos son mayores así mismo el desempeño de la estructura se lleva al colapso. Esto es debido que tipo de estructura de los edificios (MDL)son muy rígidos y no tiene un buen comportamiento en el rango inelástico por lo que sus cambios son muy bruscos y las fallas por desempeño pueden llegar a ser muy graves causando pérdidas materiales hasta pérdidas humanas.
2. Se determinó que los factores de diseño (tipo de suelo y la altura) influyen el punto de desempeño establecido por el comité visión 2000. Para el edificio de 12 niveles se puede visualizar en la figura 49 y 53 el punto de desempeño está dentro del nivel de desempeño operacional, ahora para la estructura más alta con 15 niveles el punto de desempeño se movió para seguridad de vida tal como se puede visualizar en las figuras 83 y 87 respectivamente para ambos ejes tanto para el suelo S1 y S 3. Cabe recalcar que a mayor altura el punto de desempeño se va moviendo hacia el límite que sería el colapso. asimismo, se evidencia que la estructura no tiene una gran incursión en el rango inelástico.

3. Se determinó que los factores de diseño (tipo de suelo y la altura) influyen la capacidad estructural de los edificios (MDL) esto se puede evidenciar en la tabla N° 91 donde se visualiza el edificio de 12 niveles que es de menor altura la cortante basal es mayor y el desplazamiento es menor a comparación del edificio de 15 niveles donde sucede los contrarios la cortante basal es menor y el desplazamiento es mayor, esto no da a entender que no es óptimo construir edificios altos con este sistema debido que el daño ante un sismo fuerte el daño estructural será muy grave tanto que podría llegar al colapso.

4. Se determinó que los factores de diseño (tipo de suelo y la altura) influyen en las derivas esto es en base a los resultados del análisis sísmico realizado según la norma E.030, se determinó que utilizando el tipo de suelo S1 para los edificios de 12 y 15 niveles no excedieron el límite de la deriva máxima determinado para el edificio construido por el sistema de estructura de muro con ductilidad limitada $\Delta i / h_{ei} < 0,005$. Por otro lado, utilizando el tipo de suelo S3 para los edificios de 12 y 15 niveles si excedieron el límite de la deriva máxima $\Delta i / h_{ei} < 0,005$. Tal como se puede apreciar en la tabla N° 89 y 90 respectivamente. También se determina que el edificio no presenta irregularidades en altura, pero si las presenta en planta. Además, se observa que los edificios son muy fuertes en ambas direcciones analizadas.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar nuevos métodos de diseño para edificios con muros dúctiles limitados para que se puedan construir pisos más altos y obtengan un buen desempeño estructural en caso de un terremoto. De esta manera, disminuir los desplazamientos y la estructura no llegue a colapsar ante las fuerzas sísmicas.
- Se recomienda fomentar nuevos métodos de diseño sismo resistente de modo que puedan realizar un estudio más preciso del desempeño sísmico ante terremotos representativos.
- Se debe diseñar estructuras que tengan la capacidad de deformarse sin colapsar, lo cual debe tener un comportamiento dúctil cuando sea sometida ante la fuerza de un sismo, dentro de la cual las distintas partes de la estructura pueden soportar la fuerza y tengan la capacidad de disipar energía sin llegar a colapsar.
- La estructura debe tener una longitud muros adecuados y debe estar alineada en dos direcciones para poder soportar la excitación sísmica en cualquier dirección. asimismo, limitar el desplazamiento de entre piso y controlar los daños a la estructura.

REFERENCIAS

1. AGUIAR, Roberto. Análisis Sísmico por desempeño. Bogotá: Universidad de Fuerzas Armadas, 2013. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/280627456_Analisis_Sismico_por_Desempeno.
2. AYALA, Gustavo. Evaluación del desempeño sísmico de estructuras-un nuevo enfoque. Artículo, Universidad Politécnica de Catalunya, 2001. Disponible en:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/4280/RR173B.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISSN: 0213-1315
3. ALMEIDA, Francisco. Análisis experimental de muros delgados de hormigón armado para viviendas de baja altura. Tesis (Título Magister en Ciencias de la Ingeniería). Santiago: Universidad Pontificia católica de Chile, 2015. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/15718pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. *Calculation of structural response and response sensitivity with improved substructuring method* [en línea] [fecha de consulta: 20 mayo 2020]. Disponible en:
<https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29AS.1943-5525.0000996>
5. ARIAS Jesús, VILLASÍS Miguel y MIRANDA María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea]. 2016, Vol. 62 [fecha de consulta 10 junio 2020]. Disponible en:
<http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309>
6. (ARQUIGRAFIKO) Arquitectura, Ingeniería y Decoración (2016) Estudio de suelos en la construcción, para evitar desplomes en los edificios. Disponible en: <https://arquigrafico.com/estudio-de-suelos-en-la-construccion-para-evitar-desplomes-en-los-edificios/>
7. BARRERA ALVARADO, Pedro. *Evaluación del punto de desempeño sísmico de una edificación escolar, diseñado con la Norma E.030, usando criterios de Visión 2000* [en línea]. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo, 2017. [consultada 6 mayo 2020] Disponible en:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1370/Barrera_APJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

8. BORREGO, Silvia. Estadística descriptiva inferencial. Revista CSIF [en línea] 2008, n°. 3 , [fecha de consulta 10 de junio del 2020] ISSN 1988-6047 disponible en :
https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_13/SILVIA_BORREGO_2.pdf
9. BLANCO, Marianela. Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente, revista de la facultad de ingeniería universidad central de Venezuela [en línea]. 2014, vol. 27, n°. 3 [fecha de consulta 28 de abril del 2020] ISSN. 0798-4065 disponible en : http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-40652012000300008&script=sci_arttext
10. CALCINA, Ramón. Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no-lineal Tesis (Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Estructuras) Tacna: Universidad Privada De Tacna 2017 Disponible en:
http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/499/1/Calcina_Pena_Ramon.pdf
11. Cárdenas, Aníbal. Revista científica. Instrumentos de recolección de datos a través de los estadígrafos de deformación y apuntamiento. revista horizonte de la ciencia FE-UNCP [en línea]. 2013, vol. 3, n° 4 [fecha de consulta 10 de junio del 2020]. ISSN 2304-4330 disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420513>
12. CARRILLO, Julián. Artículos científicos. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras utilizando un diseño por desempeño REVISTA DYNA [en línea] 2008. Vol.75 n.155, p. 91-102. [fecha de consulta 15 de mayo del 2020] ISSN electrónico 2346-2183. ISSN impreso 0012-7353. disponible en:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/1743/11583>
13. CHILLAGANA, Jairo. Sistemas constructivos de muros de ductilidad limitada aplicados en viviendas de quito bajo el reglamento del ACI 318S-08 y la Norma Ecuatoriana de la construcción. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2013. Disponible en:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2206>

14. Díaz, Víctor, Calzadilla, Aracelis. Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud* [en línea]. 2016, 14(1), 115-121 [fecha de Consulta 15 de junio de 2020]. ISSN: 1692-7273. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56243931011>
15. DOMINGUEZ, Mauricio. *Revista de Arquitectura e Ingeniería. Periodo de vibración de las edificaciones* [en línea]. 2014, Vol.8 n.2, [fecha de consulta 14 de mayo 2020]. ISSN 1990-8830
16. EDDIN Dia. *A Simple Model for Calculating the Fundamental Period of Vibration in Steel Structures* [en línea] [fecha de consulta: 16 mayo 2020] Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221267081400061X>
17. Escobar, Jazmine y Cuervo, Angela. *Revista científica. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances en Medición*, [en línea] 2008, vol 6, n.1 [fecha de consulta 10 de junio del 2020] pp. 27-36. Disponible en
https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion
18. FAJFAR, P. Capacity spectrum method based on inelastic demand spectra. *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. Vol. 28. pp. 979-993, 1999. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291096-9845%28199909%2928%3A9%3C979%3A%3AAID-EQE850%3E3.0.CO%3B2-1>
19. GARCIA, Ronaldo. "Factores de detallamiento sísmico en el desempeño de muros de ductilidad limitada con altura mayor a 8 pisos, 2018. (tesis para obtener el título de ingeniero civil) lima: universidad cesar vallejo 2018 disponible en:
[file:///C:/Users/JHON/Downloads/Garc%C3%ADa_RRA%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/JHON/Downloads/Garc%C3%ADa_RRA%20(3).pdf)

20. GOMEZ, Sonia y LOPEZ, Dante. Evaluación del factor confianza considerando daño estructural sísmico en el tiempo. Artículo de ingeniería sísmica de México. [en línea] 2015, n°. 93 [fecha de consulta 28 de abril del 2020] ISSN. 0185-092X. disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2015000200001
21. GOGGINS Jamie y BYRNE David. *Evaluating the structural capacity of concrete elements through in situ instrumentation* [en línea] [fecha de consulta: 15 mayo 2020]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/272608419_Evaluating_the_Structural_Capacity_of_Concrete_Elements_through_In_Situ_Instrumentation
22. GÓMEZ Daniel, MARULANDA Johannio y THOMSON Peter. Sistemas de control para la protección de estructuras civiles sometidas a cargas dinámicas. *DYNA* [en línea]. 2007, Vol. **75**. [fecha de consulta: 16 mayo 2020]. ISSN: 2346 – 2183.
23. GÓMEZ José. *Presentación de un nuevo modelo matemático para cálculo del periodo fundamental de vibración de estructuras de edificios* [en línea] [fecha de consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en:
http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/co/co_12/te_01/ar_15.pdf
24. GOPAL, Dhoot y DILIP, Chaudhari. Scientific Research. Performance Based Seismic Design of Reinforced Concrete Building [en línea]. 2016, vol.6 n.2, p. 188-194 [fecha de consulta 10 de mayo del 2002]. DOI 10.4236 disponible en :[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/journal/paperinformation.aspx?paperid=65131](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/journal/paperinformation.aspx?paperid=65131)
25. MARIN, Andrés. Evaluación del desempeño estructural de una edificación de muros de concreto mediante métodos simplificados 2018 (Tesis para obtener el título de Magister en Ingeniería) Colombia :Universidad EAFIT Escuela de Ingeniería Maestría en Ingeniería.2018 Disponible en:
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13326/AndresFelipe_MarinOspina_2018.Tesis.pdf?sequence=2

26. MONJE, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa [en línea]. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2011. PP.217 [fecha de consulta 15 de mayo 2020] Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
27. PAREDES, Miguel. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda aplicando el análisis estático no lineal pushover. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620673/paredes_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y
28. PASTOR, Adolfo. (2007) Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos. Tesis Doctoral. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/974/BORDA_MEZA_LUIS_EDIFICIO_APORTICADO_SEIS_PISOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. PAULAY, Thomas y PRIESTLEY, Nigel. Stability of ductile structural walls. Structural Journal. Vol. 90, 1993. Pp. 385-392.
30. PEÑA, Catalina. Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2006. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/169>
31. PEREZ, José. Diseño sismo resistente por desempeño y sus efectos en el comportamiento estructural. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Politécnica de Ambato, 2013. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6524>
32. Portal de arquitectura (Arqhys.com) Equipo de redacción profesional. (2011, 06). Estudio del suelo a la hora de construir. Escrito por: Arqhys Decoración. Obtenido en fecha 05, 2020, disponible en : <https://www.arqhys.com/decoracion/estudio-del-suelo-a-la-hora-de-construir.html>.

33. PRIESTLEY, M. J. N. Performance based seismic design. 12th World Conference on Earthquake Engineering. Paper No. 2831. New Zealand , 2000 disponible en: <https://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/2831.pdf>
34. QUINTANA, Jimmy. Estudio del comportamiento sismo resistente de muros de ductilidad limitada de ocho centímetros de espesor. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_23df4631f5a06dfd1c05419f9fc2c85b
35. QUINTERO, William. Artículo científico, Niveles, condiciones, objetivos y modalidades del diseño sismorresistente basado en desempeño. Revista scielo [en línea]. 2005, vol.43 n.3 [fecha de consulta 28 de mayo del 2020]. ISSN 0376-723X. disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2005000300001
36. QUIROZ, Cesar. Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/10254>
37. QUIROZ, Orlando. Evaluación de los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada con plateas de cimentación. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Néstor Cáceres Velásquez, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/713>
38. Roblez, pilar y rojas manuela. Revista científica. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. Revista Nebrija de lingüística aplicada en la enseñanza de las lenguas [en línea].2015, (18). [fecha de consulta 10 de junio del 2020]. ISSN: 1699-6569 disponible en : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6344619>
39. ROCA, Dandy. Resistencia Probable A Flexocompresión De Muros Estructurales De Concreto Armado. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2553>

40. RODRIGUEZ, Ali, BOJORQUEZ, Eden y REYES, Alfredo. Artículo científico. Determinación de espectros de respuesta considerando daño acumulado e interacción suelo-estructura. Revista de ingeniería sísmica [en línea] 2017 vol.1 n.96 p. 18-38 [fecha de consulta 9 de mayo del 2020]. ISSN: 0185-092X disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/618/61851598002.pdf>
41. RUIZ, Sonia, BOJORQUEZ, Juan. Artículo científico. Factores de carga óptimos para el diseño sísmico de edificios. Revista de ingeniería sísmica [en línea] 2018.vol.1 n.98 [fecha de consulta 20 de mayo del 2020]. ISSN 0185-092X. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/618/61858695002/61858695002.pdf>
42. SANCHEZ, Alberto y TERAN, Amador. Artículo científico. Diseño por desempeño de estructuras dúctiles de concreto reforzado ubicadas en la zona del lago del Distrito Federal. Revista de ingeniería sísmica [en línea] 2008.vol.1 n.78 [fecha de consulta 27 de mayo del 2020]. ISSN 0185-092X. disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61807804&idp=1&cid=1132333>
43. SÁNCHEZ, Marco. Diseño sísmico basado en desempeño para una edificación esencial de concreto reforzado. Tesis Maestro en Ciencias en Ingeniería y Administración en la Construcción. Monterrey: Instituto Tecnológico Y De Estudios Superiores De Monterrey, 2010. Disponible en:
https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/570630/DocsTec_11586.pdf?sequence=1&isAllowed=y
44. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 2°. Ed. Lima: Universidad Nacional de San Marcos, 2013. 1-745 pp. ISBN:9789972380419
45. VIERA, Luisa. Diseño sísmico basado en desempeño de edificios de hormigón armado. Tesis (maestro en ingeniería estructural sismorresistente)
46. VILLAREAL, Genner. Entrevista muros de ductilidad limitada en el Perú. [en línea] 2015. [fecha de consulta 29 de abril del 2020] Disponible en:
<http://edificacionesdecalidad.com/muros-ductilidad-peru>
47. BLACO, Jorge. Seguridad Estructural, la garantía del edificio. Revista, 2005 Disponible en:
file:///C:/Users/Williams/Downloads/Jorge_Blasco_Ponencia.pdf

48. DEIANA, Ana; GRANADOS, Dolly y SARDELLA, María. El método científico. Artículo (en línea). Universidad Nacional San Juan, Capítulo VII. Argentina, 2018. Disponible en:
<http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/MetodoCientifico.pdf>
49. LOBO, Williams. Diseño Sismorresistente basado en el Desempeño de las estructuras. Artículo (en línea). Mérida: Universidad de los Andes. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2019/7118-1561725605.pdf>
50. MENDOZA, Mabel y AYALA, Gustavo. Procedimiento de evaluación de edificios de concreto reforzados basado en desempeño: Desarrollo y Validación. Artículo (en línea) Vol. 88. México, 2012. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2013000100002 ISSN: 0185-092X
51. MARABOTO, Luis. Diseño Sísmico Basado en Desempeño: Tendencias y Retos. Artículo (en línea). México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2001. Disponible en: <file:///C:/Users/Williams/Downloads/223-524-1-SM.pdf>
52. Stanford University. *Performance – Based Engineering* [en línea]. [fecha de consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en:
<https://cee.stanford.edu/programs/structural-engineering-geomechanics/research-areas/performance-based-engineering>
53. TAVERA, Hernando et al. Establishing Empirical Period Formula for RC Buildings in Lima, Peru: Evidence for the Impact of Both the 1974 Lima Earthquake and the Application of the Peruvian Seismic Code on High-Rise Buildings [en línea] [fecha de consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/270476043_Establishing_Empirical_Period_Formula_for_RC_Buildings_in_Lima_Peru_Evidence_for_the_Impact_of_Both_the_1974_Lima_Earthquake_and_the_Application_of_the_Peruvian_Seismic_Code_on_High-Rise_Buildings
54. TORRES, Marcos; Ruiz, Sonia y TORRALBA, Ulises. Evolución en el tiempo de la confiabilidad sísmica debida al deterioro estructural. Jalisco. Artículo (en línea). Jalisco, Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, 2006. Disponible en: http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/co/co_14/te_08/ar_04.pdf

55. WANG, Jia-Ji et al. *Multi-index distortion control of steel-concrete composite tub-girders considering interior cross-frame deformation* [en línea] [fecha de consulta: 13 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029619330937>

ANEXOS

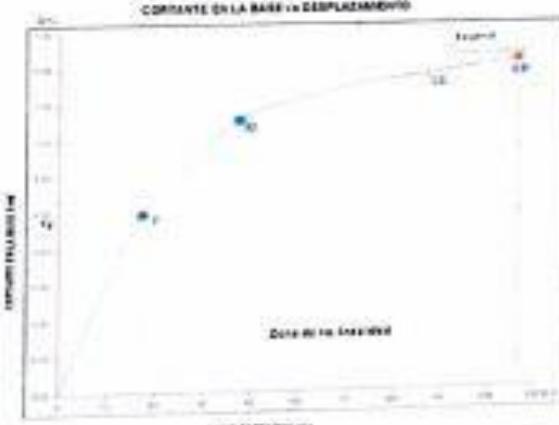
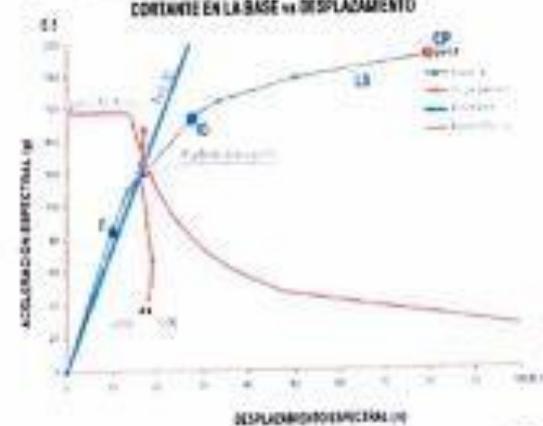
Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

TIPO	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE	FACTORES DE DISEÑO	(Zarepta y Carmona, 2018) menciona que uno de los factores fundamentales para ejecución de un proyecto es realizar un correcto estudio de suelos. dependiendo del tipo de suelo es su capacidad de soporte (resistencia del suelo), Cuando se trata de edificios, con el estudio de suelos se determina la capacidad máxima de carga que acepta el terreno y si es suficiente por la sobrecarga del edificio. (p.3)	se realizará una evaluación de los estudios de suelos para determinar cuál fue su capacidad portante y así utilizar estos datos como referencia para los cálculos de la evolución por desempeño se realizará a los edificios de 12y 15 pisos	TIPOS DE SUELOS	C. P. SUELO 1 (TN/CM2)	ORDINAL
					C. P. SUELO 2 (TN/CM2)	
				ALTURA	12 PISOS	ORDINAL
					15 PISOS	
VARIABLE DEPENDIENTE	DESEMPEÑO SISMICO	El desempeño sísmico de una estructura tiene lugar dentro de los términos de la rigidez estructural, ductilidad resistencia y disipación de energía. En consecuencia, se han impulsado varias propuestas para la evaluación y diseño en las edificaciones basado por desempeño sísmico. (Arévalo y Bermúdez, 2007).	se realizará la evaluación de desempeño sísmico en los edificios (MDL) de 12 y 15 pisos. Mediante el desempeño dinámico y estático no-lineal evaluando el punto de desempeño y la capacidad estructural para después evaluar los niveles de daños según visión 2000.	ANALISIS NO-LINEAL	PUNTO DE DESEMPEÑO (CM)	ORDINAL
					CAPACIDAD ESTRUCTURAL (Ton/cm)	
				ANALISIS LINEAL	DERIVAS (%)	ORDINAL

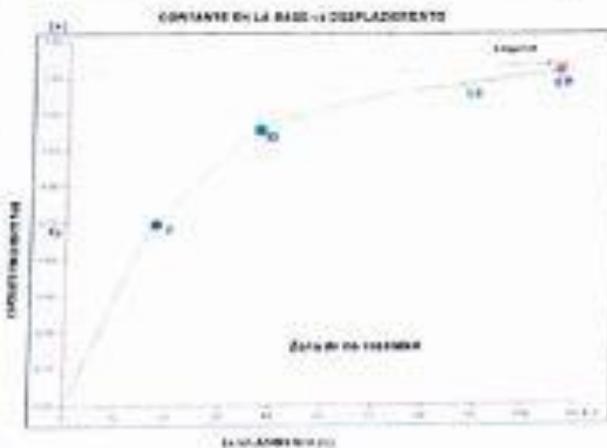
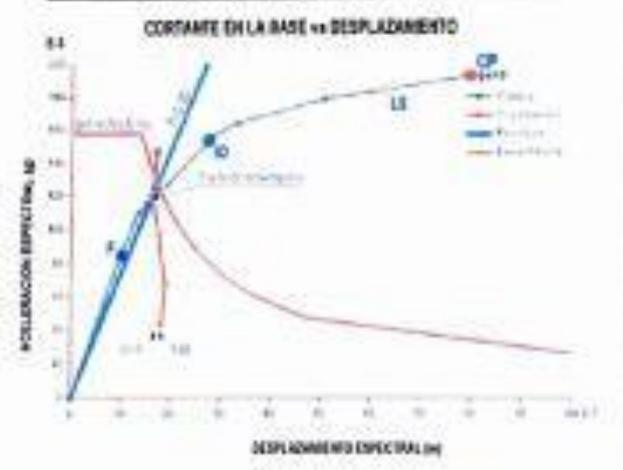
Anexo 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO		: “ FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS, COMAS - 2020 ”			
RESPONSABLE		: ANDY ESCOVEDO CASTRO			
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	TIPOS DE SUELOS	C. P. SUELO 1 (TN/CM2)
¿DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020?	DETERMINAR DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020	LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020	FACTORES DE DISEÑO		C. P. SUELO 2 (TN/CM2)
					ALTURA
					15 PISOS (h)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE	ANALISIS NO-LINEAL	PUNTO DE DESEMPEÑO (CM)
¿DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN EL PUNTO DE DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020?	DETERMINAR DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN EL PUNTO DE DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020	LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN EL PUNTO DE DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020	DESEMPEÑO SISMICO		
¿DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN EL CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020?	DETERMINAR DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN EL CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020	LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN EL CAPACIDAD ESTRUCTURAL LOS DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020			
¿DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN LAS DERIVAS DE LOS EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020?	DETERMINAR DE QUE MANERA LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN LAS DERIVAS DE LOS EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020	LOS FACTORES DE DISEÑO INFLUYE EN LAS DERIVAS DE LOS EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS COMAS- 2020			ANALISIS LINEAL

Anexo 3: Ficha técnica 1. Punto de desempeño (Edif. De 12 pisos)

FICHA DE VALIDACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS			
TESIS	FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS, COMAS- 2020		
RESPONSABLE	ESCOVEDO CASTRO ANDY		
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA TÉCNICA N° 1		N° 1
			FECHA
ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN			MODO DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
UBICACIÓN			BAJA
EDIFICACION			MEDIA
DIRECCION			ALTA
VARIABLE DEPENDIENTE : DESEMPEÑO SISMICO			CALIFICACION DE EXPERTOS
1. PUNTO DE DESEMPEÑO (EDIFICIO DE 12 PISOS)			EXP. 1
			EXP. 2
			EXP. 3
CURVA DE CAPACIDAD <i>suelo 5.1</i>		ESPECTRO DE CAPACIDAD <i>suelo 5.3</i>	
DESPLAZ. (M) X	<i>35.2 cm</i>	ACELERACION ESPECTRAL (g) X	<i>1.13</i>
CORTANTE BASAL (Tn) X	<i>12,213.20 Tn</i>	DESPLAZ. ESPECTRAL (m) X	<i>6.89 cm</i>
DESPLAZ. (M) Y	<i>23.8 cm</i>	ACELERACION ESPECTRAL (g) Y	<i>0.15</i>
CORTANTE BASAL (Tn) Y	<i>8,713.50 Tn</i>	DESPLAZ. ESPECTRAL (m) Y	<i>5.85</i>
 <p>CORTANTE EN LA BASE vs DESPLAZAMIENTO</p>		 <p>CORTANTE EN LA BASE vs DESPLAZAMIENTO</p>	
validación de experto			
APELLIDO Y NOMBRE	<i>CRISTÓBAL SALASO CASAS</i>	REGISTRO CP N°	<i>102827</i>
APELLIDO Y NOMBRE	<i>FRANCISCO LIZAMA VESPA MARGALE</i>	REGISTRO CP N°	<i>125300</i>
APELLIDO Y NOMBRE	<i>MARCO ANTONIO FERRER FERRER</i>	REGISTRO CP N°	<i>1542</i>
			

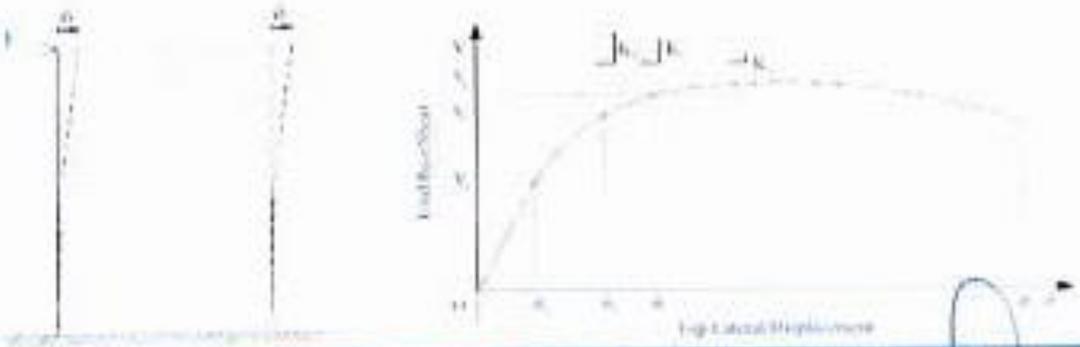
Anexo 4: Ficha técnica 2. Punto de desempeño (Edif. De 15 pisos)

FICHA DE VALIDEZ Y RECOLECCION DE DATOS			
TESIS	FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS, COMAS- 2020		
RESPONSABLE	ESCOVEDO CASTRO ANDY		
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA TÉCNICA N° 2	N°	
		FECHA	
ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN		VALORES DE INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	
UBICACIÓN		BAA	ALTA
EDIFICACION		0.0 ± 0.4	0.41 ± 0.7
DIRECCION			0.71 ± 1.0
VARIABLE DEPENDIENTE : DESEMPEÑO SISMICO		CALIFICACION DE EXPERTOS	
1. PUNTO DE DESEMPEÑO (EDIFICIO DE 15 PISOS)		EXP. 1	EXP. 2
CURVA DE CAPACIDAD		ESPECTRO DE CAPACIDAD	
DESPLAZ. (M) X		ACELERACION ESPECTRAL (g) X	
CORTANTE BASAL (Tn) X		DESPLAZ. ESPECTRAL (m) X	
DESPLAZ. (M) Y		ACELERACION ESPECTRAL (g) Y	
CORTANTE BASAL (Tn) Y		DESPLAZ. ESPECTRAL (m) Y	
			
validacion de experto			puntaje %
APELLIDO Y NOMBRE	ORSEGOLO SILVANO CARLOS	REGISTRO CP N°	101226
APELLIDO Y NOMBRE	HUANAN JI ZHANG YESSICA MARQUEZ	REGISTRO CP N°	123355
APELLIDO Y NOMBRE	HARCO ANTONIO LOPEZ ANDRI	REGISTRO CP N°	154223
INGENIERO CIVIL REG. CP N° 154223			100%

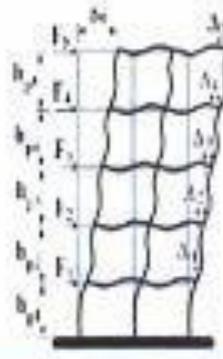
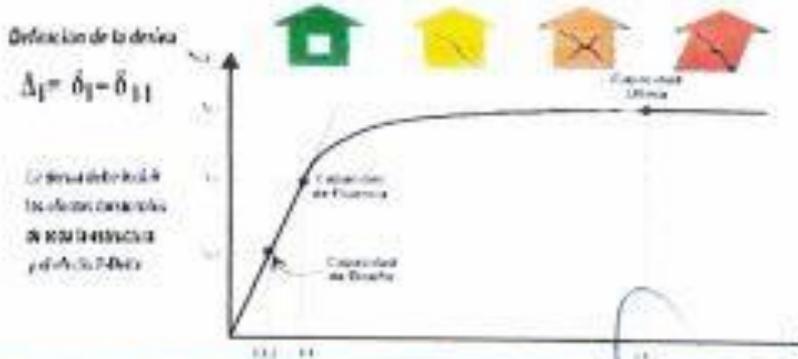
Anexo 5: Ficha técnica 3. Capacidad estructural (Edif. De 12 pisos)

FICHA DE VALIDEZ Y RECOLECCIÓN DE DATOS									
TESIS	FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS, COMAS- 2000								
RESPONSABLE	ESCOVEDO CASTRO ANDY								
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA TÉCNICA N°5				N°				
					FECHA				
ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN					VALORES DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS				
UBICACIÓN					BAJA	ALTA			
EDIFICACION					0.0 e 0.4	0.71 e 1.0			
DIRECCION									
INDICADOR 3. DERIVAS POR NORMA E. 030 (edificio de 12 pisos)									
DERIVAS (Δ/n)	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	COEFICIENTES DE REDUCCIÓN SISMICA "0.33"				DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX. = 0.025
			I ₁	I ₂	I ₃	I ₄			
			<p>Deflexión de la deriva</p> $\Delta_1 = \delta_1 - \delta_{11}$ <p>La deriva en cada nivel es la diferencia entre los desplazamientos de los pisos adyacentes y el desplazamiento de la base.</p>						
validación de experto							puntaje %		
APELLIDO Y NOMBRE	DEREGESO SALMAY Castro	REGISTRO CP N°	101517				100		
APELLIDO Y NOMBRE	Alvarado Lizaso Vera	REGISTRO CP N°	123353				100		
APELLIDO Y NOMBRE	Florez Antonio Leon	REGISTRO CP N°	154203				100		

Anexo 6: Ficha técnica 4. Capacidad estructural (Edif. De 15 pisos)

FICHA DE VALORES Y RECOLECCIÓN DE DATOS							
TEMA		FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS, COMAS-2020					
RESPONSABLE		ESCOVEDO CASTRO ANDY					
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA TÉCNICA N° 4				N°		
					FECHA		
ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN					VALORES DEL INSTRUMENTO DE RECOPILACIÓN DE DATOS		
UBICACIÓN					BAYA	MEDIA	ALTA
EDIFICACION					0.0 ± 0.4	0.48 ± 0.7	0.71 ± 1.0
DIRECCION							
2. CAPACIDAD ESTRUCTURAL (DESPLAZAMIENTO ESPECTRAL) (edificio de 15 pisos)							
NORMA SISMORRESISTENTE E. 030				FRECUENTE	OCACIONAL	BARRO	MUY RARO
T (seg)	C	ZUCS	Sde (cm)	Sde 1 (cm)	Sde 2 (cm)	Sde 3 (cm)	Sde 4 (cm)
							
Firma de experto							
APELLIDO Y NOMBRE	CORDERO Salayo Andrey			REGISTRO CIP N°	40557		
APELLIDO Y NOMBRE	MARRÓN Macaya Yesica Mayra			REGISTRO CIP N°	193255		
APELLIDO Y NOMBRE	GARCÍA AntonioKevin Javier			REGISTRO CIP N°	194103		

Anexo 7: Ficha técnica 5. Derivas edificio de 12 pisos

FICHA DE VALIDEZ Y RECOLECCIÓN DE DATOS									
TÍTULO		FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS, COMAS- 2020							
RESPONSABLE		ESCOVEDO CASTRO ANDY							
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA N°5				N°			
			FECHA						
ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN					VALORES DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS				
UBICACIÓN					BAJA	MEDIA		ALTA	
EDIFICACIÓN					0.0 ± 0.4	0.45 ± 0.7		0.71 ± 1.0	
DIRECCIÓN									
INDICADOR 3. DERIVAS POR NORMA E. 030 (edificio de 12 pisos)									
DERIVAS (Δ/h)	DERIVA ELASTICA X	DERIVA ELASTICA Y	COEFICIENTE DE REDUCCION SISMICA 0.33				DERIVA INELASTICA X	DERIVA INELASTICA Y	DERIVA MAX.=0.005
			33	33	33	33			
 <p>Definición de la deriva</p> $\Delta_1 = \delta_1 - \delta_{11}$ <p>La deriva debe cumplir los criterios establecidos en el artículo 7.4.6.2 de la Norma E.030</p> 									
validación de experto									
APELLIDO Y NOMBRE		DEREGOSO SALINAS Carlos	REGISTRO OF N°	101517	[Signature]		partaje %		
APELLIDO Y NOMBRE		Miranda Lizcano Yessica	REGISTRO OF N°	123155	[Signature]		70.9%		
APELLIDO Y NOMBRE		Hernandez Juan José	REGISTRO OF N°	154203	[Signature]				
<p>INGENIERO CIVIL CENEVAL 171088 REG. SUP. IC 18823</p> <p>[Signature]</p>									

Anexo 8: Ficha técnica 6. Derivas edificio de 15 pisos

FICHA DE VALIDACIÓN Y REGISTRO DE DATOS								
TEMA	FACTORES DE DISEÑO PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE EDIFICIOS (MDL) DE 12 Y 15 PISOS. COMAS- 2020							
RESPONSABLE	ESCOVEDO CASTRO ANOY							
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA TÉCNICA 1176			Nº				
				FECHA				
ASPECTOS DE LOCALIZACIÓN				VALORES DEL INSTRUMENTO DE REGISTRO DE DATOS				
UBICACIÓN				BAM	AMDA	BITA		
EDIFICACION				0.9 ± 0.4	0.41 ± 0.7	0.71 ± 1.8		
DIRECCION								
INDICADOR 3. DÉRIVAS POR NORMA E. 030 (edificio de 15 pisos)								
DERIVAS (Δ/n)	DERIVA ELÁSTICA X	DERIVA ELÁSTICA Y	DERIVA INELÁSTICA X				DERIVA INELÁSTICA Y	DERIVA MAX. = 0.005

	<p>Definición de la deriva</p> $\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1}$ <p>La deriva está relacionada con efectos dinámicos de masa de la estructura y del piso rígido.</p>	
--	---	--

validación de experto

APELLIDO Y NOMBRE	C. P. E. G. O. S. G. Solís G. / Valdez	REGISTRO CP N°	401517	FECHA	10/05/2020	VALORES	100
APELLIDO Y NOMBRE	Hernández López / Valdez	REGISTRO CP N°		FECHA		VALORES	100
APELLIDO Y NOMBRE	Francisco Antonio Zayas / Armas	REGISTRO CP N°		FECHA		VALORES	100

ZENTRALISIERUNG
INSTRUMENTO
PRO. DE P. G. O. S. G.



MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No:
29939-2009-AQ-USA-ANAB

Initial certification date:
26 June 2009

Valid:
05 August 2020 - 04 August 2023

This is to certify that the management system of

CSI-Computers and Structures, Inc.

1646 North California Boulevard, Suite 600, Walnut Creek, CA, 94596, USA

has been found to conform to the Quality Management System standard:
ISO 9001:2015

This certificate is valid for the following scope:

The Development, Support and Licensing of Software Tools for Structural and Earthquake Engineering.

Place and date:
Katy, TX, 26 July 2020

For the issuing office:
DNV GL - Business Assurance
1400 Ravenna Drive, Katy, TX, 77449-
5164, USA



Sharif Nakkawy
Management Representative

Loss of fulfillment of conditions as set out in the Certification Agreement may render this Certificate invalid.
ACCREDITED ENTITY: DNV GL Business Assurance SBA, Inc., 1400 Ravenna Drive, Katy, TX, 77449, USA. TEL: +1 281-386-0280. www.dnvgl.com



COMPUTERS & STRUCTURES, INC.

STRUCTURAL AND EARTHQUAKE ENGINEERING SOFTWARE

OUR QUALITY POLICY

The employees of CSI are committed to:

ACHIEVING THE HIGHEST STANDARDS

in innovation and technology

CONTINUALLY IMPROVING our products
and quality system

EXCEEDING customer expectations

Ashraf Habibullah
President

Marilyn Wilkes
Senior Vice President

Syed Hasanain
Executive Vice President

Approved by Ashraf Habibullah, President | 05.21.2020

anexo 12. Captura de pantalla de turnitin.

feedback studio ANDY ABELITO ESCOVEDO CASTRO TESIS FINAL 06/12/2020

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Factores de diseño para evaluar el desempeño sísmico de edificios (MDL) de 12 y 15 pisos, Comas – 2020
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Escovedo Castro, Andy Abelito (ID: 0000-0003-1992-2868)

ASESOR:
Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA - PERÚ
2020

Resumen de coincidencias

17 %

2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
3	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
7	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 136 Número de palabras: 21238 Text-only Report High Resolution Activado