

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN NORMATIVA SISMORRESISTENTE NTE E.030 PERÚ Y NCH.443 CHILE, PARA DETERMINAR DIFERENCIAS DE RESPUESTA SÍSMICA, EDIFICIO CAMINO DEL PARQUE – LIMA, PERÚ - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Henry Andrew Cueva Soto

Asesor:

Dr. Omart Tello Malpartida

Lima - Perú

2021



DEDICATORIA

Al Dios de Jacob, mis padres, familia y hermanos en Cristo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi casa de estudio por el compromiso desde el momento que ingrese, a la plana docente, en especial al Doctor Omar Tello Malpartida y la Directora de carrera Fanny Rita Valdivieso por su interés trascendente en formar profesionales, darles las gracias a mis padres Miriam Diana Soto Bogado, Henry Alfredo Cueva Quintanilla y a mi hermana Vania Almendra Cueva Soto por su apoyo en todas las áreas, a toda mi familia en general, en especial a mi primo Brian Soto, a mis amigos que siempre me alentaron en cumplir mis metas, a mis hermanos en la fe como Angel Vega por su interés, a la Alianza Cristiana y Misionera y el agradecimiento más especial al Señor y Amo de mi vida Jesús por su paciencia, compromiso y amor.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	22
1.3. Objetivos	22
1.4. Hipótesis	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	26
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	27
2.4. Procedimiento	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS	100
3.1. Indicador N°1: Desplazamientos laterales	100
3.2. Indicador N°2: Distorsión de entre piso	101
3.3. Indicador N°3: Fuerza cortante	103
3.4. Indicador N°4: Periodo.....	103
3.5. Indicador N°5: Momento flector máximo en vigas	104
3.6. Indicador N°6: Esfuerzo Axial en columnas.....	107
3.7. Indicador N°7: Cortante en placas.....	109
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	111
4.1. Discusión.....	111
4.2. Conclusiones.....	115
REFERENCIAS.....	117
ANEXOS	122
ANEXO N°1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	123
ANEXO N°2: DESPLAZAMIENTO LATERAL.....	127
ANEXO N°3: DISTORSIÓN DE ENTRE PISO	128
ANEXO N°4: FUERZA CORTANTE	129
ANEXO N°5: PERIODO	130
ANEXO N°6: MOMENTO FLECTOR MÁXIMO EN VIGAS	131
ANEXO N°7: ESFUERZO AXIAL EN COLUMNA.....	132
ANEXO N°8: CORTANTE EN PLACAS.....	133

ANEXO N°9. PLANOS.	134
ANEXO N°10: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Irregularidad de rigidez – piso blando.	51
Tabla 2. Irregularidad de resistencia – piso blando.	52
Tabla 3. Irregularidad de resistencia – piso débil.....	52
Tabla 4. Irregularidad extrema de rigidez.	53
Tabla 5. Irregularidad extrema de rigidez.	54
Tabla 6. Irregularidad extrema de resistencia.....	54
Tabla 7. Irregularidad torsional.....	56
Tabla 8. Irregularidad torsional extrema.	56
Tabla 9. Distorsiones estáticas en X, según NTE E.030.	61
Tabla 10. Distorsiones estáticas en Y, según NTE E.030.	62
Tabla 11. Cortante estático, dinámico y de diseño según NTE E.030.	67
Tabla 12. Desplazamiento lateral elástico según NTE E.030.....	68
Tabla 13. Distorsión inelástica de entre piso según NTE E.030.....	69
Tabla 14. Cortante de diseño.	69
Tabla 15. Periodos NTE E.030.....	70
Tabla 16. Distorsiones estáticas en X, según Nch.433.	86
Tabla 17. Distorsiones estáticas en Y, según Nch.433.	87
Tabla 18. Cortante máximo, mínimo y reducido según Nch.433.....	90
Tabla 19. Cortante calculado, reducido y de diseño según Nch.433.....	92
Tabla 20. Desplazamiento lateral elástico según Nch.433.	93
Tabla 21. Distorsión elástica de entre piso según Nch.433.....	94
Tabla 22. Cortante estático, dinámico y de diseño según Nch.433.....	94
Tabla 23. Periodos Nch.433.....	95
Tabla 24. Distorsión elástica de entre piso según NTE E.030.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Vista en planta del encofrado N°1.....	30
<i>Figura 2.</i> Grilla de ETABS en vista en planta.	31
<i>Figura 3:</i> Material de concreto y sus propiedades.	32
<i>Figura 4:</i> Material de acero y sus propiedades.....	32
<i>Figura 5:</i> Creación de columnas, sus propiedades, así como su dimensión.	34
<i>Figura 6:</i> Propiedades de vigas y columnas.....	34
<i>Figura 7:</i> Creación de vigas, sus propiedades, así como su dimensión.	35
<i>Figura 8:</i> Creación de placa, sus propiedades, así como su dimensión.	35
<i>Figura 9:</i> Losa aligerada y sus propiedades.	36
<i>Figura 10:</i> Losa maciza y sus propiedades.	36
<i>Figura 11:</i> Vista en planta de columnas, primer nivel con ETABS.....	38
<i>Figura: 12:</i> Vista en planta de columnas, segundo nivel al séptimo nivel con ETABS.	38
<i>Figura 13:</i> Vista en planta de vigas, primer nivel con ETABS.....	39
<i>Figura 14:</i> Vista en planta típica de vigas, segundo, cuarto y sexto nivel con ETABS.....	39
<i>Figuras 15:</i> Vista en planta típica de vigas, tercera y quinto nivel con ETABS.....	40
<i>Figura 16:</i> Vista en planta de vigas, séptimo nivel con ETABS.....	40
<i>Figura 17:</i> Vista en planta de placas con ETABS.....	41
<i>Figura 18:</i> Vista en planta de losa, primer nivel con ETABS.....	41
<i>Figura 19:</i> Vista en planta típica de losa, segundo, cuarto y sexto nivel con ETABS.....	42
<i>Figura 20:</i> Vista en planta típica de losa, tercero y quinto nivel con ETABS.	42
<i>Figura 21:</i> Vista en planta típica de losa séptimo nivel con ETABS.....	43
<i>Figura 22:</i> Vista de puntos de apoyo empotrados tomados en ETABS	43
<i>Figura 23:</i> Vista 3 D del modelo en ETABS.	44
<i>Figura 24:</i> Asignación de carga viva (Live) y muerta (Dead) con su factor de multiplicación.	45
<i>Figura 25:</i> Colocación de la carga muerta (Dead).	45

<i>Figura 26:</i> Vista en planta de losa con la carga muerta (Dead).	45
<i>Figura 27:</i> Colocación de la carga viva (Live).....	46
<i>Figura 28:</i> Vista en planta de losa con la carga viva (Live).....	46
<i>Figura 29:</i> Vista en planta de cómo actúa la carga viva (Live) en las vigas.....	47
<i>Figura 30:</i> Vista en planta de cómo actúa la carga muerta (Dead) en las vigas.	47
<i>Figura 31:</i> Vista en planta de encofrado del primer nivel.....	55
<i>Figura 32:</i> Asignación de carga estática en sentido X e Y en ETABS.	57
<i>Figura 32:</i> Colocación del coeficiente C, así como el sentido X.....	57
<i>Figura 33:</i> Cuadro resumen de los parámetros en general de la NTE E.030.....	58
<i>Figura 34:</i> Cuadro resumen de parámetros, análisis dinámico y estático de la NTE E.030.	59
<i>Figura 35:</i> Cuadro resumen de los valores asumidos según la NTE E.030.	60
<i>Figura 36:</i> Movimiento estático del edificio modelado según NTE E.030.....	61
<i>Figura 37:</i> Gráfica del movimiento estático en X e Y, según la NTE E.030.....	62
<i>Figura 38:</i> Gráfica del espectro de respuesta de la NTE E.030.	64
<i>Figura 39:</i> Asignación del espectro de respuesta en X e Y.....	65
<i>Figura 40:</i> Asignación de propiedades para el espectro de respuesta.	65
<i>Figura 41:</i> Cuadro resumen de los valores asumidos según la NTE E.030.	66
<i>Figura 42:</i> Momento flector máximo en vigas en general del nivel 6, según NTE E.030..	71
<i>Figura 43.</i> Momento flector en la viga de eje 3-AE, según NTE E.030.....	72
<i>Figura 44.</i> Momento de corte (V) en las vigas en general del nivel 6, según NTE E.030.	72
<i>Figura 45.</i> Momento de corte (V) en la viga de eje 3-AE, según NTE E.030.....	73
<i>Figura 46.</i> Vista de momento flector y de corte de la viga de eje 3-AE, según NTE E.030.	73
<i>Figura 47.</i> Vista en 3D general de la fuerza axial en columnas con NTE E.030.....	74
<i>Figura 48.</i> Vista en 3D de la máxima fuerza axial con la NTE E.030.....	75
<i>Figura 49.</i> Vista de esfuerzo axial en la columna C17, según NTE E.030.....	75
<i>Figura 50.</i> Vista en planta en de columna C17 en ETABS.....	76

<i>Figura 51.</i> Vista en planta de placas (Piers) en ETABS.	76
<i>Figura 52.</i> Vista en 3D del máximo cortante en P2 en el sentido Y, con la NTE E.030.....	77
<i>Figura 53:</i> Vista en planta de cómo actúa la carga viva (Live) en las vigas.....	78
<i>Figura 54:</i> Vista en planta de cómo actúa la carga viva (Live) en las vigas.....	79
<i>Figura 55:</i> Cuadro resumen de los parámetros en general de la Nch.433.....	83
<i>Figura 56:</i> Cuadro resumen de parámetros y análisis estático de la Nch.433.....	84
<i>Figura 57:</i> Cuadro resumen de los valores asumidos en parámetros y análisis estático según la Nch.433.....	85
<i>Figura 58:</i> Movimiento estático del edificio modelado según Nch.433.	86
<i>Figura 59.</i> Gráfica del movimiento estático en X e Y, según la Nch.433.	87
<i>Figura 60:</i> Cuadro resumen de parámetros y análisis dinámico según Nch.433.	90
<i>Figura 61:</i> Cuadro resumen de los valores asumidos en parámetros y análisis dinámico según Nch.433.	90
<i>Figura 62.</i> Gráfica del espectro de respuesta de la Nch.433.	91
<i>Figura 63:</i> Momento flector máximo en vigas en general del nivel 6, según Nch.433.	96
<i>Figura 64.</i> Momento flector en la viga de eje 3-AE, según Nch.433.	97
<i>Figura 65.</i> Vista de momento flector y de corte de la viga de eje 3-AE, según Nch.433... ..	97
<i>Figura 66.</i> Momento de corte (V) en las vigas en general del nivel 6, según Nch.433.	98
<i>Figura 67.</i> Momento de corte (V) en la viga de eje 3-AE, según Nch.433.....	98
<i>Figura 68.</i> Vista en 3D del máximo cortante en P2 en el sentido Y, con la Nch.433.	99
<i>Figura 69:</i> Desplazamiento lateral X-X elástico según la NTE.030 y Nch.433.	100
<i>Figura 70:</i> Desplazamiento lateral Y-Y elástico según la NTE.030 y Nch.433.	100
<i>Figura71:</i> Distorsión elástica de entre piso X-X según la NTE.030 y Nch.433.	101
<i>Figura72:</i> Distorsión elástica de entre piso Y-Y según la NTE.030 y Nch.433.	102
<i>Figura 73:</i> Fuerza cortante de diseño en X-X e Y-Y, según la NTE.030 y Nch.433.....	103
<i>Figura 74:</i> Primer periodo según NTE E.030 y Nch.433.....	103
<i>Figura 75:</i> Momento flector máximo en viga por gravedad, nivel 6 en eje 3-AE, según NTE E.030Y Nch.433.	104
<i>Figura 76:</i> Momento flector máximo en viga por carga viva, nivel 6 en eje 3-AE.	105

<i>Figura 77:</i> Momento flector máximo por sismo de diseño en X-X, según NTE E.030, nivel 6 en eje 3-EJ.	105
<i>Figura 78:</i> Momento flector máximo en viga por sismo de diseño en X-X, según la NTE E.030 y Nch.433, nivel 6 en eje 3-EJ.	106
<i>Figura 79:</i> Momento flector máximo en viga por sismo de diseño en Y-Y, según la NTE E.030 y Nch.433 en el nivel 5 en eje 3,5 - E	107
<i>Figura 80:</i> Esfuerzo axial en columna, según la NTE E.030 y Nch.433.	107
<i>Figura 81:</i> Esfuerzo axial en columna por sismo en X-X, según NTE E.030 y Nch.433.	108
<i>Figura 82:</i> Esfuerzo axial en columna por sismo en Y-Y, según NTE E.030 y Nch.433.	108
<i>Figura 83:</i> Esfuerzo cortante máximo en placas en sismo X-X según NTE E.030 y Nch.433.	109
<i>Figura 84:</i> Esfuerzo cortante máximo en placas en sismo Y-Y según NTE E.030 y Nch.433.	110

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Periodo fundamental de vibración según NTE E.030-2019.	50
Ecuación 2. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas según NTE E.030-2019.	50
Ecuación 3. Fuerza cortante según NTE E.030-2019.	51
Ecuación 4. Aceleración espectral según NTE E.030-2019.	64
Ecuación 5. Periodo fundamental teórico según Nch.433.	82
Ecuación 6. Esfuerzo de corte basal según Nch.433.	82
Ecuación 7. Coeficiente sísmico según Nch.433.	82
Ecuación 8. Coeficiente sísmico máximo según Nch.433.	82
Ecuación 9. Factor de reducción f en muros según Nch.433.	82
Ecuación 10. Espectro de diseño según Nch.433.	89
Ecuación 11. Factor de amplificación según Nch.433.	89
Ecuación 12. Factor de reducción según Nch.433.	89

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar, mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433, las diferencias de respuesta sísmica del edificio Camino del Parque, Lima-2021. La investigación fue del tipo aplicada con un enfoque cuantitativo. La muestra fue el edificio Camino del Parque de 7 pisos, ubicada en el distrito de Pueblo Libre, los principales resultados con la aplicación de la NTE E.030 fueron mayores que la norma chilena Nch.433 de la siguiente manera; en desplazamientos laterales en 134.41% en X-X y 108.03% en Y-Y, para distorsión de entre piso en 133.20% en X-X y 206% en Y-Y, para fuerza cortante en 154.29% en X-X e Y-Y, para momento flector máximo en viga en 115% en X-X y 134.57% en Y-Y, para esfuerzo axial en columnas en 119.6% en X-X y 131.4% en Y-Y, para cortante en placas en 148.65% en X-X y 132.37% en Y-Y e igual en periodo; finalmente podemos determinar que en general existe una diferencia de aproximadamente 100% entre los parámetros de respuesta sísmica entre la norma peruana NTE E.30 y la norma chilena Nch.433, esto se presenta debido a que la norma peruana presenta parámetros normativos más conservadores.

Palabras clave: Parámetros de respuesta sísmica, norma NTE E.030, norma Nch.433

ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine, through the evaluation of the Peruvian Seismic Resistance Normative NTE E.030 and Chilean Normative Nch.433, the differences in the seismic response of the building Camino del Parque, Lima-2021. The research was applied as a quantitative approach focus. The sample was Camino del Parque 7-floor building, located in Pueblo Libre district, the main results when applying NTE E.030 for lateral displacements were higher at 134.41% in XX and 108.03% in Y-Y, for interfloor distortion in 133.20% in XX and 206% in Y-Y, for shear force in 154.29% in X-X and Y-Y, for maximum bending moment on beam at 115% on XX and 134,57% on Y-Y, for axial force on columns at 119.6% on XX and 131.4% on YY, for shear on plates at 148.65% on XX and 132.37% on YY and same in period; finally, we can determine that in general there is a difference of approximately 100% between the seismic response parameters between the Peruvian standard NTE E.30 and the Chilean standard Nch. 433, this occurs because the Peruvian standard presents more conservative normative parameters.

Keywords: Seismic response parameters, NTE E.030 standard, Nch.433 standard

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las normas en el mundo son de carácter dinámico porque estas se van modificando de acuerdo a los eventos sísmicos, específicamente las normas sísmicas son las que sufren mayores cambios por esas condiciones la norma americana SEAOC de California vio variaciones que fueron dados con el sismo de San Francisco el 18 de abril 1906, con una magnitud de 8.3 en Italia, el sismo de Messina el 28 de diciembre de 1908 con magnitud de 7.5 (primer diseño con método estático equivalente), en Japón el sismo de Kanto en 1923 con magnitud de 8.3, en Estados Unidos el sismo de Santa Bárbara California el 29 de junio de 1925, con estos sismos se produce el primer código de diseño sísmico en apéndice UBC (Estados Unidos) en 1927, el código sísmico de los Ángeles en 1933 y 1943, siguió evolucionando con ASCE-SEAONC en 1952, SEAOC en 1959 y hasta el comité de visión 2000 en el año 1992, otro país es El Salvador, donde se crea el primer reglamento en 1966 a partir del sismo del 3 de mayo de 1965, otro sismo el 10 de octubre de 1986, produce una segunda modificación y en 1994 se publica el Reglamento de Diseño Estructural para las Construcciones (Ramírez et al., 2017). Para la ciudad de México desde los años 40 ocurrieron sismos que permitieron la modificación del reglamento de construcción en 1942, después de los efectos del terremoto del 28 de julio de 1957 se lanzó normas de emergencia el mismo año, luego la actualización en 1976 y 1977, luego los terremotos del 19 y 20 de septiembre de 1985, donde se publicaron normas de emergencia más severos en requisitos y el 6 de octubre del 2004 fueron publicados las normas técnicas del Distrito Federal (Delgado et al., 2016). En Japón con el terremoto de No-bi, con una magnitud de 8.0 M, el 28 de octubre de 1891, lo que promueve la creación del comité de investigaciones para la prevención de peligros sísmicos en 1892, otro terremoto el Gran Kwanto con una magnitud de 7.9 M en 1923, permite crear el instituto de

investigación de terremotos en 1925, luego el terremoto de Niigata en 1964 formo la necesidad en estudiar la licuación del suelo, frente al terremoto de Tokachi con una magnitud de 7.9 M en 1968, se verifico serios daños a pesar del uso de la Ley de Normas de edificaciones, por otro lado el terremoto de la Prefectura frente a Miyagi con una magnitud de 7.5 M en 1978, ocasiono la revisión del código de diseño sísmico (Centro nacional de prevención y desastres, 1991; Fernández, 1991). En Chile inicia con el gran terremoto de Valparaíso en 1906, luego de ello el presidente Montt contrata al sismólogo francés Ballore para sentar las bases del estudio de la sismología en el país. Otro sismo en Talca el diciembre de 1928, que pone en marcha el diseño de la Ley General de Urbanismo en 1929, el mayor terremoto de Valdivia en 1960, con una magnitud de 9.5 en escala de Richter, que produce la primera norma de diseño sísmico, el terremoto de San Antonio en 1985 pone a prueba la norma NCh 433, después del terremoto de Antofagasta de 1995 se crea NCh 433 de diseño sísmico, luego en el 2010 ocurre el terremoto al sur del país de Chile lo que propone una nueva revisión de la norma (Saez, 2011). En Perú con el sismo de Callao – Lima el 24 de mayo de 1940 de magnitud 8.2° Richter, como los diversos sismos ocurridos a nivel mundial permitieron iniciar los diseños por rotura en el Instituto Americano del Concreto (ACI) en 1963, luego se produce el primer proyecto de la norma peruana basado en el SEAOC en 1964, un sismo registrado en Huacho – Lima el 17 de octubre de 1966 con una magnitud 7.5° Mw, nos permito acelerar el registro de la primera norma nacional de diseño sismorresistente en 1970, este mismo año ocurre el sismo de Huaraz – Ancash el 31 de mayo con una magnitud de 7.8 ° Mw y otro el sismo de Cañete – Lima el 3 de octubre de 1974 con una magnitud de 7.6 ° Mw, originando así una segunda versión de la norma en 1977, décadas después el sismo de Nazca – Ica el 12 de noviembre de 1996 con una magnitud de 7.7 ° Mw, dando paso a una tercera versión

de la norma en 1997, pronto otro sismo el de Moquegua el 23 de junio de 2001 con una magnitud de 8.4 ° Mw, abrió paso a la actualización de la norma en el 2003, basado en medidas adoptadas por Uniform Building Code (UBC), ya más adelante se aprueba la norma de diseño sismorresistente E 0.30 del año 2006, luego el sismo de Pisco – Ica el 15 de agosto del 2007 con una magnitud de 7.9 ° Mw, impulsa a continuar seguir implementando a la norma más modificaciones y anexos hasta el año 2014, pero entra en vigencia por motivos burocráticos el 2018, por ahora la norma en vigencia es la del 11 de febrero del 2019 (Córdova, 2012; Llanqui, 2015; Cuya, 2019; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019). Los cambios sustanciales que se dan en las normas mundiales son respecto al comportamiento de los sismos, la resistencia que proveen las edificaciones y sobre todo salva guardar la vida humana, además nos encontramos en una zona altamente sísmica producto de la interacción de la placa Sudamericana con la placa de Nazca y en esta zona se ha producido los sismos más grandes que han habido en el mundo, por ello tanto en Perú y Chile se observa la continua incidencia de sismos con mayor fuerza, lo que genera modificaciones en reglamentos y seguridad en la construcción sismorresistente que permite proteger la vida humana. Por estos motivos descritos anteriormente es necesario evaluar las dos normas.

Mario, G. & Darwin, M. (2016). En tesis titulada “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios NCH 433.of1996 modificada en 2012” que tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo de la respuesta sísmica mediante el análisis sísmico

dinámico aplicando la norma peruana NTE E.030 y la norma chilena NCh 433.Of1996 en una edificación de concreto armado con sistema dual, cuya población es una edificación de concreto armado, con sistema dual, de categoría común ya que es una vivienda multifamiliar, esto pertenecería a una población censada y ubicada en el Barrio Magisterial, Ciudad del Cusco, su muestra es no probabilística censal así la muestra es igual a la población, el muestreo es tipo discrecional, ya que la muestra es elegida a criterio del investigador. El trabajo consistió en la comparación de las normas NTE E.030 del 2016 y Nch.433 of 1996 mediante el uso de valores indicados en cada norma para hallar el espectro de respuesta necesario para el análisis dinámico modal espectral, luego los datos se modelaron en el software ETABS para obtener el espectro de respuesta. Se obtuvo los siguientes resultados; los **desplazamientos** para la norma peruana en la dirección X para la parte inelástica fue 10.49 cm y en Y fue 2.79 cm como máximo y la parte elástica en X es 1.99 cm y en Y es 0.53 cm, la norma chilena NCh.433 para $(2/3)*R*$ en la dirección X fue 9.57 cm y en Y fue 2.32 cm como máximo y para la parte elástica X es 2.76 cm y en Y es 0.57 cm; la **deriva** inelástica para la norma peruana NTE E.030 en la dirección X fue 0.0065 y en Y fue 0.0023 como máximo, la elástica en X es 0.0012 y en Y es 0.0003, la norma chilena Nch.433 en la parte inelástica en dirección X fue 0.0051 y en Y 0.0013 como máximo, para la parte elástica en X es 0.0015 y en Y es 0.0003; la **fuerza cortante** dinámica para la norma peruana NTE E.030 fue en V_x de 236.15 tonf y en V_y 234.62 tonf, para la norma chilena Nch.433 fue en V_x de 275.94 tonf y V_y 211.66 tonf, el **periodo** en T_x es 0.51 segundos y en T_y es 0.71 segundos, para ambas normas.

Según Maycol H. et al. (2018), en tesis titulada “Comparación estructural y económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la norma e.030 diseño sismorresistente” que tuvo

como objetivo el análisis y diseño estructural del edificio con la norma actual y los resultados se compararan a nivel estructural y económico, cuya población es el distrito de Miraflores, su muestra es un edificio de 7 pisos ubicado en Lima-Miraflores, el trabajo consistió en el pre dimensionamiento y estructuración del edificio mediante la norma NTE E.030 del 2016, respetando la estructuración original del edificio planteado en la tesis de referencia “Diseño de un edificio de oficinas en Miraflores” (Moyano, 2016), luego se pasó al análisis sísmico con la norma NTE E.30 del 2016 y su modelamiento en ETABS para hallar el análisis dinámico por combinación espectral, modos y periodos, desplazamientos laterales, cortante de diseño, junta de separación sísmica, luego se pasó al diseño de elementos de concreto armado mediante la norma NTE E.030 del 2016 para ser comparados con la tesis de referencia hechos con la norma NTE E.030 del 2003, dichos elementos son vigas peraltadas, columnas, placas y cimentación, se diseñaron con el uso del software ETBAS, después se pasó a la comparación de parámetros sísmicos, derivas, cortante basal y fuerzas internas, dicho análisis del edificio fue entre la norma NTE E.030 del 2003 y la norma NTE E.030 del 2016. Se obtuvieron los siguientes resultados; el **periodo** para la norma NTE E.030 del 2003 en X fue de 0.26 (s) y en Y 0.55 (s) y para la norma NTE E.030 del 2016 en X fue de 0.25 (s) y en Y 0.54 (s), los periodos obtenidos no presentan gran variación debido a que se trata de la misma estructuración; el **cortante basal** para la parte estática en la norma NTE E.030 del 2003 en X fue de 501 (ton) y en Y fue de 401 (ton) y para la norma NTE E.030 del 2016 en X fue de 595 (ton) y en Y fue de 461 (ton), para la parte dinámica en la norma NTE E.030 del 2013 en X fue de 396 (ton) y en Y fue de 308 (ton) y para la norma NTE E.030 del 2016 en X fue de 431 (ton) y en Y fue de 347 (ton), los datos nos indican que la cortante estática basal en la dirección X-X se incrementó en 7.9%, en la dirección Y-Y también hubo un

incremento de 14.9%, la cortante dinámica en la base de la estructura en la dirección X-X tuvo un incremento de 8.8%, en la dirección Y-Y hubo también un incremento de 12.6%. Dicha variación fue debido al incremento del factor de zona (Z), pero también fue debido a menor presencia de muros de concreto armado en la dirección Y-Y a diferencia de X-X, lo que hace que tenga menos rigidez lateral y sea susceptible de presentar mayores fuerzas sísmicas; la **deriva** calculada para la norma NTE E.030 del 2003 en X-X fue de 0.0011, en Y-Y fue de 0.0037 y para la norma NTE E.030 del 2016 en X-X fue de 0.0011, en Y-Y fue de 0.0038, los valores son casi similares y tienen una adecuada rigidez lo que hace que los desplazamientos sean similares en ambas normas; el **desplazamiento** máximo de la estructura para la norma NTE E.030 del 2003 en X-X fue de 0.56 (cm), en Y-Y fue de 5.89 (cm) y para la norma NTE E.030 del 2016 en X-X fue de 2.10 (cm), en Y-Y fue de 7.08 (cm), los datos indican que en la dirección X-X se cuadruplico respecto a la norma anterior, en la otra dirección Y-Y tuvo un incremento del 20 % en el último piso; para la **fuerza interna en vigas** se escogió una viga típica VT-05 (.30x.70) y VT-07 (.30x.70), para la viga VT-05 con la norma NTE E.030 del 2013 el V fue 4.5 (ton) y el M 11.4 (ton-m), con la norma NTE E.030 del 2016 el V fue 3.9 (ton) y el M 12.9 (ton-m) , para la viga VT-07 con la norma NTE E.030 del 2013 el V fue 3.4 (ton) y el M 13.7 (ton-m), con la norma NTE E.030 del 2016 el V fue 3.9 (ton) y el M 15.5 (ton-m), todas la vigas tendrán una variación impórtate debido a su ubicación y espectro de análisis, los resultados muestran que para la viga VT-05 en la dirección X-X la fuerza cortante aumenta un 11.1% mientras que el momento flector también se incrementa en 13.1% al ser analizados con la norma NTE E.030 del 2016, para la viga VT-07 en la dirección Y-Y la fuerza cortante aumenta un 14.7% mientras que el momento flector también se incrementa en 13.1% al ser analizados con la norma NTE E.030 del 2016, para la

fuerza interna en columnas se toma la columna C4 y C2 indicados en los planos, los datos obtenidos para la columna C4 para el sismo en X-X en la norma NTE E.030 del 2003 fue P(ton) fue de 5.3, Vx (ton) fue de 1.2 y My (ton-m) fue de 1.7, para la norma NTE E.030 del 2016 fue P(ton) fue de 5.9, Vx (ton) fue de 1.4 y My (ton-m) fue de 2.0, para la columna C2 para el sismo en Y-Y en la norma NTE E.030 del 2003 fue P(ton) fue de 10.0, Vy (ton) fue de 3.2 y Mx (ton-m) fue de 4.3, para la norma NTE E.030 del 2016 fue P(ton) fue de 11.3, Vx (ton) fue de 3.6 y My (ton-m) fue de 4.0, estos datos son los máximos obtenidos para cada columna, en el caso de la columna C4 se observa que la fuerza de compresión (P) aumentó en 11.3%, la fuerza cortante (Vx) aumentó en 16.6% y el momento flector (My) aumentó en 17.6% al ser analizados con la norma NTE E.030 del 2016, dicho aumento en la fuerza de compresión y momento flector tuvo como consecuencia la variación de la cuantía para los dos primeros niveles se tuvo inicialmente $6\Phi 1''+8\Phi 3/4''$ (Moyano, 2016), ahora se tiene $14\Phi 1''$, de manera similar al analizar la columna C2 la fuerza de compresión (P) aumenta en 13.0%, la cortante (Vy) aumenta en 12.5% y el momento flector (Mx) aumenta en 13.9%, en este caso, el incremento de las fuerzas internas no influyó para variar la cuantía de acero, para la **fuerza interna en placas** de estructura, según el análisis sísmico en X-X e Y-Y se tomó la placa P3 y P4 que son los más importantes, los datos obtenidos en la norma NTE E.030 del 2003 en la placa P3 fueron en Vx de 17.4 (ton), Vy de 125.9 (ton), Mx de 1556.2 (ton-m), My de 135.1 (ton-m), para la norma NTE E.030 del 2016 fueron en Vx de 19.6 (ton), Vy de 141.7 (ton), Mx de 1751.4 (ton-m), My de 152.1 (ton-m), para la placa P4 fueron en Vx de 17.1 (ton), Vy de 186.7 (ton), Mx de 2312.5 (ton-m), My de 161.4 (ton-m), para la norma NTE E.030 del 2016 fueron en Vx de 19.2 (ton), Vy de 210.1 (ton), Mx de 2602.5 (ton-m), My de 181.6 (ton-m), para la placa P3 el valor de cortante y momento flector aumentaron con

la norma NTE E.030 del 2016, en caso de la cortante el mayor valor es en Y-Y donde se tiene un incremento del 12.5%. El momento flector importante se da cuando el sismo actúa en la dirección Y-Y aumentando en un 12.5%, para la placa P4 los valores importantes se dan en la dirección Y-Y, tanto la fuerza cortante (V_y) como el momento flector (M_x) aumentan su valor en un 12.5%.

Rueda, E. (2008). En tesis titulada “Diseño de un edificio de concreto armado de cinco niveles” que tuvo como objetivo el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado, cuya población es un edificio concreto armado, ubicado en Lima, el trabajo consistió en la estructuración y pre dimensionamiento estructural del edificio donde se utilizó la norma peruana NTE E.030 del 2003, la de cargas, suelo y concreto armado, junto al código americano de diseño en concreto armado (ACI-318-05) para el diseño de diafragmas. Se obtuvo el siguiente resultado, para el **momento flector máximo en vigas**, se escogió una viga V-2 la cual se sometió a sismo en X-X para todos los niveles donde el máximo valor está en el nivel 3 cuyo valor es -21.25 tonf-m para el modelo A y es -15.34 tonf-m para el modelo B.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. General:

- ¿En qué medida mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile se encuentran las diferencias de respuesta sísmica del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú-2021?

1.2.2. Especifico:

- ¿De qué manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los parámetros sísmicos del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021?
- ¿De qué manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos del Edificio Camino del Parque- Lima, Perú- 2021.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 las diferencias de respuesta sísmica del Edificio Camino del Parque – Lima, Perú - 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Calcular de qué manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los parámetros sísmicos del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021.
- Determinar de qué manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú -2021.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La evaluación mediante la normativa peruana presenta mayor diferencia de respuesta sísmica en el Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú presenta las mayores diferencias de respuesta sísmica en relación a los parámetros sísmicos.
- La evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú presenta las mayores diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

En Vargas C. et al. (2009), algunos autores mencionan dos tendencias para investigar, la primera es la **investigación básica**, también conocida como investigación fundamental, exacta o investigación pura, que se ocupa del objeto de estudio sin considerar una aplicación inmediata, pero teniendo en cuenta que, a partir de sus resultados y descubrimientos, pueden surgir nuevos productos y avances científicos (Cívicos y Hernández, 2007; Padrón, 2006). La segunda es la **investigación aplicada**, entendida como la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general, además del bagaje de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina. Al respecto, en las ciencias puras y la investigación básica se busca indagar cómo funcionan las cosas para un uso posterior, mientras en las ciencias prácticas la investigación aplicada tiene como propósito hacer un uso inmediato del conocimiento existente.

Según Sampieri, RH (2014), los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación y resultan igualmente valiosos. Son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos; el enfoque **cuantitativo** utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías, el **cualitativo** utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

En nuestro caso usaremos el tipo de investigación aplicada con un enfoque cuantitativo.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

Según Bernal C. (2010), la población de acuerdo con Francia (1988) es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018) indica que, de toda la población de Lima, según el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) destaca por tener el mayor porcentaje (85.6%) de viviendas con paredes exteriores de ladrillo o bloques de cemento, así mismo el Instituto Nacional de Estadísticas – Chile (2018) indica el mayor porcentaje (83.1%) de viviendas a nivel nacional en Chile son de paredes exteriores de hormigón armado, bloques de cemento, piedra, ladrillo y tabique forrado por ambas caras (madera o acero), dando a entender que la mayoría de la población posee edificaciones de concreto armado, además este tipo de vivienda pertenece a la categoría C – Edificaciones comunes según la norma peruana (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) y a una categoría de ocupación II indicado en la norma chilena (Instituto Nacional de Normalización, 2012), además incluye un tipo de zonificación según la ubicación geográfica de dicha vivienda, por ello Lima se ubica según la norma técnica peruana E.030 en una zonificación tipo 4 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019), compartiendo una muy similar en la norma Chilena de tipo 3 (Instituto Nacional de Normalización, 2012).

En general según la Cámara Peruana de la Construcción (2017) indica que, el 93% del área edificada de Lima Metropolitana corresponde a edificios de 4 pisos a más, además

el área edificada entre el 2011 al 2016, va de un rango de altura de 6 pisos a 14.5 pisos en Lima metropolitana y en promedio el rango de altura edificada es de 8 pisos.

2.2.2. Muestra

Según Bernal C. (2010), la muestra es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

Entonces se considera de toda la población solo el edificio Camino del Parque de 7 pisos que es una muestra representativa, ubicada en el distrito de Pueblo Libre, una vivienda de tipo común que pertenece a la categoría tipo C – Edificaciones comunes según la norma peruana y a una categoría de ocupación II indicado en la norma chilena.

Por lo expuesto anteriormente, se entiende que por los argumentos descritos anteriormente escogemos de la población una muestra representativa que pueda evaluarse según la norma de sismorresistencia peruana y chilena.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnica

Según Bernal (2010) hay una gran variedad de técnicas o instrumentos para recolectar información en el trabajo de campo de una determinada investigación y recolección de datos. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas.

Según Bernal C. (2010) hace una presentación general de las principales técnicas o instrumentos de recolección de información en un proceso de investigación. Estas

técnicas tienen aplicación en cualquiera de los enfoques cualitativo y cuantitativo de la investigación y son: Encuesta, entrevista, observación directa, análisis de datos e internet. Para nuestro caso usaremos la observación directa porque nuestra técnica está basada en obtener información directa y confiable, siempre y cuando se haga mediante un proceso sistematizado y confiable muy controlado.

Entonces la técnica de observación directa nos ayudara a obtener los datos mediante el software ETABS.

2.3.2. Instrumentos de recolección

Según Sampieri, RH (2014), define la medición como el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos”, el cual se realiza mediante un plan explícito y organizado para clasificar (y con frecuencia cuantificar) los datos disponibles (los indicadores), en términos del concepto que el investigador tiene en mente (Carmines y Zeller, 1991). En este proceso, el instrumento de medición o de recolección de datos tiene un papel central. Sin él, no hay observaciones clasificadas. Este se divide en tres instrumentos de recolección de datos que son el cuestionario, la entrevista y la observación, para nuestro estudio escogemos la observación como tipo de técnica e instrumento de recolección; así mismo Bernal C. (2016), indica que para la técnica de observación no hay un modelo o guía únicos para recolectar información científica, pero en general se debe cumplir con las fases de recolección que son la información, la observación y la finalización; entonces para nuestra tesis escogemos la ficha técnica para cumplir con las fases indicadas y responder a los objetivos de estudio y los datos serán analizados mediante el uso del software ETABS.

A continuación se muestra la lista de fichas técnicas:

- Listado de fichas
 - ✓ Ficha técnica N°1: Desplazamiento lateral (anexo 2)
 - ✓ Ficha técnica N°2: Distorsión de entrepiso – deriva (anexo 3)
 - ✓ Ficha técnica N°3: Fuerza cortante (anexo 4)
 - ✓ Ficha técnica N°4: Periodo (anexo 5)
 - ✓ Ficha técnica N°5: Momento flector máximo en vigas (anexo 6)
 - ✓ Ficha técnica N°6: Esfuerzo axial en columna (anexo 7)
 - ✓ Ficha técnica N°7: Cortante en placas (anexo 8)

- Según Bernal C. (2010) para la elaboración de una guía de cuestionario indica ocho puntos para desarrollarlo, en el punto siete explica que es importante verificar la validez y la confiabilidad a través del juicio de expertos.
 - ✓ Experto 1: Ing. Toledo Espinoza: CIP N° 116774 (Anexo N°10)
 - ✓ Experto 2: Ing. Campos Vilcarromero: CIP N° 250865 (Anexo N°10)
 - ✓ Experto 3: Ing. Enrique Llacsahuanga: CIP N° 219495 (Anexo N°10)

2.3.3. Análisis de datos

Según Sampieri, RH (2014), se divide en dos tipos la estática inferencial (se basa en la distribución muestral) y la descriptiva, para nuestro caso usaremos la estadística descriptiva. Según Huamán H. (2005), defina la estadística descriptiva como la parte de la estadística que resume la información de la muestra. La información recogida y resumida en los estadísticos se usa para la estimación de parámetros poblacionales. Para nuestro caso usaremos las gráficas para representar la evaluación normativa sismorresistente peruana y chilena de resultados de parámetros sísmicos y los esfuerzos internos de la edificación.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Creación del Modelo

Se basa en el trazado de ejes necesarios para tener una buena malla en el ETABS.

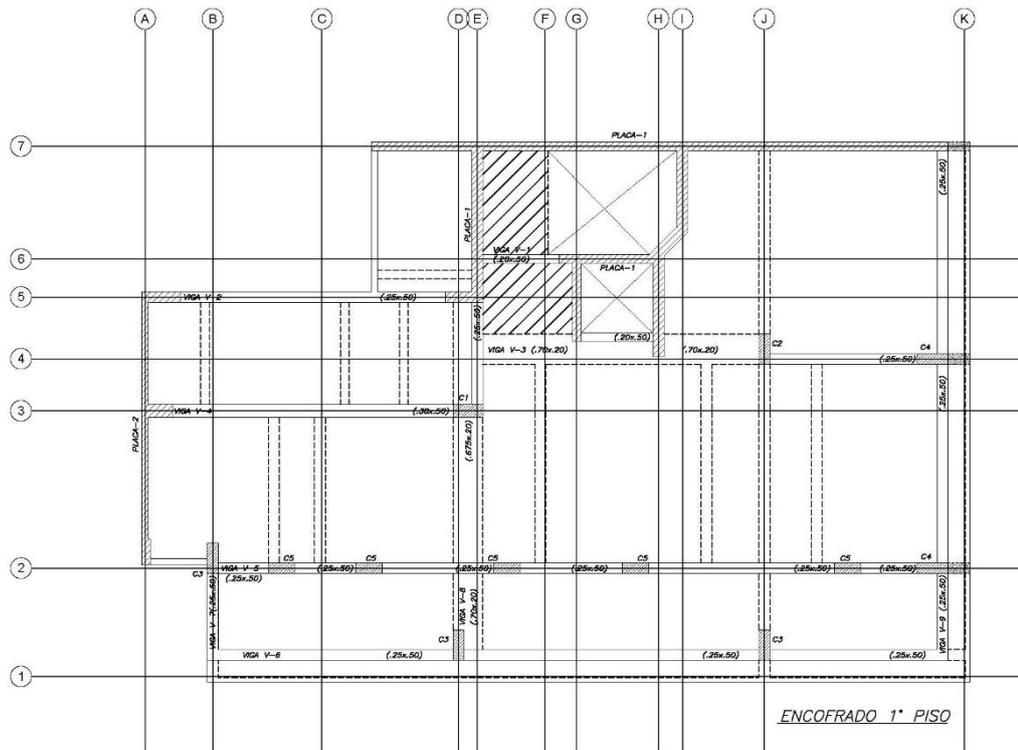


Figura 1. Vista en planta del encofrado N°1.

Descripción general

- Generación de Malla (Grid)

La malla (Grid) se realizó con los planos estructurales de la edificación, se pasaron ejes por las principales vigas en X y Y. Esta malla se generó en plano primero y luego se realizó en el programa.

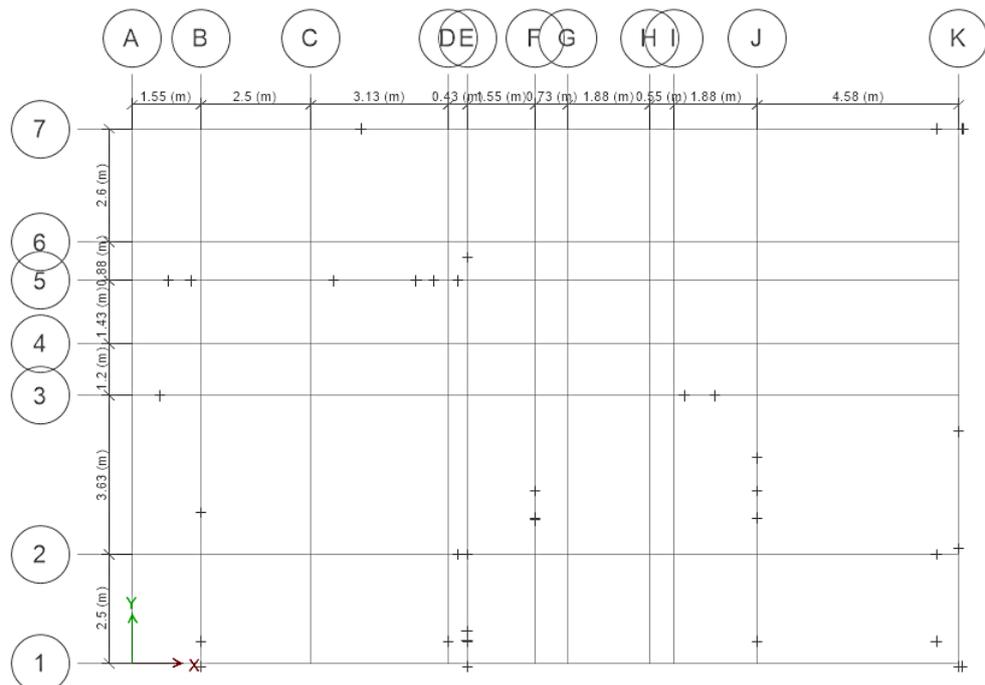
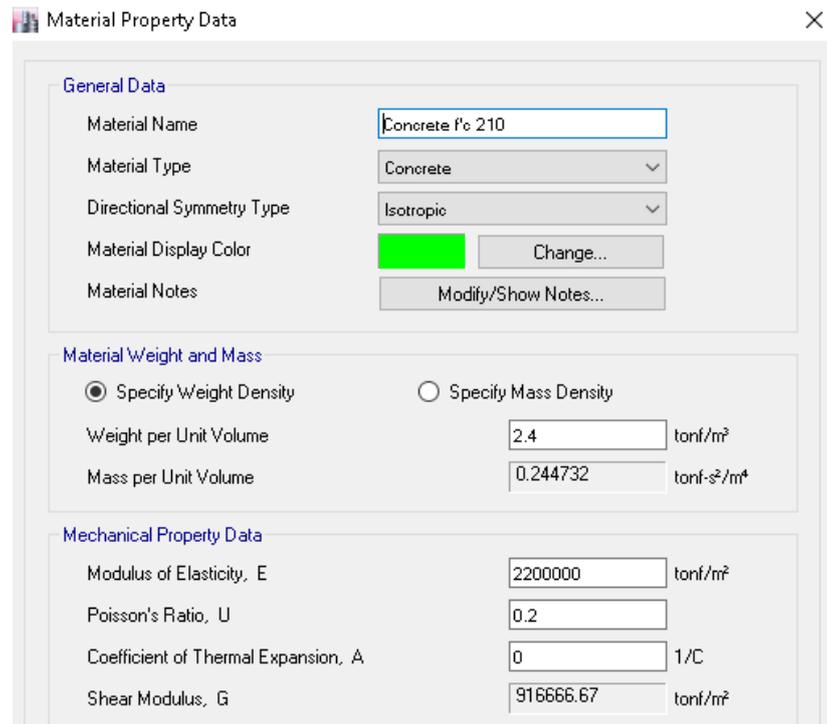


Figura 2. Grilla de ETABS en vista en planta.

- Definición de materiales

El material que usaremos al tratarse de una edificación de concreto armado es cemento y acero corrugado, en caso del cemento según lo indica el plano estructural será un concreto de un $f'c$ de 210 kg/cm^2 y un acero corrugado de grado 60. Las propiedades del concreto es de un peso específico 2.4 tonf/m^3 , tiene un módulo de elasticidad de 2200000 tonf/m^2 y para el acero con un módulo de elasticidad 2038902 tonf/m^2 .



Material Property Data

General Data

Material Name: Concrete f'c 210

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

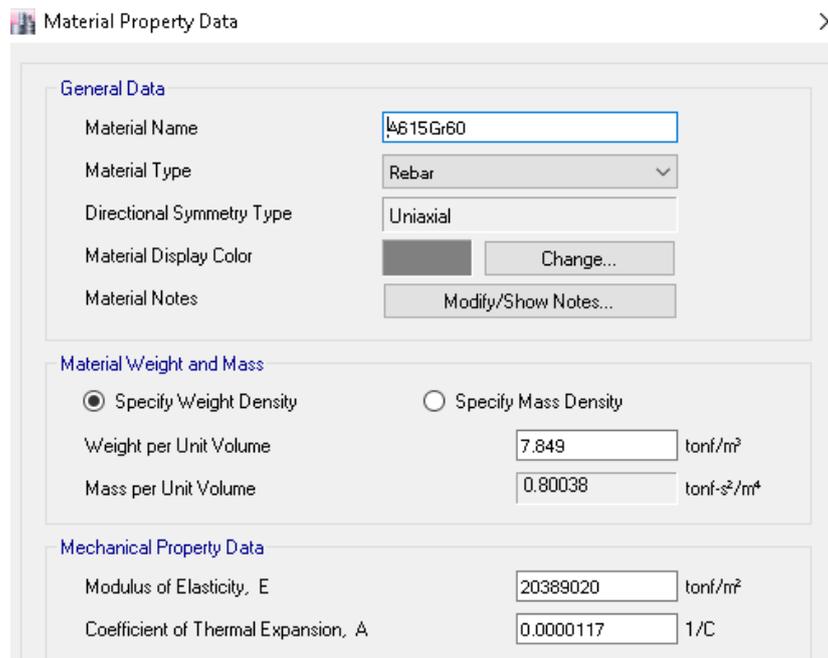
Modulus of Elasticity, E: 2200000 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0 1/C

Shear Modulus, G: 916666.67 tonf/m²

Figura 3: Material de concreto y sus propiedades.



Material Property Data

General Data

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7.849 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.80038 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20389020 tonf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Figura 4: Material de acero y sus propiedades.

- Definición de elementos (Frame, Shell)

Definimos materiales que son necesarios para modelar, la **columna y viga** serán diseñadas según las dimensiones que se indican el plano, para diseñar entramos a Frame Properties y adicionamos un nuevo material (columna) con sus propiedades ,además en la parte de Property/Stiffness Modification Factors hay ítems, los más importantes son Cross-section (axial) Área, se toma un valor infinito (1000000), Moment of inertia about (1) pues en la NTE E.030 se indica que la **columna** trabaja a un 100%, para la **viga** es el mismo criterio, el valor de Moment of inertia about es (1), para los valores del acero no se tomarían en cuenta pues no se está diseñando sino modelando la estructura, para la **placa** entramos a Wall Section y adicionamos un nuevo material (Add New Property), solo se necesita el espesor de la placa (Thickness), todos los materiales anteriormente descritos son hechos con un $f'c$ de 210 kg/cm^2 . En el caso de la **losa** hay de dos tipos la aligerada y la maciza de espesor de 0.20, para ello entramos a Slab Sections y creamos el material Alig0.20, Maciza0.20 con un espesor de cero, porque en ese caso pondremos el peso de estos materiales como una carga muerta para la facilidad del modelo.

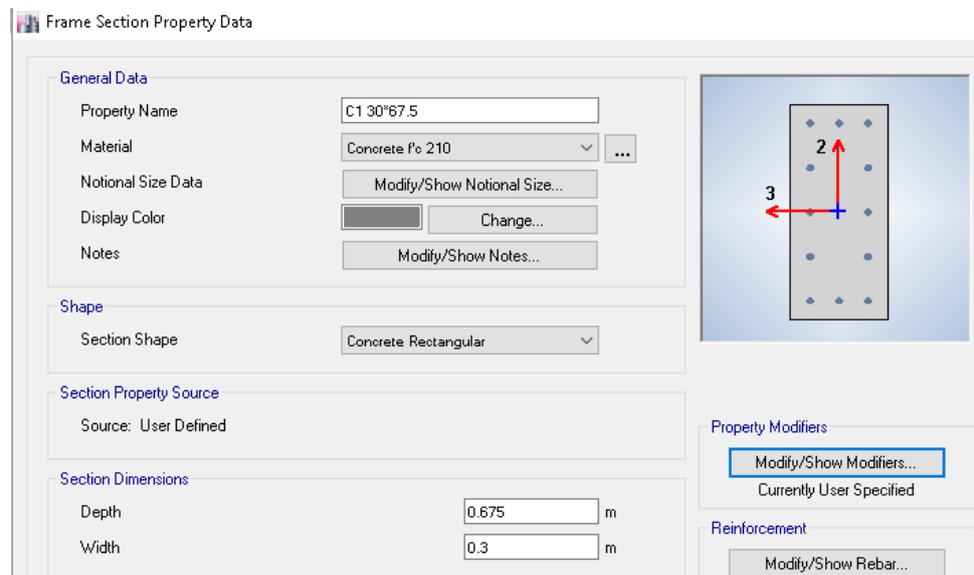


Figura 5: Creación de columnas, sus propiedades, así como su dimensión.

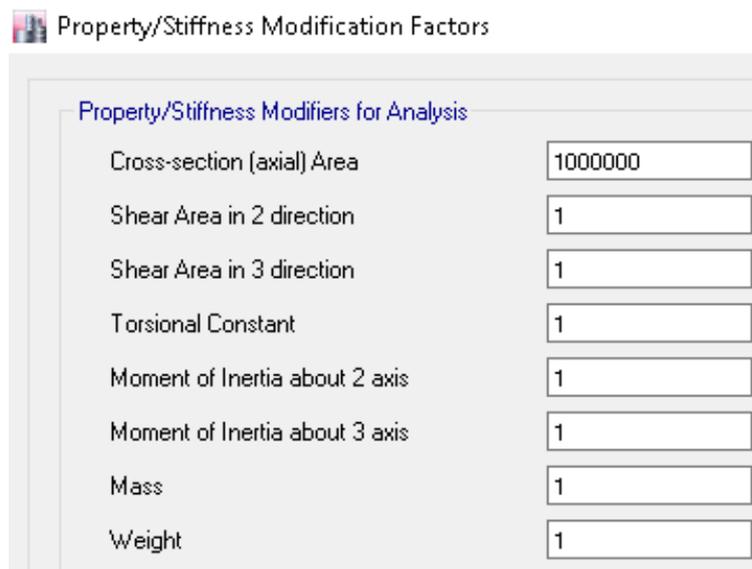


Figura 6: Propiedades de vigas y columnas.

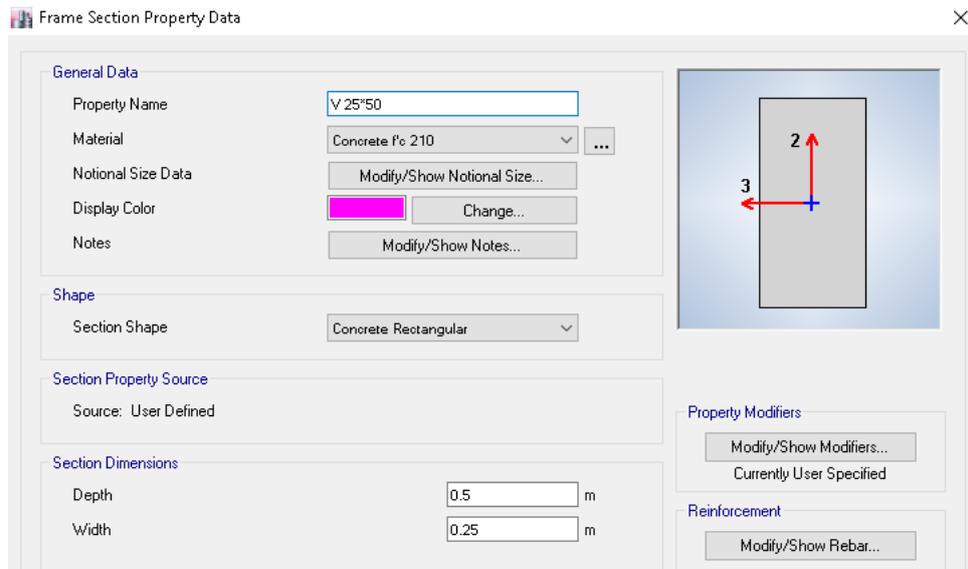


Figura 7: Creación de vigas, sus propiedades, así como su dimensión.

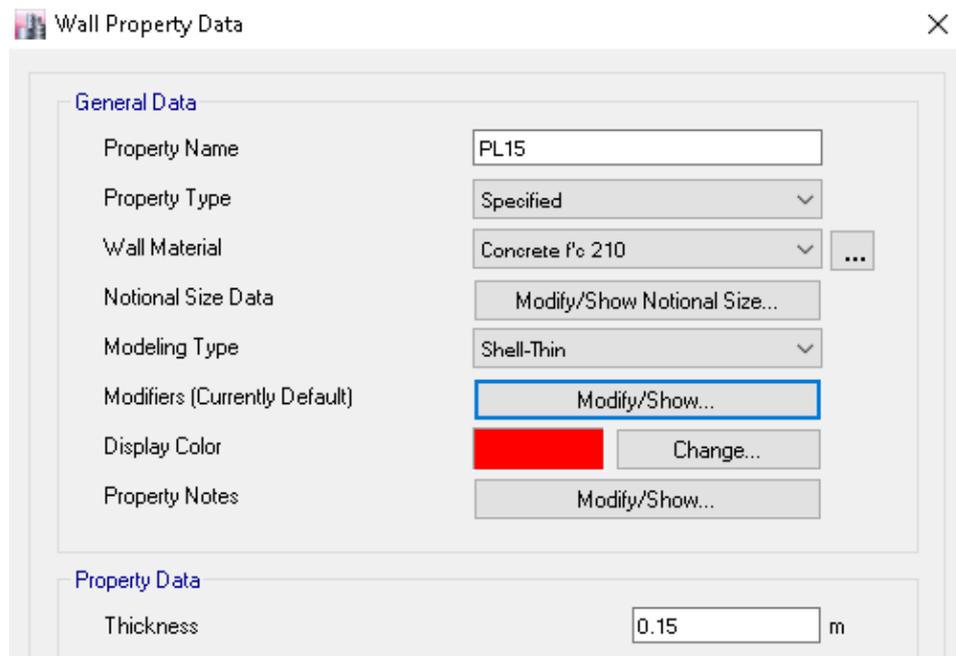
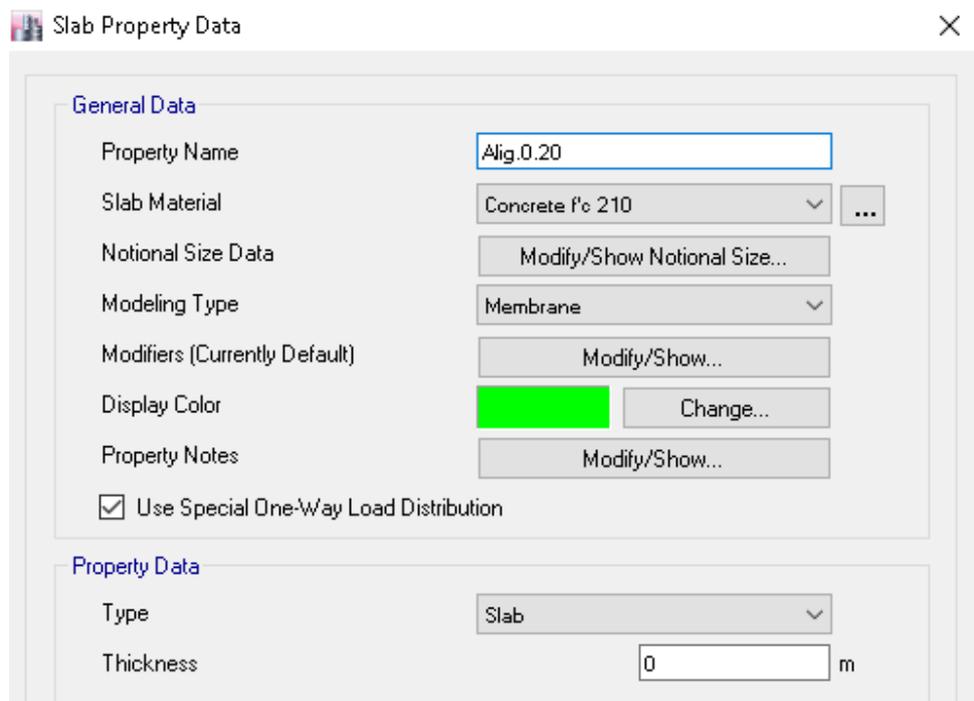


Figura 8: Creación de placa, sus propiedades, así como su dimensión.



Slab Property Data

General Data

Property Name: Alig.0.20

Slab Material: Concrete f'c 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

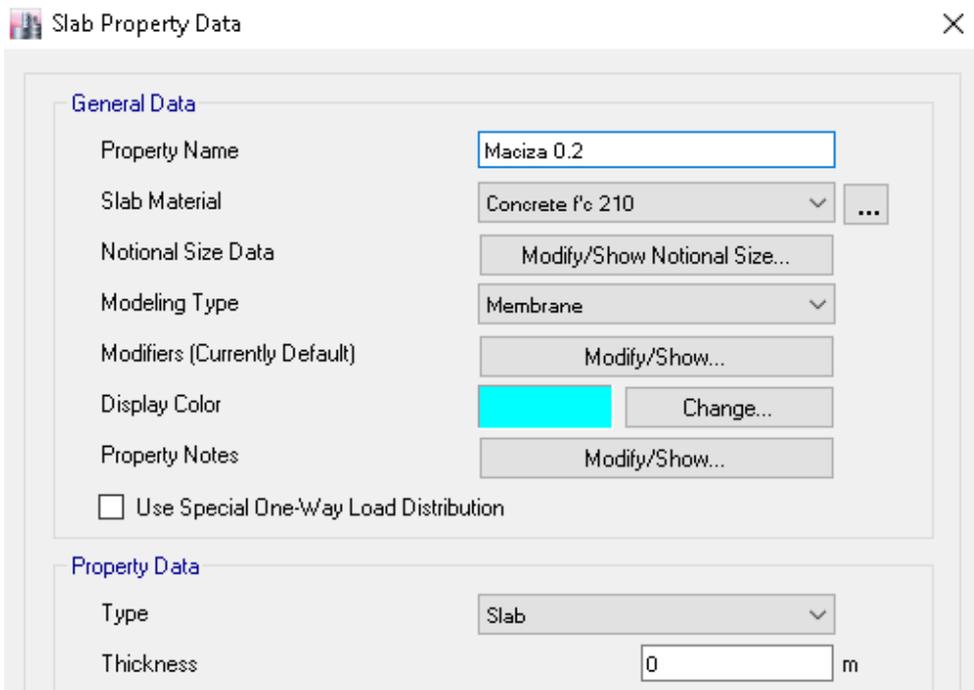
Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Slab

Thickness: 0 m

Figura 9: Losa aligerada y sus propiedades.



Slab Property Data

General Data

Property Name: Maciza 0.2

Slab Material: Concrete f'c 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Slab

Thickness: 0 m

Figura 10: Losa maciza y sus propiedades.

- Dibujar elementos (Draw)

Para el dibujo de los elementos en el programa tenemos definido un plano que nos servirá de guía para poder ir dibujando los elementos en el lugar indicado, así modelarlo de acuerdo a lo indicado en el plano, luego tener definido los materiales y los elementos, procedemos a usar una herramienta Quick Draw Columns (Plan, 3D) para dibujar **columnas**, luego se selecciona el tipo de columna según las dimensiones diseñadas y se procede a colocar su distribución en la malla (Grid), para las **vigas** picamos en Draw Beam/Column/Brace (Plan, Elev, 3D), para colocarlo en la malla (Grid), según el plano de referencia con sus dimensiones, la primera con la séptima planta tienen una distribución diferente, la segunda, cuarta y sexta planta son típicas y la quinta con la séptima planta son típicas, para la **placa** entramos a Wall Section y creamos las dimensiones según los planos, las **losas** se dibujaran con el ítem Draw Floor/Wall (Plan, Elev, 3D) en la malla (Grid), al igual de las vigas en planta típica se procede en forma similar para la distribución de **losas**, según las plantas típicas.

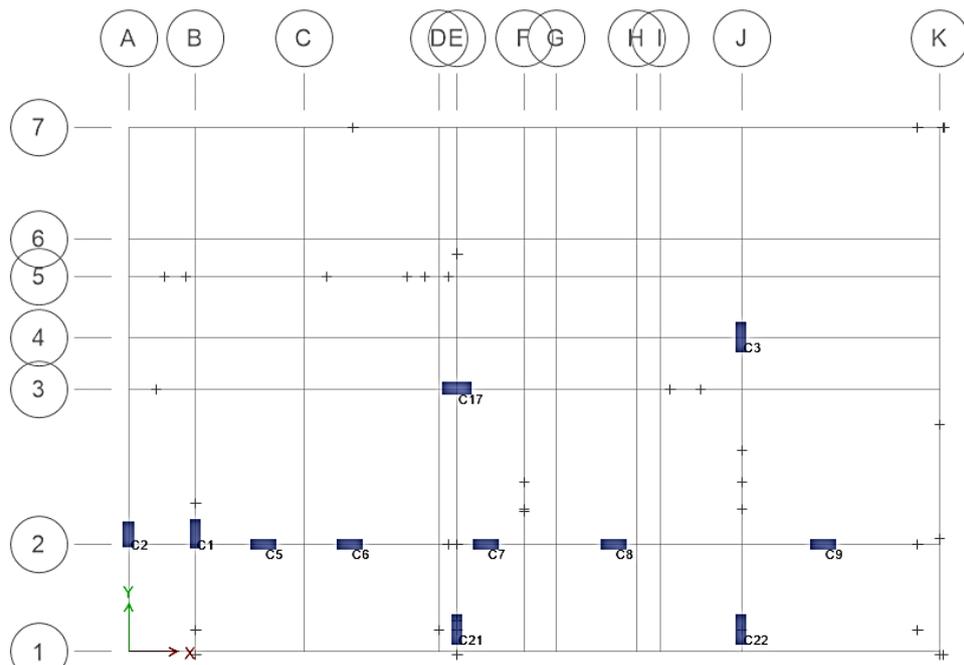


Figura 11: Vista en planta de columnas, primer nivel con ETABS.

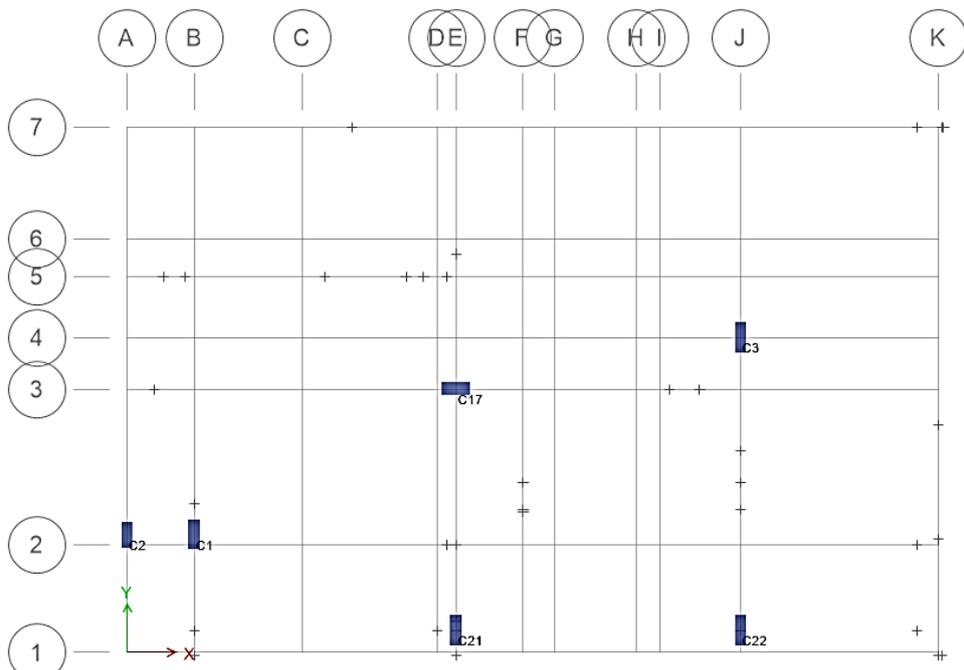


Figura 12: Vista en planta de columnas, segundo nivel al séptimo nivel con ETABS.

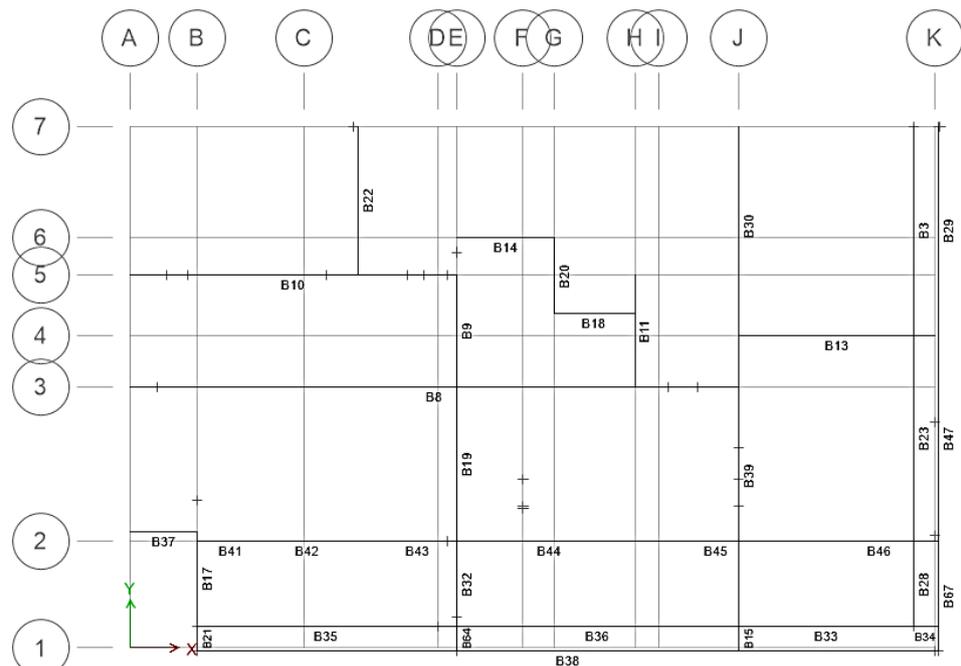


Figura 13: Vista en planta de vigas, primer nivel con ETABS.

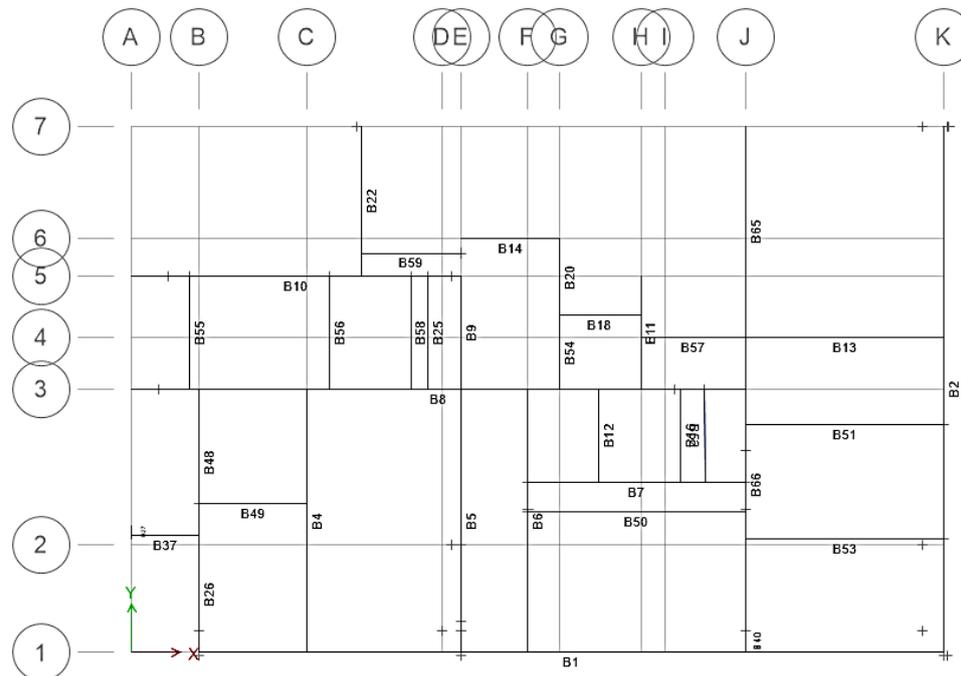
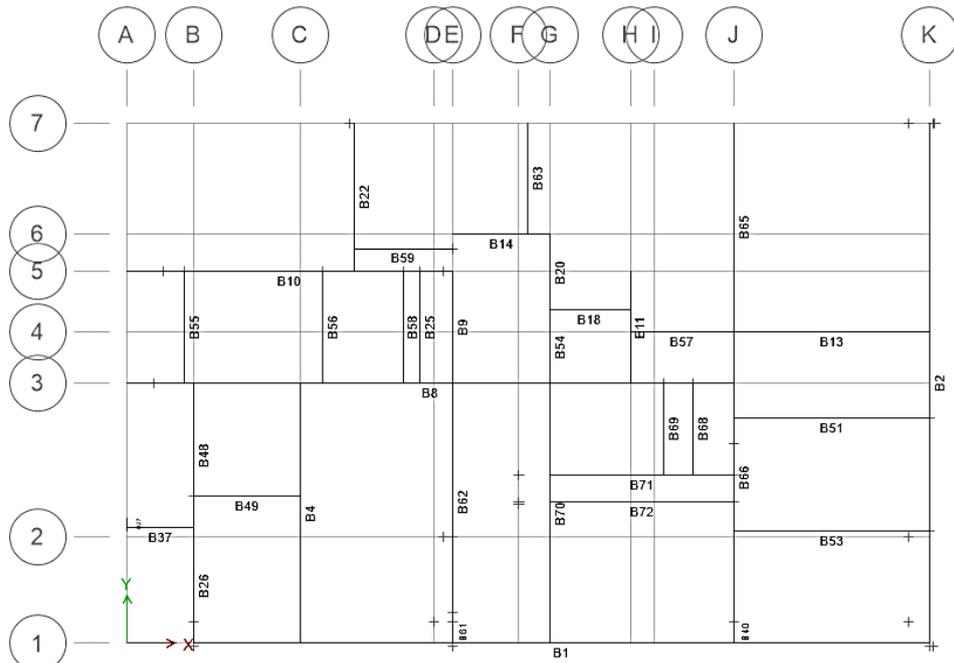


Figura 14: Vista en planta típica de vigas, segundo, cuarto y sexto nivel con ETABS.



Figuras 15: Vista en planta típica de vigas, tercera y quinto nivel con ETABS.

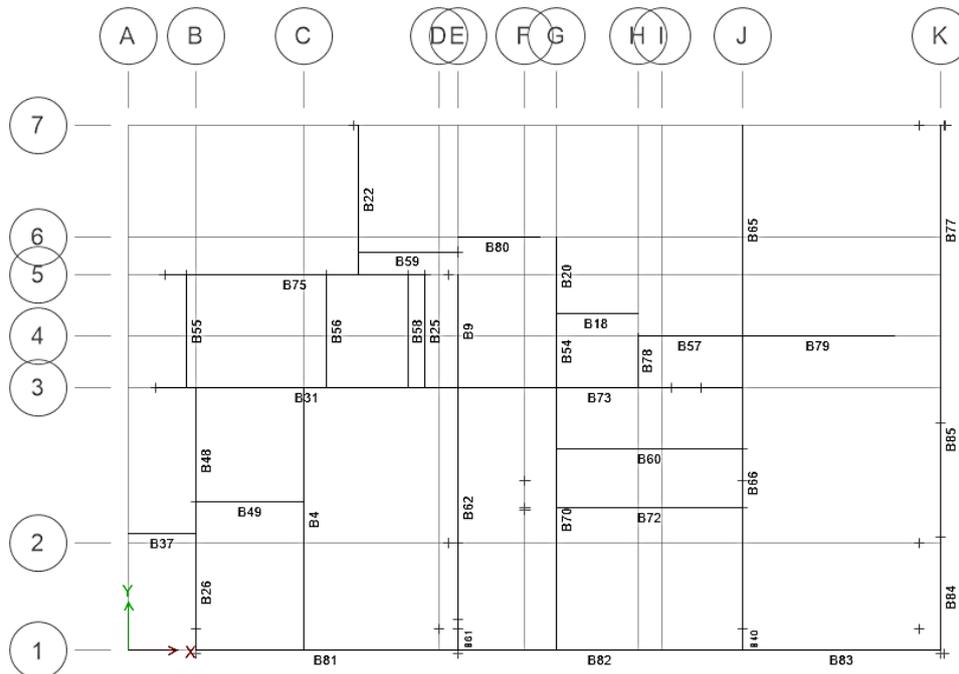


Figura 16: Vista en planta de vigas, séptimo nivel con ETABS.

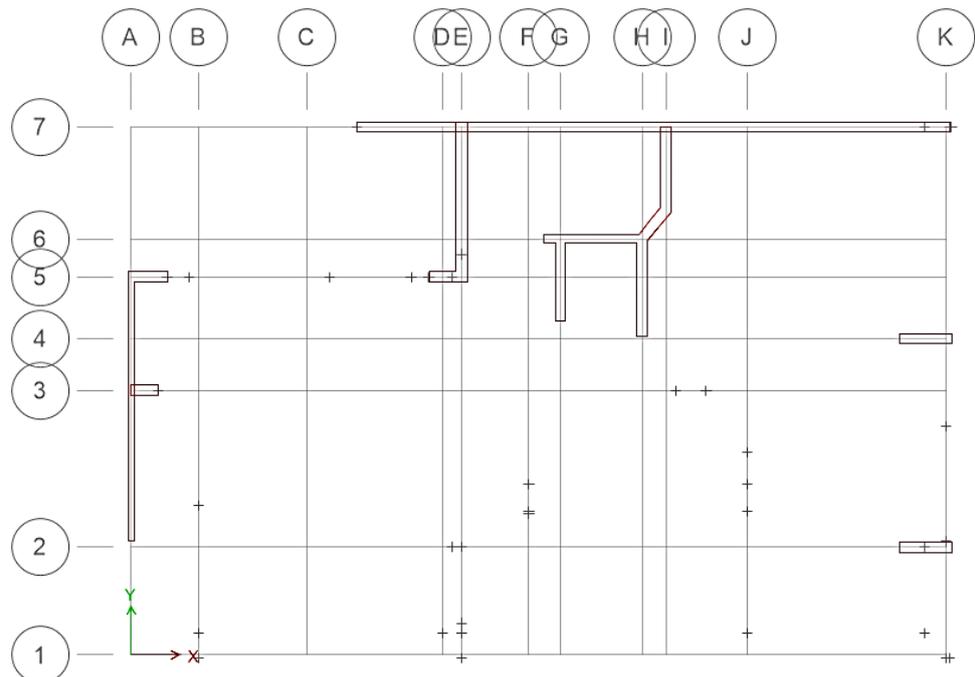


Figura 17: Vista en planta de placas con ETABS.

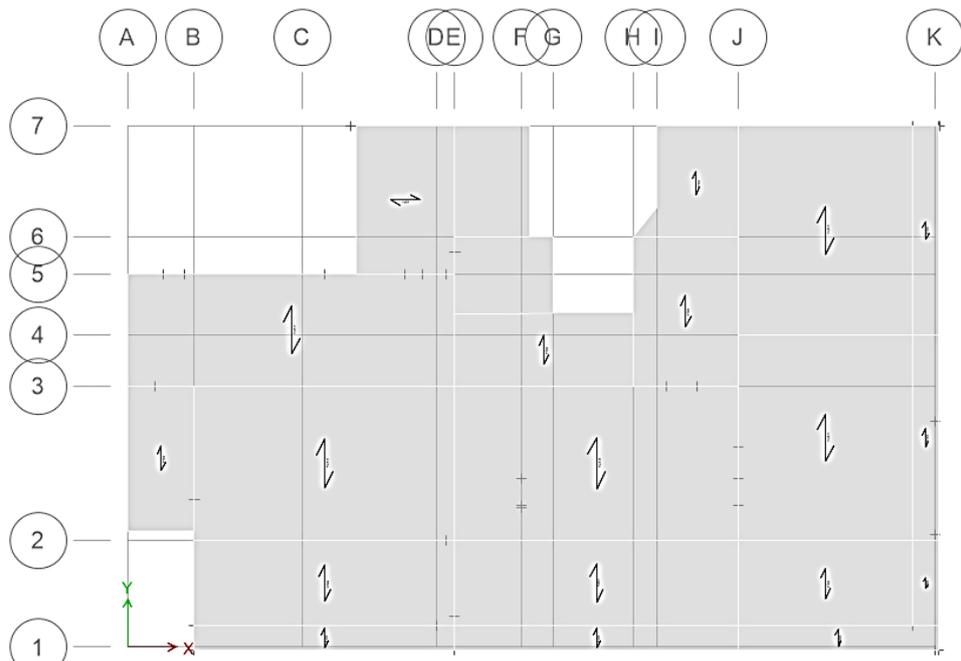


Figura 18: Vista en planta de losa, primer nivel con ETABS

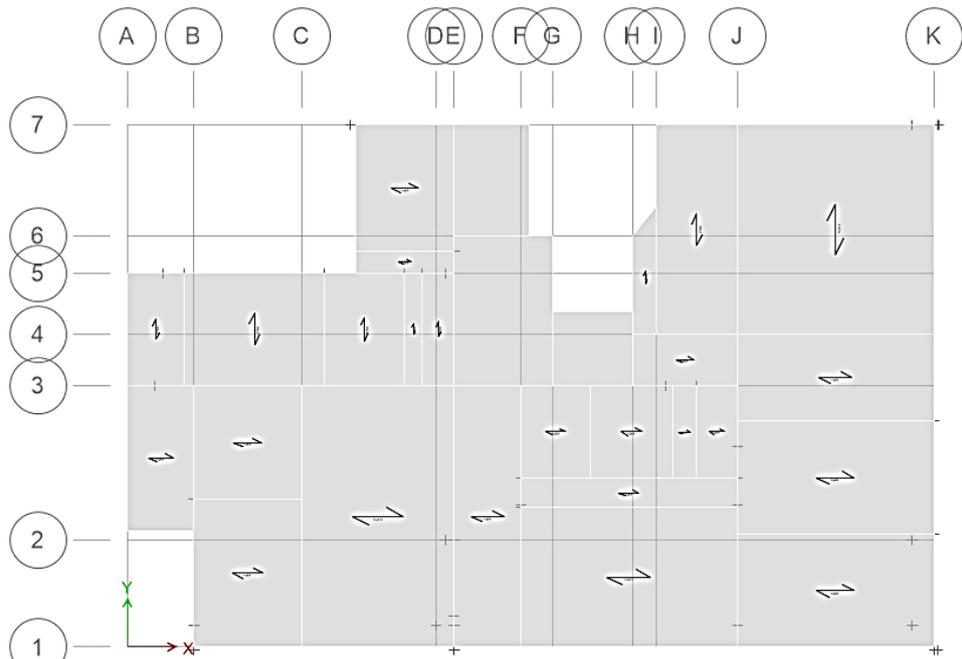


Figura 19: Vista en planta típica de losa, segundo, cuarto y sexto nivel con ETABS.



Figura 20: Vista en planta típica de losa, tercero y quinto nivel con ETABS.

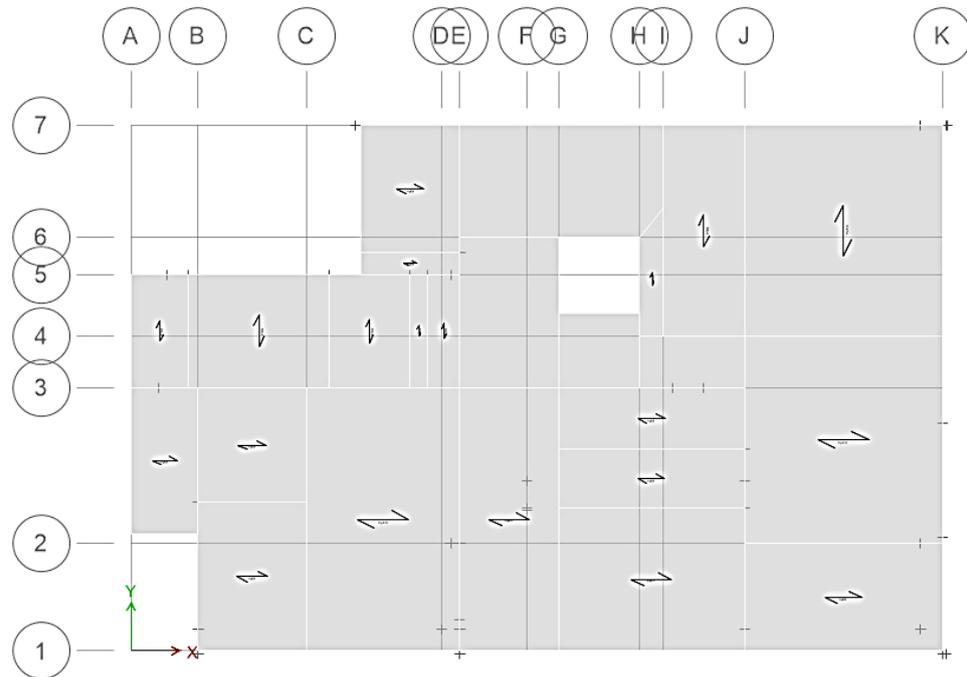


Figura 21: Vista en planta típica de losa séptimo nivel con ETABS.

- Dibujo de apoyo

Los apoyos serán empotrados en las columnas y placas, para ello seleccionas los puntos picas en Assing → Joint → Restraints, luego se restringe la traslación y rotación en los ejes X, Y e Z.

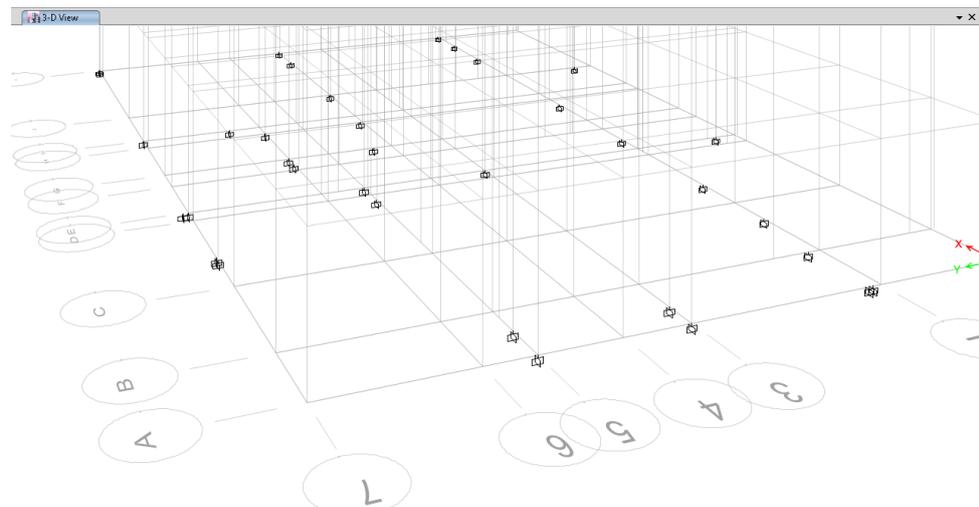


Figura 22: Vista de puntos de apoyo empotrados tomados en ETABS

- Modelo de la estructura

Dicha edificación es de 7 pisos de muros estructurales, donde se colocan columnas, vigas, placas y losas dentro del software ETABS para modelarlo, el primer nivel y séptimo poseen diferente distribución, solo el segundo, cuarto y sexto nivel tienen planta típica, así como también el tercero y quinto nivel.

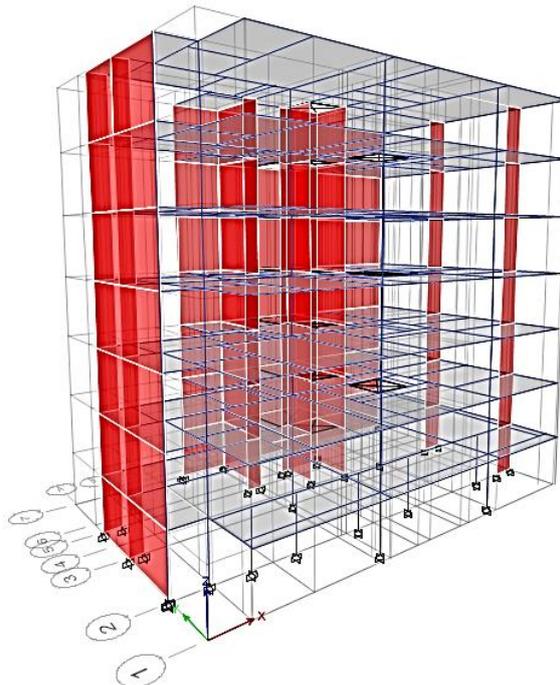


Figura 23: Vista 3 D del modelo en ETABS.

2.4.2. Análisis por cargas carga de gravedad (D, L) NTE.030

- Asignación de carga muerta

Primero hay que crear una Masa dinámica en donde se asigne un coeficiente (1) a la carga muerta (Dead), esto se hace Define → Mass Source → Add New Mass Source, luego pasamos a colocar dicha carga muerta en las losas, para nuestro caso asignamos el peso de la losa aligerada (0.4 tn/m^2), losa maciza (0.58 tn/m^2), en el nivel 7 se asigna el peso del tanque elevado en un área, la asignación de carga muerta es por Assing → Shell Loads → Uniform.

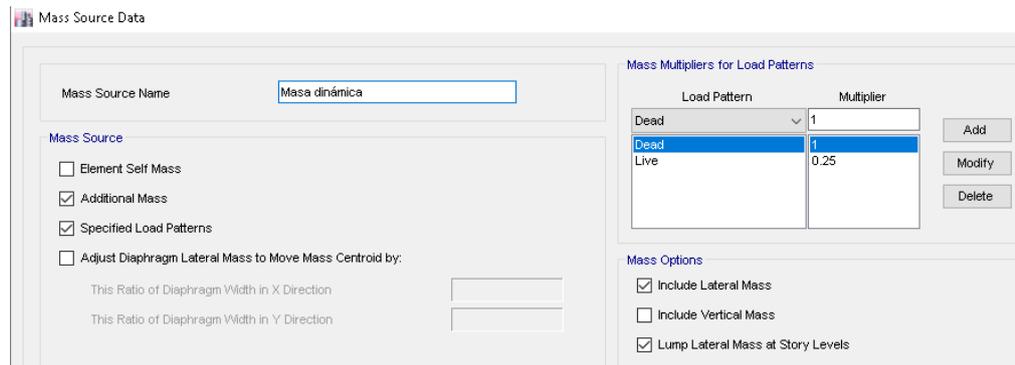


Figura 24: Asignación de carga viva (Live) y muerta (Dead) con su factor de multiplicación.

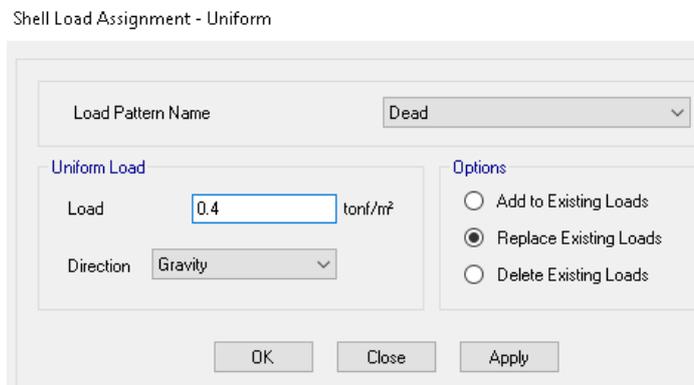


Figura 25: Colocación de la carga muerta (Dead).

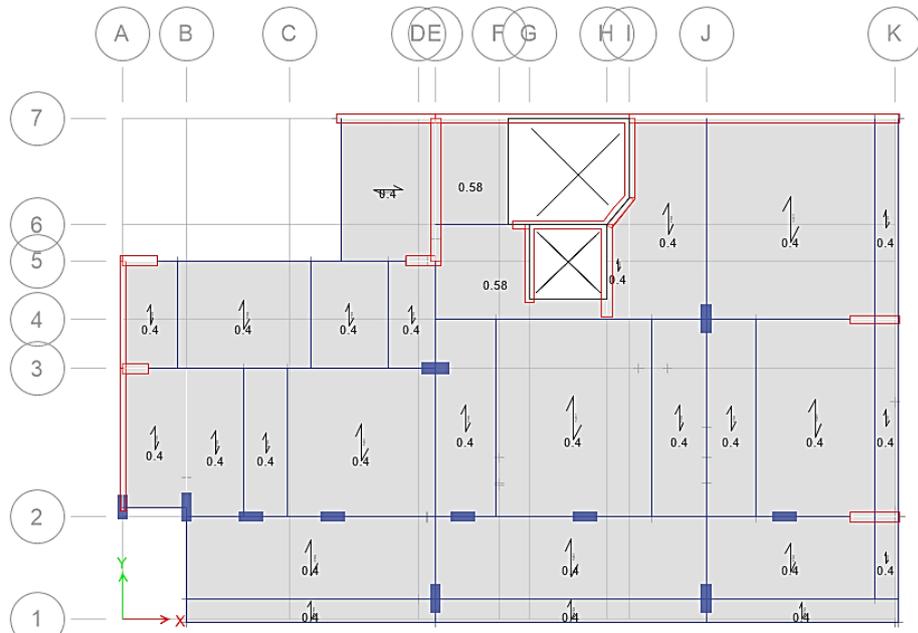


Figura 26: Vista en planta de losa con la carga muerta (Dead).

- Asignación de carga viva

Son los mismos pasos que la carga muerta (Dead), la diferencia es que se crea un ítem de carga viva con un coeficiente de 0.25, dado que en la norma E.030 se indica que se toma el 25% de la sobre carga, luego se asigna el valor de carga viva (Live) a cada nivel en las losas.

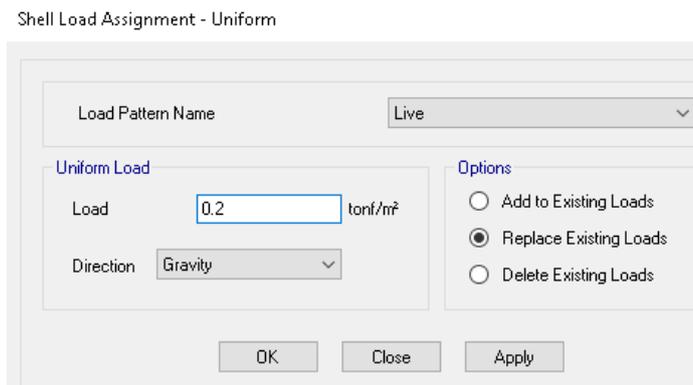


Figura 27: Colocación de la carga viva (Live).

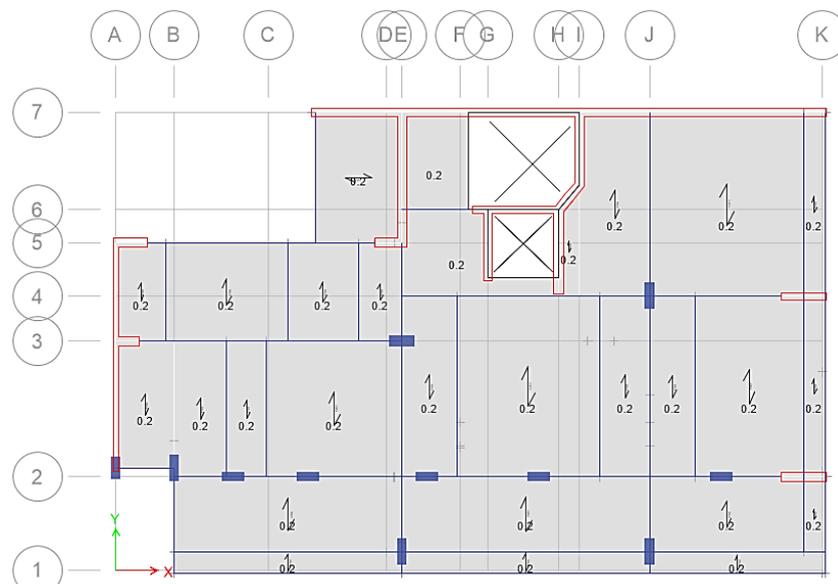


Figura 28: Vista en planta de losa con la carga viva (Live).

- Análisis por gravedad
 - Análisis por carga viva

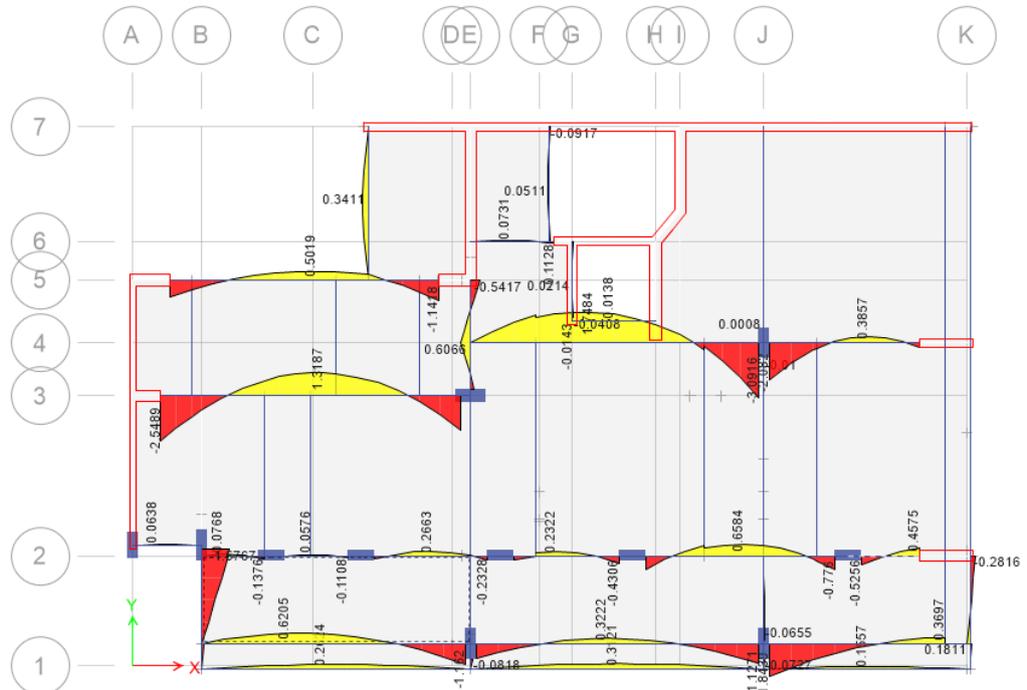


Figura 29: Vista en planta de cómo actúa la carga viva (Live) en las vigas.

- Análisis por carga muerta

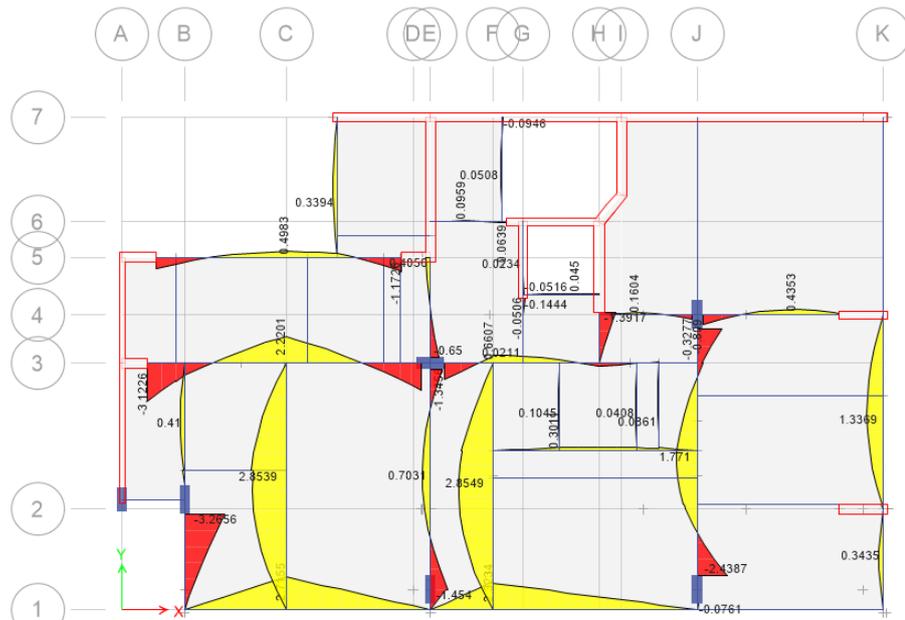


Figura 30: Vista en planta de cómo actúa la carga muerta (Dead) en las vigas.

2.4.3. Análisis para Carga sísmica según NTE.030

- Análisis sísmico estático

Para el análisis estático trabajamos según la norma NTP E.030 que en RM N°043 (2019), divide al Perú en cuatro zonas, de la cual Lima es la cuarta zona, por lo que se le da un valor de **zonificación** de **$Z_4=0.45$** , para el **tipo de suelo** sabemos que se divide en cinco tipos de suelos (S_0, S_1, S_2, S_3, S_4), pero en Tavera, H. (2010) describe el tipo de suelo en Lima a través de un mapa realizado por el CISMID llamado “Mapa de Zonificación de tipos de suelos para Lima Metropolitana elaborado por el CISMID para la APESEG”, donde se observa que el mayor porcentaje de suelo se concentra en suelo rocas o suelos rígidos y suelos intermedios, así que en RM N°043 (2019), describe un tipo de suelo S_2 pues es mediadamente rígido, por lo cual escogemos el suelo que este dentro de la descripción, así como del mayor porcentaje del tipo de suelo en Lima, con el tipo de dato de zonificación y suelo en RM N°043 (2019), indica en el artículo 13 a través de una tabla que por tener el tipo de zonificación Z_4 y S_2 , le corresponde un **factor de suelo $S=1.05$** en la tabla N°3, así como un $T_P(S)= 0.6$ y $T_L(S)= 2.0$, el **periodo fundamental de vibración** se calcula $T = h_n/C_T$, donde h_n es la altura total del edificio que es de 18.55 metros, el valor de C_T es 60 porque nuestra edificación es de muros estructurales por lo cual el valor de **T** sale **0.3092**; para el **factor de amplificación sísmica (C)** hay 3 opciones de las cuales solo cumple que $T < T_P$ para lo cual el valor de **$C=2.5$** , en la tabla N°5 categoría de las edificaciones y factor U se observa 4 tipos de categorías (A,B,C y D), en donde nuestro edificio pertenece a la categoría C de edificaciones comunes con un **factor de uso $U=1.0$** ; otro punto es el artículo 18 de sistemas

estructurales y **coeficiente básico de reducción** de las fuerzas sísmicas (**R_o**)

el cual se halla por el tipo de sistema estructural, que para nuestro edificio son muros estructurales, con esto en la tabla N°7 de sistemas estructurales para un sistema estructural de concreto armado de muros estructurales el coeficiente básico de reducción **R_o=6**; el artículo 19 es sobre la regularidad estructural el cual hay de dos tipos, las estructuras regulares e irregulares, este se complementa con el artículo 20, donde se halla el **factor de irregularidad** (**I_a I_p**), la irregularidad **I_a** es en altura y **I_p** es en planta, ambas en las dos direcciones de análisis, para ello asumimos primero que el edificio es regular en altura en donde **I_a = 1** e irregular en planta donde **I_p = 0.9** pues se presenta que $L_y * 20\% < L_{y1} \rightarrow (18.89 * 0.20) \text{ m} < 5.31 \text{ m} \rightarrow 3.77 \text{ m} < 5.31 \text{ m}$, esto nos da una irregularidad en planta (esquinas entrantes); este paso servirá para luego de verificar los datos en la parte dinámica se pueda hallar más irregularidades en la parte estática, en el artículo 22 calculamos el **coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)** donde $R = I_a * I_p * R_o$, entonces **R=5.4**, con el artículo 26 nos la **estimación del peso (P)** se calcula adicionando la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga, para nuestro caso de categoría C, se toma el 25% de la carga viva que ya se adiciono al modelo, en el artículo 28.2 se calcula la **fuerza cortante (V)**, está definida por la ecuación $V = (Z * U * C * S / R) * P$, estos datos son los ya calculados así que la ecuación quedaría así $V = (0.45 * 1 * 2.5 * 1.05 / 5.4) * 1258.23$, se obtiene que $V = 244.65 \text{ tonf}$ (Cortante basal inicial para hallar irregularidades); en el artículo 28.5 se ve la **excentricidad accidental**; el cálculo del **coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)**, fue mediante la fórmula $R = I_a * I_p * R_o$, para poder

seguir con el cálculo de irregularidades al inicio se tomó un $R= 5.4$, luego se procede a construir el espectro de respuesta S_a para obtener un análisis estático, donde se verifica que hay una irregularidad torsional extrema en planta, pero para altura no se encuentra irregularidad, en ese caso el valor de $I_p=0.6$, reemplazando el nuevo valor en $R=1*0.6*6$, se tiene entonces que $R= 3.6$, además en el punto 21 se habla de las restricciones de la irregularidad y según la tabla N°10 al pertenecer a una categoría tipo C dentro de la zona 4, indica que no se permiten irregularidades extremas, en este caso se recomienda reubicar las placas o colocar más según se necesite. Para el cambio R se revisaron todas las irregularidades en planta y en altura mediante el cálculo del programa ETABS a continuación presentamos las ecuaciones y las tablas con los datos obtenidos.

Ecuación 1. Periodo fundamental de vibración según NTE E.030-2019.

$$T = h_n / C_T$$

Fuente: Ministerio de vivienda, 2019.

Ecuación 2. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas según NTE E.030-2019.

$$R = I_a * I_p * R_o$$

Fuente: Ministerio de vivienda, 2019.

Ecuación 3. Fuerza cortante según NTE E.030-2019.

$$V = (Z*U*C*S/R)*P$$

Fuente: Ministerio de vivienda, 2019.

Primero tocaremos la **irregularidad en altura (Ia)**:

- Irregularidad de Rigidez – Piso Blando: Se calcula como el 70% de la rigidez del piso inmediato superior, este valor si es mayor que la rigidez del piso inferior presenta una irregularidad, otra manera es sacando el 80% del promedio de 3 pisos superiores, este valor si es mayor que el piso inferior se considera irregular, por último, se calcula como el 80 % de la cortante superior, si este valor es mayor que el piso inferior presenta irregularidad.

Tabla 1. Irregularidad de rigidez – piso blando.

Story Nivel	Caso de carga Espectro	Rigidez X tonf/m	Rigidez Y tonf/m	70 % DEL INMEDIATO SUPERIOR			
				X(tonf/m)	TIPO	Y(tonf/m)	TIPO
7	SepectrumX	37690.89	30325.76	26383.63	REGULAR	21228.03	REGULAR
6	SepectrumX	62922.06	50392.26	44045.44	REGULAR	35274.58	REGULAR
5	SepectrumX	82778.28	66102.39	57944.79	REGULAR	46271.68	REGULAR
4	SepectrumX	103587.72	82804.08	72511.40	REGULAR	57962.85	REGULAR
3	SepectrumX	130124.07	104813.84	91086.85	REGULAR	73369.69	REGULAR
2	SepectrumX	179327.94	143669.65	125529.56	REGULAR	100568.76	REGULAR
1	SepectrumX	378920.79	310279.53				
7	SepectrumY	35242.62	31448.31	24669.84	REGULAR	22013.81	REGULAR
6	SepectrumY	58678.32	52329.71	41074.83	REGULAR	36630.80	REGULAR
5	SepectrumY	76982.27	68615.24	53887.59	REGULAR	48030.67	REGULAR
4	SepectrumY	96210.22	85865.46	67347.15	REGULAR	60105.82	REGULAR
3	SepectrumY	120799.16	108970.56	84559.41	REGULAR	76279.39	REGULAR
2	SepectrumY	166354.02	150409.84	116447.81	REGULAR	105286.89	REGULAR
1	SepectrumY	352469.97	328758.76				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Irregularidad de resistencia – piso blando.

Story Nivel	Caso de carga Espectro	Rigidez X tonf/m	Rigidez Y tonf/m	80% DEL PROMEDIO RIGIDEZ			
				X(tonf/m)	TIPO	Y(tonf/m)	TIPO
7	SepectrumX	37690.89	30325.76				
6	SepectrumX	62922.06	50392.26				
5	SepectrumX	82778.28	66102.39	48904.33	REGULAR	39152.11	REGULAR
4	SepectrumX	103587.72	82804.08	66476.81	REGULAR	53146.33	REGULAR
3	SepectrumX	130124.07	104813.84	84397.35	REGULAR	67658.75	REGULAR
2	SepectrumX	179327.94	143669.65	110143.93	REGULAR	88343.35	REGULAR
1	SepectrumX	378920.79	310279.53				
7	SepectrumY	35242.62	31448.31				
6	SepectrumY	58678.32	52329.71				
5	SepectrumY	76982.27	68615.24	45574.19	REGULAR	40638.20	REGULAR
4	SepectrumY	96210.22	85865.46	61832.22	REGULAR	55149.44	REGULAR
3	SepectrumY	120799.16	108970.56	78397.77	REGULAR	70253.67	REGULAR
2	SepectrumY	166354.02	150409.84	102230.24	REGULAR	92065.56	REGULAR
1	SepectrumY	352469.97	328758.76				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Irregularidad de resistencia – piso débil

Story Nivel	Caso de carga Espectro	Cortante X tonf	Cortante Y tonf	80% DE LA CORTANTE SUPERIOR			
				X(tonf)	TIPO	Y(tonf)	TIPO
7	SepectrumX	34.83	36.40	27.86	REGULAR	29.12	REGULAR
6	SepectrumX	61.82	63.30	49.45	REGULAR	50.64	REGULAR
5	SepectrumX	82.82	83.51	66.26	REGULAR	66.81	REGULAR
4	SepectrumX	99.25	99.01	79.40	REGULAR	79.20	REGULAR
3	SepectrumX	111.31	110.05	89.05	REGULAR	88.04	REGULAR
2	SepectrumX	120.36	117.34	96.29	REGULAR	93.87	REGULAR
1	SepectrumX	124.99	120.36				
7	SepectrumY	34.26	41.27	27.41	REGULAR	33.01	REGULAR
6	SepectrumY	60.61	71.78	48.48	REGULAR	57.43	REGULAR
5	SepectrumY	80.97	94.62	64.78	REGULAR	75.70	REGULAR
4	SepectrumY	96.91	112.10	77.53	REGULAR	89.68	REGULAR
3	SepectrumY	108.50	124.85	86.80	REGULAR	99.88	REGULAR
2	SepectrumY	116.79	133.70	93.43	REGULAR	106.96	REGULAR
1	SepectrumY	120.36	138.09				

Fuente: Elaboración propia

- Irregularidad Extrema de Rigidez: Se calcula como el 60% de la rigidez del piso superior, si este valor es mayor que el piso inferior es irregular, otro se calcula como el 70% del promedio de rigidez de 3 niveles superiores, si este valor es mayor que el nivel inferior es irregular, por último otra manera es calculando el 65% del corte del nivel superior, si este valor es mayor que el del nivel inferior es irregular.

Tabla 4. Irregularidad extrema de rigidez.

Story	Caso de carga	Rigidez X	Rigidez Y	60% RIGIDEZ LAT.- INMEDIATO SUPERIOR			
				X(tonf/m)	TIPO	Y(tonf/m)	TIPO
Nivel	Espectro	tonf/m	tonf/m				
7	SepectrumX	37690.89	30325.76				
6	SepectrumX	62922.06	50392.26	22614.54	REGULAR	18195.46	REGULAR
5	SepectrumX	82778.28	66102.39	37753.24	REGULAR	30235.35	REGULAR
4	SepectrumX	103587.72	82804.08	49666.97	REGULAR	39661.44	REGULAR
3	SepectrumX	130124.07	104813.84	62152.63	REGULAR	49682.45	REGULAR
2	SepectrumX	179327.94	143669.65	78074.44	REGULAR	62888.3	REGULAR
1	SepectrumX	378920.79	310279.53	107596.8	REGULAR	86201.79	REGULAR
7	SepectrumY	35242.62	31448.31				
6	SepectrumY	58678.32	52329.71	21145.57	REGULAR	18868.98	REGULAR
5	SepectrumY	76982.27	68615.24	35206.99	REGULAR	31397.82	REGULAR
4	SepectrumY	96210.22	85865.46	46189.36	REGULAR	41169.14	REGULAR
3	SepectrumY	120799.16	108970.56	57726.13	REGULAR	51519.28	REGULAR
2	SepectrumY	166354.02	150409.84	72479.5	REGULAR	65382.34	REGULAR
1	SepectrumY	352469.97	328758.76				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Irregularidad extrema de rigidez.

Story Nivel	Caso de carga Espectro	Rigidez X tonf/m	Rigidez Y tonf/m	70% Rigidez lat. Prom. X(tonf/m)	TIPO	Y(tonf/m)	TIPO
7	SepectrumX	37690.89	30325.76				
6	SepectrumX	62922.06	50392.26				
5	SepectrumX	82778.28	66102.39	42791.29	REGULAR	34258.1	REGULAR
4	SepectrumX	103587.72	82804.08	58167.21	REGULAR	46503.04	REGULAR
3	SepectrumX	130124.07	104813.84	73847.68	REGULAR	59201.4	REGULAR
2	SepectrumX	179327.94	143669.65	96375.94	REGULAR	77300.43	REGULAR
1	SepectrumX	378920.79	310279.53				
7	SepectrumY	35242.62	31448.31				
6	SepectrumY	58678.32	52329.71				
5	SepectrumY	76982.27	68615.24	39877.42	REGULAR	35558.43	REGULAR
4	SepectrumY	96210.22	85865.46	54103.19	REGULAR	48255.76	REGULAR
3	SepectrumY	120799.16	108970.56	68598.05	REGULAR	61471.96	REGULAR
2	SepectrumY	166354.02	150409.84	89451.46	REGULAR	80557.37	REGULAR
1	SepectrumY	352469.97	328758.76				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Irregularidad extrema de resistencia.

Story Nivel	Caso de carga Espectro	Cortante X tonf	Cortante Y tonf	65% Resistencia-entrepiso superior. X(tonf)	TIPO	Y(tonf)	TIPO
7	SepectrumX	34.83	36.40	22.6395	REGULAR	23.6576	REGULAR
6	SepectrumX	61.82	63.30	40.18118	REGULAR	41.14331	REGULAR
5	SepectrumX	82.82	83.51	53.83261	REGULAR	54.2804	REGULAR
4	SepectrumX	99.25	99.01	64.51465	REGULAR	64.35338	REGULAR
3	SepectrumX	111.31	110.05	72.35066	REGULAR	71.53224	REGULAR
2	SepectrumX	120.36	117.34	78.23251	REGULAR	76.26892	REGULAR
1	SepectrumX	124.99	120.36				
7	SepectrumY	34.26	41.27	22.27193	REGULAR	26.82245	REGULAR
6	SepectrumY	60.61	71.78	39.39364	REGULAR	46.65856	REGULAR
5	SepectrumY	80.97	94.62	52.63174	REGULAR	61.50593	REGULAR
4	SepectrumY	96.91	112.10	62.99241	REGULAR	72.865	REGULAR
3	SepectrumY	108.50	124.85	70.5224	REGULAR	81.14951	REGULAR
2	SepectrumY	116.79	133.70	75.9109	REGULAR	86.9026	REGULAR
1	SepectrumY	120.36	138.09				

Fuente: Elaboración propia

Para las irregularidades faltantes solo es necesario ver el encofrado del primer piso, sabiendo que guarda cierta similitud en los demás niveles.

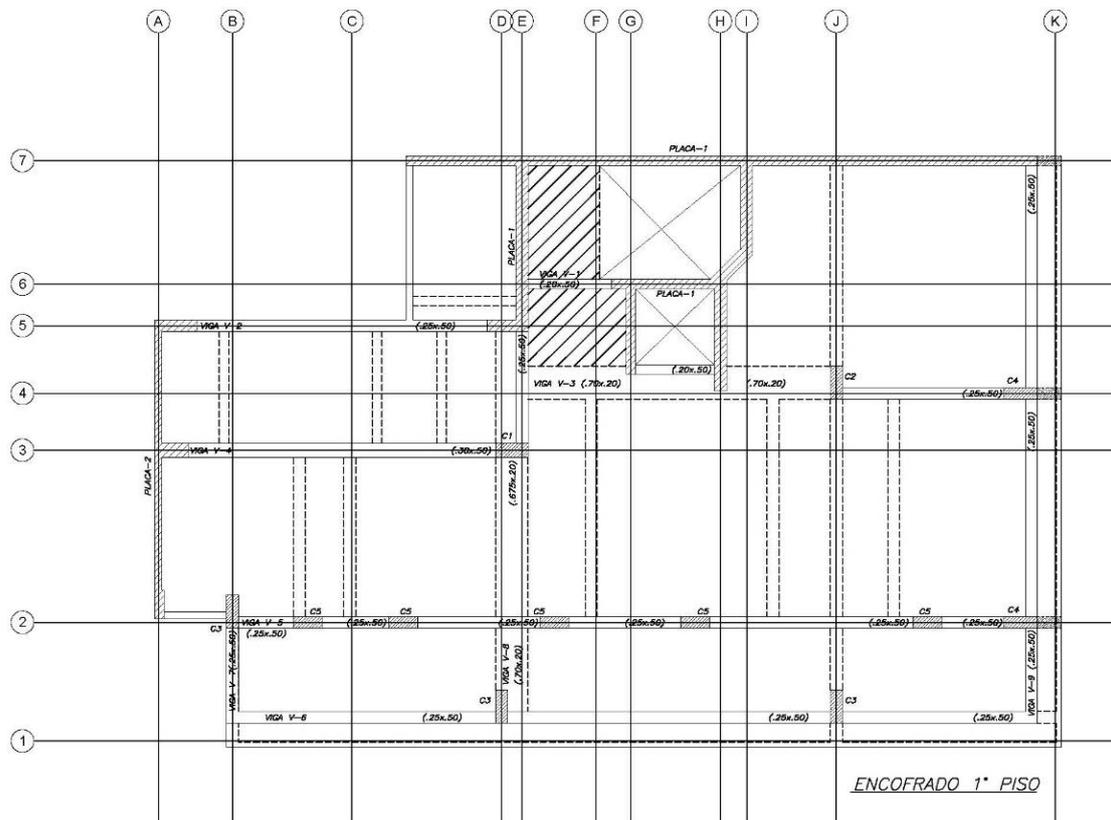


Figura 31: Vista en planta de encofrado del primer nivel.

Con la imagen observamos que no se encuentran las irregularidades de Masa Peso, Geométrica Vertical, Discontinuidad en los Sistemas Resistentes y Discontinuidad extrema de los sistemas Resistentes, con lo cual el valor al ser regular en altura es 1 para Ia.

En la Segunda parte se ve la **irregularidad en planta (Ip)**:

- Irregularidad Torsional y Extrema

Tabla 7. Irregularidad torsional.

Nivel	Estático	Diafragma	Max. Deriva	Deriva Promedio	INELASTICO	50%*0.007	TIPO
7	SX	D7 X	0.000839	0.000534	0.00385101	0.0035	IRREGULAR
6	SX	D6 X	0.000894	0.00057	0.00410346	0.0035	IRREGULAR
5	SX	D5 X	0.000918	0.000586	0.00421362	0.0035	IRREGULAR
4	SX	D4 X	0.000888	0.000568	0.00407592	0.0035	IRREGULAR
3	SX	D3 X	0.000801	0.000513	0.00367659	0.0035	IRREGULAR
2	SX	D2 X	0.000639	0.000413	0.00293301	0.0035	REGULAR
1	SX	D1 X	0.000342	0.000225	0.00156978	0.0035	REGULAR
7	SY	D7 Y	0.001352	0.000729	0.00620568	0.0035	IRREGULAR
6	SY	D6 Y	0.001402	0.000753	0.00643518	0.0035	IRREGULAR
5	SY	D5 Y	0.001406	0.000754	0.00645354	0.0035	IRREGULAR
4	SY	D4 Y	0.001332	0.000713	0.00611388	0.0035	IRREGULAR
3	SY	D3 Y	0.001168	0.000623	0.00536112	0.0035	IRREGULAR
2	SY	D2 Y	0.000892	0.000472	0.00409428	0.0035	IRREGULAR
1	SY	D1 Y	0.00045	0.000241	0.0020655	0.0035	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Irregularidad torsional extrema.

Nivel	Estático	Diafragma	Max. Deriva	Deriva Promedio	Ratio	EXTREMA	TIPO
7	SX	D7 X	0.000839	0.000534	1.57	1.5	IRREGULAR
6	SX	D6 X	0.000894	0.00057	1.568	1.5	IRREGULAR
5	SX	D5 X	0.000918	0.000586	1.567	1.5	IRREGULAR
4	SX	D4 X	0.000888	0.000568	1.563	1.5	IRREGULAR
3	SX	D3 X	0.000801	0.000513	1.56	1.5	IRREGULAR
2	SX	D2 X	0.000639	0.000413	1.545	1.5	IRREGULAR
1	SX	D1 X	0.000342	0.000225	1.518	1.5	IRREGULAR
7	SY	D7 Y	0.001352	0.000729	1.855	1.5	IRREGULAR
6	SY	D6 Y	0.001402	0.000753	1.861	1.5	IRREGULAR
5	SY	D5 Y	0.001406	0.000754	1.866	1.5	IRREGULAR
4	SY	D4 Y	0.001332	0.000713	1.868	1.5	IRREGULAR
3	SY	D3 Y	0.001168	0.000623	1.874	1.5	IRREGULAR
2	SY	D2 Y	0.000892	0.000472	1.888	1.5	IRREGULAR
1	SY	D1 Y	0.00045	0.000241	1.862	1.5	IRREGULAR

Fuente: Elaboración propia

Las demás irregularidades como Esquinas Entrantes, Discontinuidad del Diafragma y Sistemas no Paralelos se tienen a través de la visualización del plano, se deduce que no presentan irregularidad de este tipo, con ello se puede observar que solo presenta Irregularidad torsional Extrema, para lo cual el valor de I_p es de 0.6, con los datos obtenidos procedemos a determinar la fuerza cortante (V) solo nos falta calcular el peso, el cual se hace mediante el ETABS en Mass Summary by Group nos indica el peso de la estructura donde $P = 1258.23$ tonf, reemplazando este valor en la ecuación $V = (0.45 \cdot 1 \cdot 2.5 \cdot 1.05 / 3.6) \cdot 1258.23$, sale que $V = 412.85$ tonf, para el cálculo de la **distribución de la fuerza sísmica** en altura nos apoyamos del programa ETABS en Story Forces sale mediante el sismo estático en X e Y para cada nivel, en el punto 28.5 nos indica la excentricidad accidental que es de ± 0.05 , este valor lo colocamos en el programa en Ecc. Ratio (All Diaph) = 0.05 en ambas direcciones que se indica en la siguiente imagen:

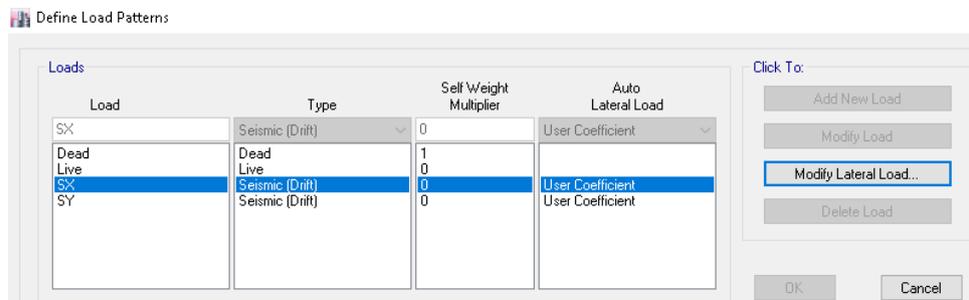


Figura 32: Asignación de carga estática en sentido X e Y en ETABS.

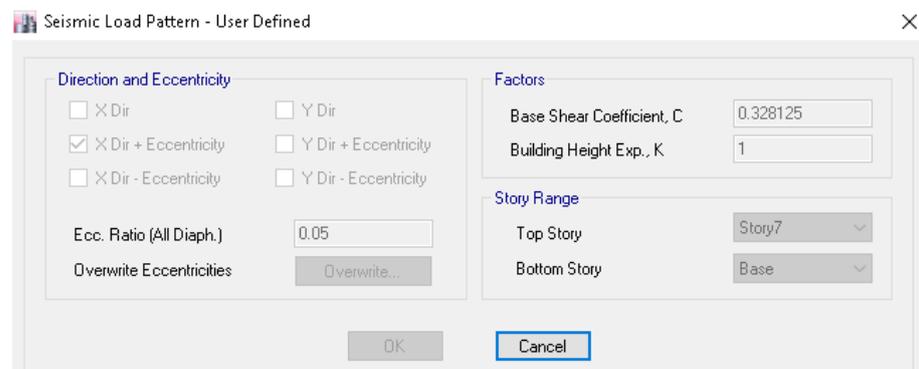


Figura 32: Colocación del coeficiente C, así como el sentido X.

Parámetro	Formulas	Observaciones				
		Zona	Z(g)			
Factor de zona	Z	1	0.1			
		2	0.25			
		3	0.35			
		4	0.45			
Factor de suelo	S		S0	S1	S2	S3
		Z4	0.8	1	1.05	1.1
		Z3	0.8	1	1.15	1.2
		Z2	0.8	1	1.2	1.4
Períodos	Tp y TL		S0	S1	S2	S3
		Tp	0.3	0.4	0.6	1
Coeficiente de Amplificación Sísmica	C = 2.5	T < Tp				
	C = 2.5*(Tp/T)	Tp < T < TL				
	C = 2.5*(Tp*T/T²)	T > TL				
Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso	U	Categoría	Edificaciones	Uso		
		A	Edificaciones Esenciales	1.5		
		B	Edificaciones Importantes	1.3		
		C	Edificaciones Comunes	1		
Coeficiente Básico de Reducción	Ro	Sistema Estructural			Ro	
		Concreto Armado				
		Pórticos			8	
		Dual			7	
		Muros Estructurales			6	
		MDL			4	

Figura 33: Cuadro resumen de los parámetros en general de la NTE E.030.

	Parámetro	Formulas	Observaciones	
			Tipo	Factor Ia
Parámetros Sísmicos	Irregularidades Estructurales en Altura	Ia	Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	0.75
			Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	0.75
			Irregularidad Extrema de Rigidez	0.75
			Irregularidad Extrema de Resistencia	0.5
			Irregularidad de Masa o Peso	0.9
			Irregularidad Geométrica Vertical	0.9
			Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.8
			Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	0.6
	Irregularidades Estructurales en Planta	Ip	Irregularidad Torsional	0.75
			Irregularidad Torsional Extrema	0.6
			Esquinas entrantes	0.9
			Discontinuidad del diafragma	0.85
			Sistemas no Paralelos	0.9
Coefficiente de Reducción de las fuerzas Sísmicas	R	R = Ro * Ia * Ip		
Análisis Estático	Fuerza cortante en la Base	$V = (ZUCS/R)*P$	C/R 0.125	
	Periodo Fundamental de Vibración	$T = h_n/C_T$	Pórticos sin muro	$C_T = 35$
			Pórticos con muros	$C_T = 45$
		Muros de Corte	$C_T = 60$	
Análisis Dinámico	Aceleración Espectral	$S_a = (ZUCS/R)*g$		

Figura 34: Cuadro resumen de parámetros, análisis dinámico y estático de la NTE E.030.

	Parámetro	Formulas	Observaciones				
	Parámetros Sísmicos	Factor de zona	$Z = 0.45$	Zona		Z(g)	
4				0.45			
Factor de suelo		$S = 1.05$		S0	S1	S2	S3
			Z4	0.8	1	1.05	1.1
Períodos		$T_p = 0.6$ $T_L = 2$		S0	S1	S2	S3
			Tp	0.3	0.4	0.6	1
			TL	3	2.5	2	1.6
Coeficiente de Amplificación Sísmica		$C = 2.5$	$T < T_p$ $0.3092 < 0.6$ (Cumple)				
Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso		$U = 1$	Categoría	Edificaciones		Uso	
			C	Edificaciones Comunes		1	
Coeficiente Básico de Reducción	$R_o = 6$	Sistema Estructural			Ro		
		Concreto Armado					
		Muros Estructurales			6		
Irregularidades Estructurales en Altura	$I_a = 1$	No hay irregularidad		1			
Irregularidades Estructurales en Planta	$I_p = 0.6$	Irregularidad Torsional		0.75			
		Irregularidad Torsional Extrema		0.6			
		Esquinas entrantes		0.9			
Coeficiente de Reducción de las fuerzas Sísmicas	$R = 3.6$	$R = R_o * I_a * I_p$ $R = 6 * 1 * 0.6$					
Análisis Estático	Fuerza cortante en la Base	$V = (ZUCS/R) * P$ $V = 460.51 \text{ tonf}$	$C/R \leq 0.125$ $0.694 \leq 0.125$ (Cumple)				
	Periodo Fundamental de Vibración	$T = h_n / C_T$ $T = 18.55/60$ $T = 0.3092$	Muros de Corte		$C_T = 60$		

Figura 35: Cuadro resumen de los valores asumidos según la NTE E.030.

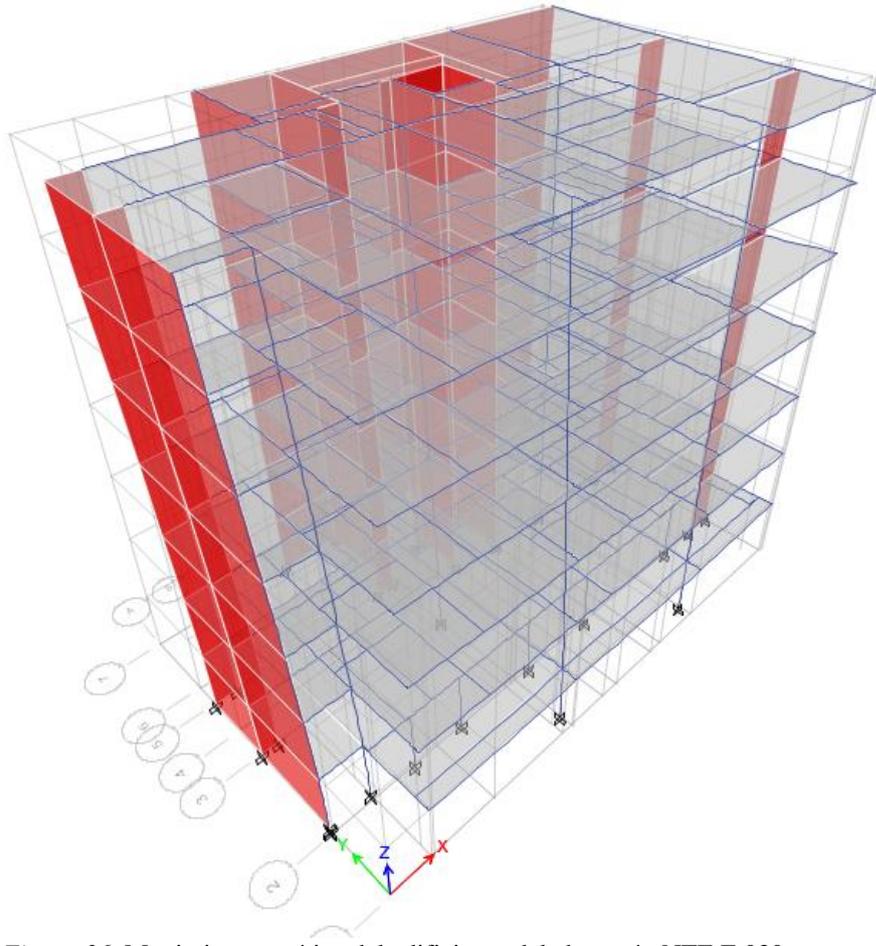


Figura 36: Movimiento estático del edificio modelado según NTE E.030.

Tabla 9. Distorsiones estáticas en X, según NTE E.030.

Nivel	Diafragma	Distorsión	Inelástica
1	D1 X	0.00043	0.0013127
2	D2 X	0.00082	0.0024970
3	D3 X	0.00102	0.0031212
4	D4 X	0.00112	0.0034303
5	D5 X	0.00115	0.0035312
6	D6 X	0.00112	0.0034180
7	D7 X	0.00104	0.0031671

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Distorsiones estáticas en Y, según NTE E.030.

Nivel	Diafragma	Distorsión	Inelástica
1	D1 Y	0.00057	0.0017473
2	D2 Y	0.00112	0.0034211
3	D3 Y	0.00144	0.0044033
4	D4 Y	0.00162	0.0049572
5	D5 Y	0.00170	0.0051928
6	D6 Y	0.00167	0.0051163
7	D7 Y	0.00159	0.0048654

Fuente: Elaboración propia

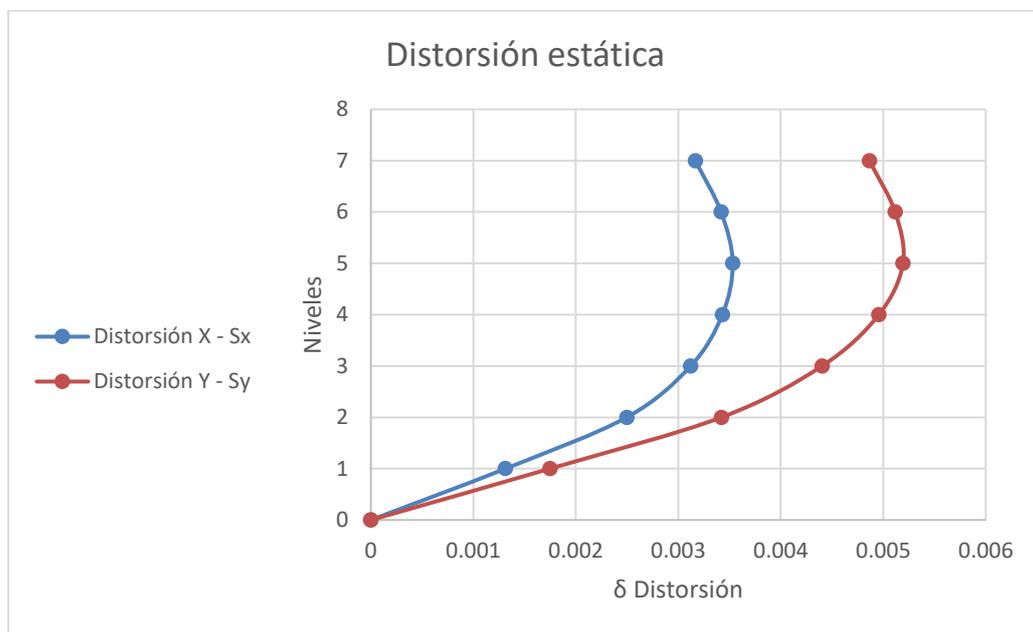


Figura 37: Gráfica del movimiento estático en X e Y, según la NTE E.030.

- Análisis sísmico dinámico modal espectral

Dicho análisis se toma según RM N°043 (2019), que indica en el artículo 29 el análisis dinámico modal espectral, este se divide en 29.1 para indicar los **modos de vibración** a usar en el análisis, por ello tomamos los modos cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total y por lo menos se tomarán los tres primeros en la dirección de análisis, luego en el artículo 29.2 de **aceleración espectral** (S_a) se usara para cada dirección horizontal de análisis un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones donde $S_a = (Z * U * C * S / R) * g$, en 29.3 están los **criterios de combinación** en donde se obtiene la respuesta máxima elástica esperada (r) que se calcula mediante la combinación cuadrática completa para cada modo $r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$ donde se conoce por las ciclas CQC que se usara en el ETABS, pero dicha aceleración espectral contempla un **coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R)** donde $R = I_a * I_p * R_o$, claro que R_o no varía porque depende del tipo de estructuración, solo varían las irregularidades por ese caso se construye un espectro inicial o de prueba, para una vez calculado los datos a través del programa ETBAS, pasemos a verificar las irregularidades que dependen de cálculos más tediosos, una vez obtenido los datos pasamos a construir el espectro ultimo para hallar valores que necesitemos, dicho espectro lo subimos al ETABS a través de un archivo .txt., para generarlo para ello nos apoyamos de una hoja Excel, luego pasamos a definir el Load Cases para generar el Spectrum X e Y, una vez creado colocamos el tipo de espectro a usar en nuestro caso el Espectro 0.30_Rmodificado, el sentido U1 que es X, además escalamos el espectro pues este que se cargó esta sin considerar la gravedad, por ello en Scale Factor colocamos el valor de 9.8067

m/s, luego seleccionamos el tipo de método de combinación modal CQC, luego en Modal Damping es un valor del 5% por el material de concreto y Diaphragm Eccentricity es del 5% según la NTP 0.30, esto se repite para el sentido Y con la misma analogía, a continuación se muestra la ecuación usada y unas imágenes de lo desarrollado en el programa.

Ecuación 4. Aceleración espectral según NTE E.030-2019.

$$S_a = (Z*U*C*S/R)*g$$

Fuente: Ministerio de vivienda, 2019.

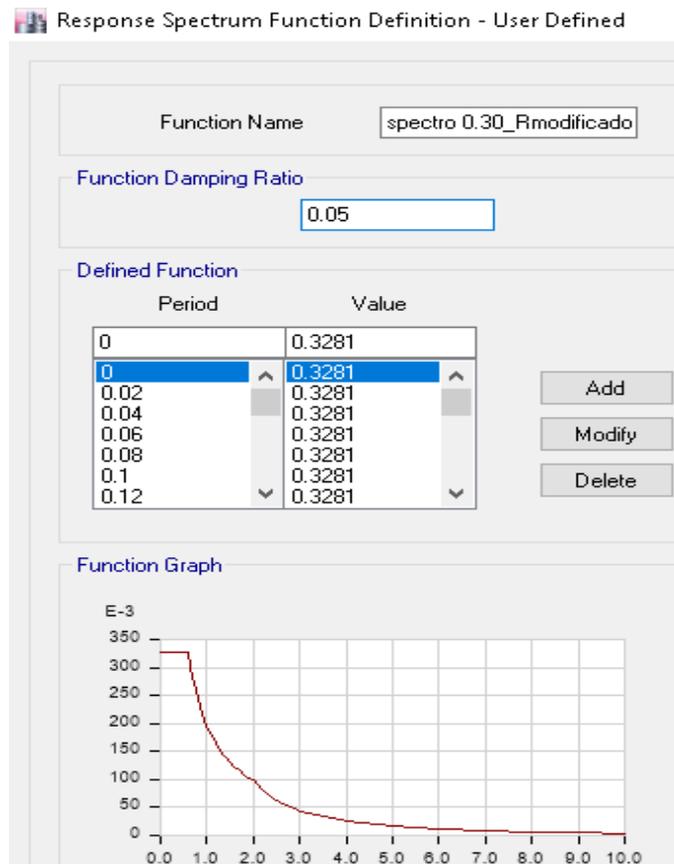


Figura 38: Gráfica del espectro de respuesta de la NTE E.030.

Load Cases

Load Case Name	Load Case Type
Dead	Linear Static
Live	Linear Static
SX	Linear Static
SY	Linear Static
SepectrumX	Response Spectrum
SepectrumY	Response Spectrum

Figura 39: Asignación del espectro de respuesta en X e Y.

Load Case Data

General

Load Case Name: SepectrumX
 Load Case Type: Response Spectrum
 Exclude Objects in this Group: Not Applicable
 Mass Source: Previous (Masa dinámica)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Espectro 0.30_Rmo...	9.8067

Other Parameters

Modal Load Case: Modal
 Modal Combination Method: CQC
 Include Rigid Response
 Rigid Frequency, f1:
 Rigid Frequency, f2:
 Periodic + Rigid Type:
 Earthquake Duration, td:
 Directional Combination Type: SRSS
 Absolute Directional Combination Scale Factor:
 Modal Damping: Constant at 0.05
 Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

Figura 40: Asignación de propiedades para el espectro de respuesta.

Como se observa este gráfico se calculó el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (R) lo reemplazamos en la **aceleración espectral** $S_a = (0.45 * 1 * 2.5 * 1.05 / 3.6) * 9.80665$, saldría $S_a = 0.32178$ segundos, pero para obtener el gráfico del espectro de pseudoaceleraciones del sismo será mediante un T (S) que varía de 0 a 10 segundos, así también el valor de C también según el artículo 14 de factor de aplicación sísmica (C), se muestra una tabla resumen de lo calculado.

	Parámetro	Formulas	Observaciones
Parámetro sísmico	Coeficiente de Amplificación Sísmica	$C = 2.5$	$T < T_p$
		$C = 2.5 * (T_p / T)$	$T_p < T < T_L$
		$C = 2.5 * (T_p * T / T^2)$	$T > T_L$
	Coeficiente de Reducción de las fuerzas Sísmicas	$R = 3.6$	$R = R_o * I_a * I_p$ $R = 6 * 1 * 0.6$
Análisis dinámico	Aceleración Espectral	$S_a = (ZUCS/R) * g$	$S_a = (0.45 * 1 * 2.5 * 1.05 / 3.6) * g$ $S_a = 0.328125 * g$ $S_a = 3.2178 \text{ m/seg}^2$

Figura 41: Cuadro resumen de los valores asumidos según la NTE E.030.

Una vez subido el espectro se puede obtener el cortante dinámico, que sale a través del software ETABS por el SepectrumX y SepectrumY, el cortante dinámico $V_{x\text{dinámico}} = 187.13 \text{ tonf}$ y $V_{y\text{dinámico}} = 209.49 \text{ tonf}$.

- Escalamiento para cortante de diseño

El escalamiento se da según RM N°043 (2019), en el artículo 29.4 donde se verifica la **fuerza cortante mínima** para cualquier dirección de análisis, dicha fuerza cortante debe cumplir que $V_{\min} > 80\% V_e$ para estructuras regulares y $V_{\min} > 90\% V_e$ para irregulares, donde V_e es la cortante estática, una vez comparado con la cortante dinámica observamos que el valor es menor que el $90\% V_e$ por ello escalamos dicho valor dentro del ETABS, en ese caso $V_{\text{dinámico}} * 1.9856 = V_{\text{estático}}$ para el sentido X, $V_{\text{dinámico}} * 1.7736 = V_{\text{estático}}$ para el sentido Y, el valor de 1.9856 y 1.7736 es para escalar el $V_{\text{dinámico}}$ a $V_{\text{diseño}}$,

Tabla 11. Cortante estático, dinámico y de diseño según NTE E.030.

Sentido	$V_{\text{estático}}$ tonf	$V_{\text{dinámico}}$ tonf.	$V_{\text{diseño}}$ tonf.	Diseño Escalamiento
X	412.85	187.13	371.57	1.9856
Y	412.85	209.4898	371.57	1.7736

Fuente: Elaboración propia.

- Análisis sísmico (Indicadores)

Para el análisis sísmico dividimos en dos dimensiones para guardar una correlación con la matriz de consistencia, primero son los parámetros sísmicos que se dividen en desplazamiento lateral, distorsión de entre piso, fuerza cortante y periodo, segundo están los esfuerzos internos que se dividen en momento flector máximo en vigas, esfuerzo axial en columnas y fuerza cortante en placas a continuación describimos cada uno:

El **desplazamiento lateral** según indica RM N°043 (2019), en el artículo 31 de determinación de desplazamientos laterales se calcula multiplicando por $0.75 \cdot R$ en estructuras regulares y $0.85 \cdot R$ para irregulares los resultados obtenidos en el análisis lineal elástico en nuestro caso usaremos el valor de $0.85 \cdot R$ dado a que nuestra edificación es irregular, la fórmula $\Delta_i = 0.85 \cdot R \cdot \Delta_e$, es para hallar los desplazamientos inelásticos

Tabla 12. Desplazamiento lateral elástico según NTE E.030.

N° Piso	R _x	R _y	Δ_{ex}	Δ_{ey}	Δ_{ix}	Δ_{iy}
1	3.6	3.6	0.000818	0.000716	0.002503	0.002191
2	3.6	3.6	0.00249	0.002244	0.007619	0.006867
3	3.6	3.6	0.004481	0.004277	0.013712	0.013088
4	3.6	3.6	0.006831	0.006531	0.020903	0.019985
5	3.6	3.6	0.009191	0.008961	0.028124	0.027421
6	3.6	3.6	0.011494	0.01135	0.035172	0.034731
7	3.6	3.6	0.01346	0.01398	0.041188	0.042779

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- R : Coeficiente de reducción o Factor de modificación de respuesta
- Δ_e : Desplazamiento elástico
- Δ_i : Desplazamiento inelástico
- ΔR : Desplazamiento relativo máximo

La **distorsión de entre piso** según RM N°043 (2019), es en el artículo 32 donde se verifican los desplazamientos laterales relativos admisibles en la tabla N°11 para distintos materiales, para nuestro edificio es el material de concreto armado cuyo valor es de $(\Delta_i/h_{ei})_{\text{máx.}} = 0.007$.

Tabla 13. Distorsión inelástica de entre piso según NTE E.030.

N° Piso	Δ_{ix}	h_i	δ_{ix}	δ_{max}	Δ_{iy}	h_i	δ_{iy}	δ_{max}
1	0.0025	2.4	0.00104	7‰	0.00219	2.4	0.00091	7‰
2	0.00762	2.65	0.00193	7‰	0.00687	2.65	0.00176	7‰
3	0.01371	2.65	0.0023	7‰	0.01309	2.65	0.00235	7‰
4	0.0209	2.65	0.00271	7‰	0.01998	2.65	0.0026	7‰
5	0.02812	2.65	0.00273	7‰	0.02742	2.65	0.00281	7‰
6	0.03517	2.65	0.00266	7‰	0.03473	2.65	0.00276	7‰
7	0.04119	2.65	0.00227	7‰	0.04278	2.65	0.00304	7‰

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- Δ_i : Desplazamiento inelástico
- h_i : Altura de piso
- δ_i : Distorsión inelástica
- δ_e : Distorsión elástica
- δ_{max} : Distorsión máxima

La fórmula es $\delta_{ix} = (\Delta_{ix1} - \Delta_{ix0}) / (h_i)$ o más general $\delta_{ix} = (\Delta_{ix(n)} - \Delta_{ix(n-1)}) / (h_i)$.

La **fuerza cortante** según RM N°043 (2019), según los artículos 28.2 y 29.4 calculamos la cortante estática y la cortante mínima, luego según el análisis sísmico dinámico modal espectral indicado en el artículo 29, calculamos el cortante dinámico, para ello colocamos los datos en orden en una ficha técnica N°3, y hallar el cortante de diseño.

Tabla 14. Cortante de diseño.

Sentido	$V_{diseño}$ (tonf.)
X	371.57
Y	371.57

Fuente: Elaboración propia.

El **periodo** será calculado para cada nivel en los sentidos de T_x , T_y y T_z , para verificar que este dentro de lo considerado como periodo fundamental de vibración, además de ver cómo se comportan dichos periodos a lo largo de la estructura, estos datos son ordenados en la ficha técnica N°4.

Tabla 15. Periodos NTE E.030.

Modo	U_x	U_y	U_z	Periodo
1	0.301	0.329	0.37	Z
2	0.406	0.574	0.02	Y
3	0.295	0.095	0.61	Z
4	0.352	0.241	0.406	Z
5	0.339	0.65	0.011	Y
6	0.395	0.186	0.419	Z
7	0.305	0.114	0.581	Z
8	0.414	0.154	0.432	Z
9	0.308	0.685	0.006	Y
10	0.267	0.409	0.324	Y
11	0.404	0.145	0.451	Z
12	0.387	0.164	0.449	Z
13	0.255	0.734	0.011	Y
14	0.322	0.106	0.572	Z
15	0.349	0.178	0.473	Z
16	0.24	0.758	0.002	Y
17	0.307	0.263	0.43	Z
18	0.26	0.605	0.135	Y
19	0.246	0.742	0.012	Y
20	0.347	0.099	0.554	Z
21	0.37	0.089	0.54	Z

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

U_x , U_y y U_z : Valor de los periodos

Periodo: Sentido del modo con mayor masa trasnacional.

El **momento flector máximo en vigas** lo calculamos viendo que viga en el modelo recibe la mayor luz, con lo cual tendrá el máximo momento flector, para ello escojamos en nivel 6 en la viga en el eje 3 - AE, el **momento flector** Min = - 19.0873 tonf-m y Max = 12.3833 tonf-m, también el **cortante** Max = 10.8671 tonf y Min = -13.9891 tonf.

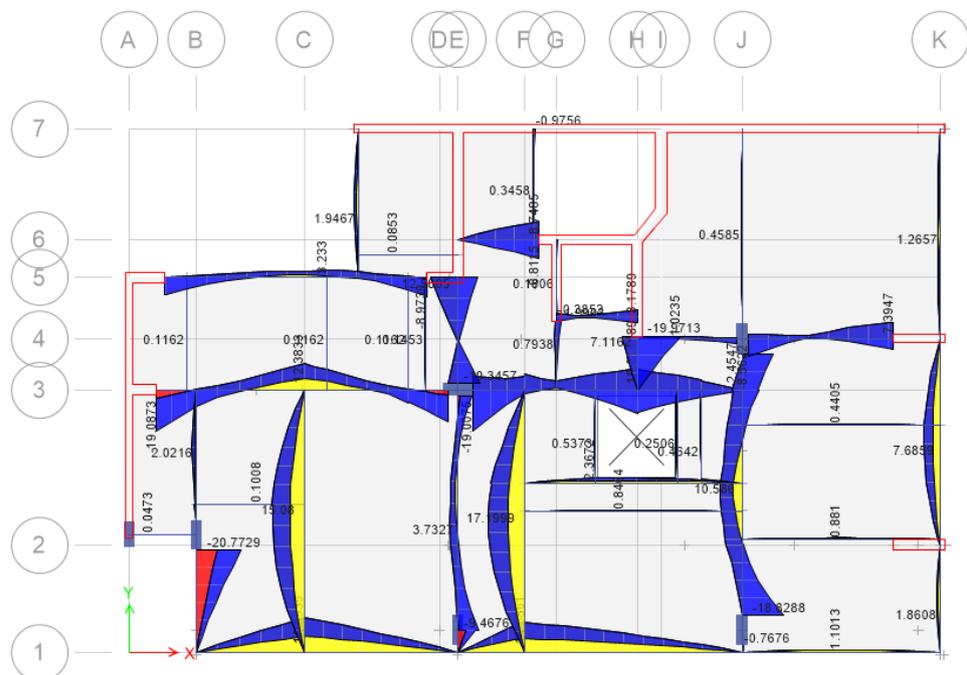


Figura 42: Momento flector máximo en vigas en general del nivel 6, según NTE E.030.



Figura 45. Momento de corte (V) en la viga de eje 3-AE, según NTE E.030.

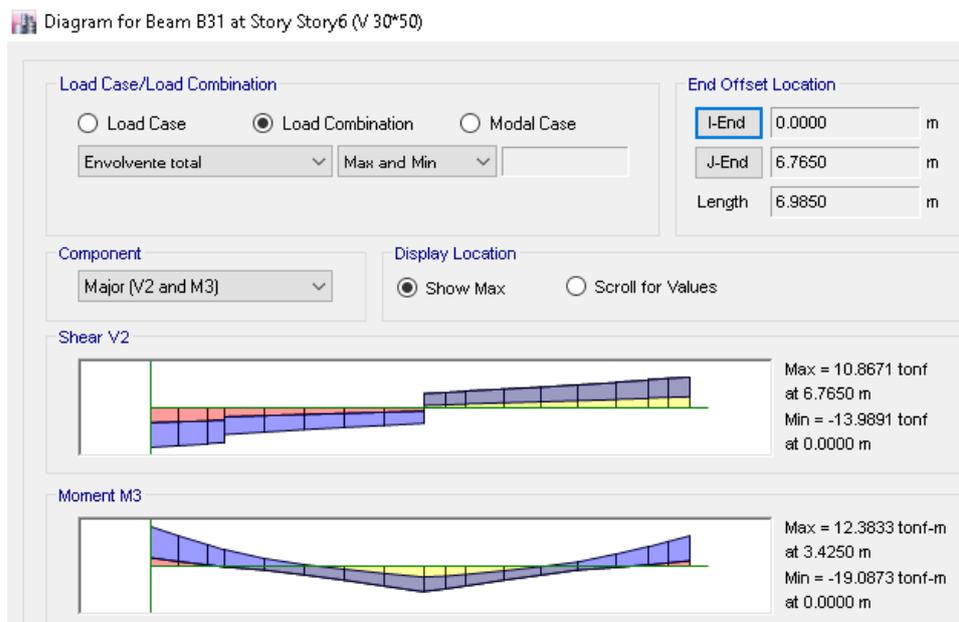


Figura 46. Vista de momento flector y de corte de la viga de eje 3-AE, según NTE E.030.

El **esfuerzo axial** en columnas se halla escogiendo la columna que tenga mayor carga, para ello evaluamos el modelo, para observar cual es la que soporta mayor esfuerzo axial, el esfuerzo axial es de 120.3850 tonf

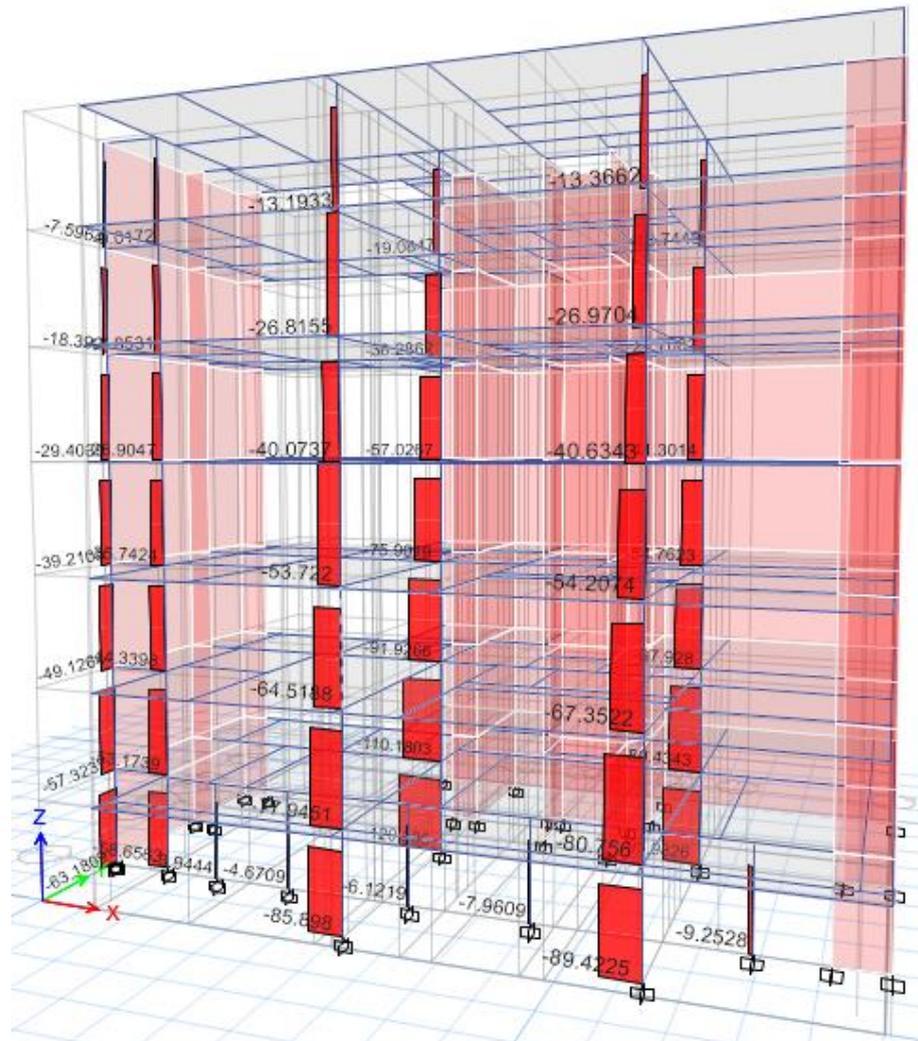


Figura 47. Vista en 3D general de la fuerza axial en columnas con NTE E.030.

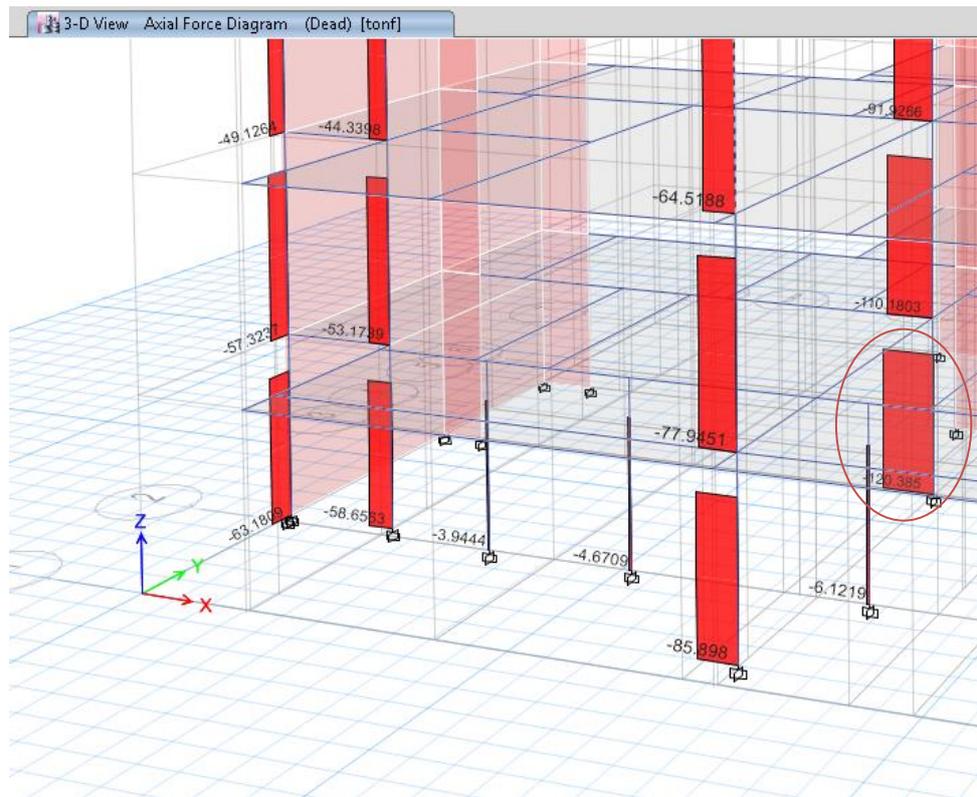


Figura 48. Vista en 3D de la máxima fuerza axial con la NTE E.030.

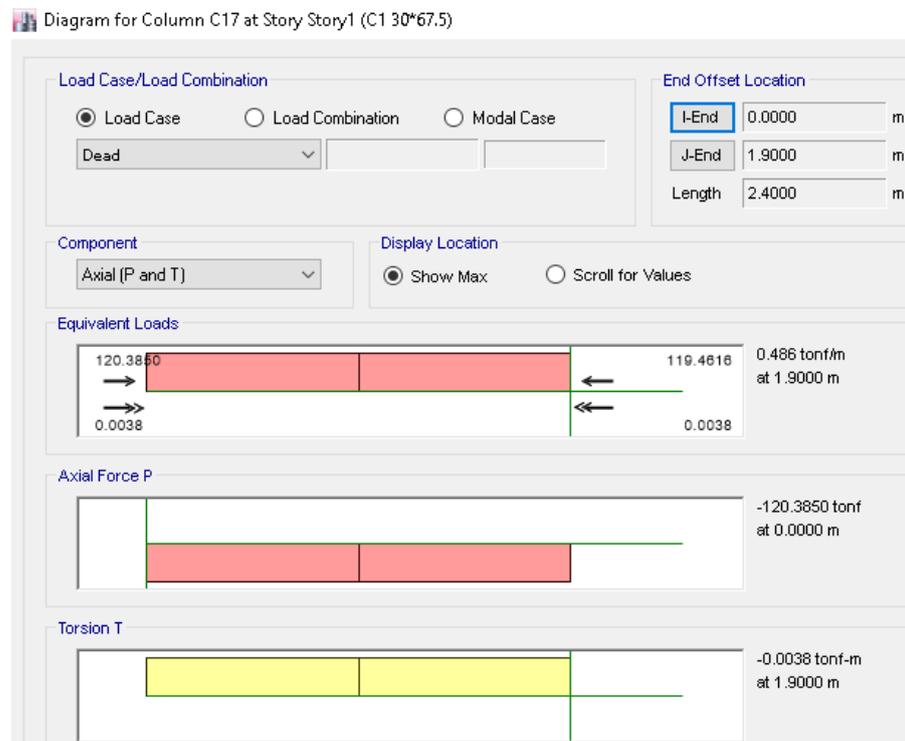


Figura 49. Vista de esfuerzo axial en la columna C17, según NTE E.030.

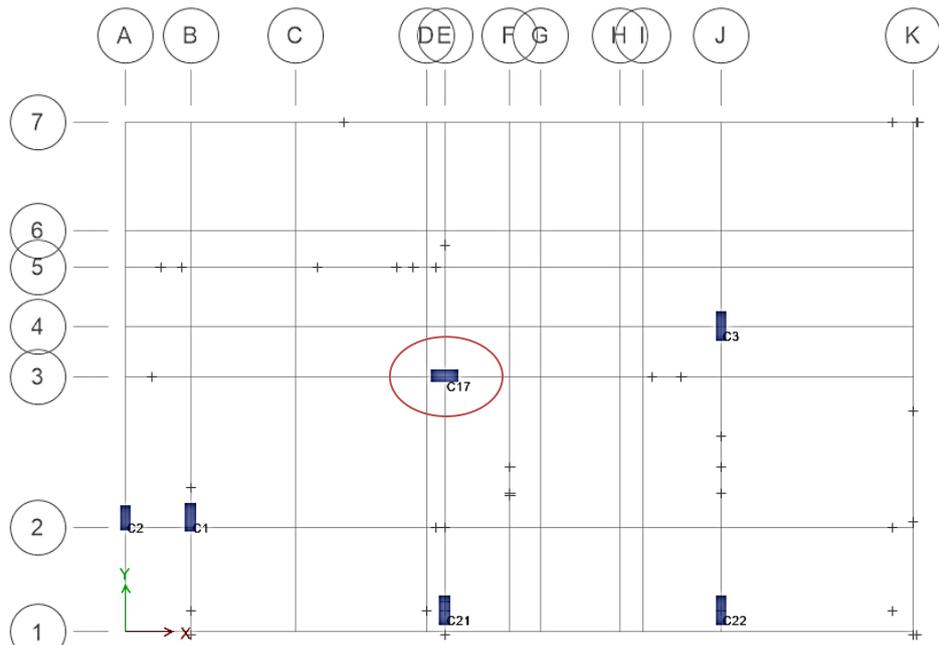


Figura 50. Vista en planta en de columna C17 en ETABS.

Para hallar la **fuerza cortante** en placas utilizamos la fuerza cortante máxima en placas, la encontramos en el sentido Y, en el nivel 2 con una fuerza cortante de 379.7148 tonf

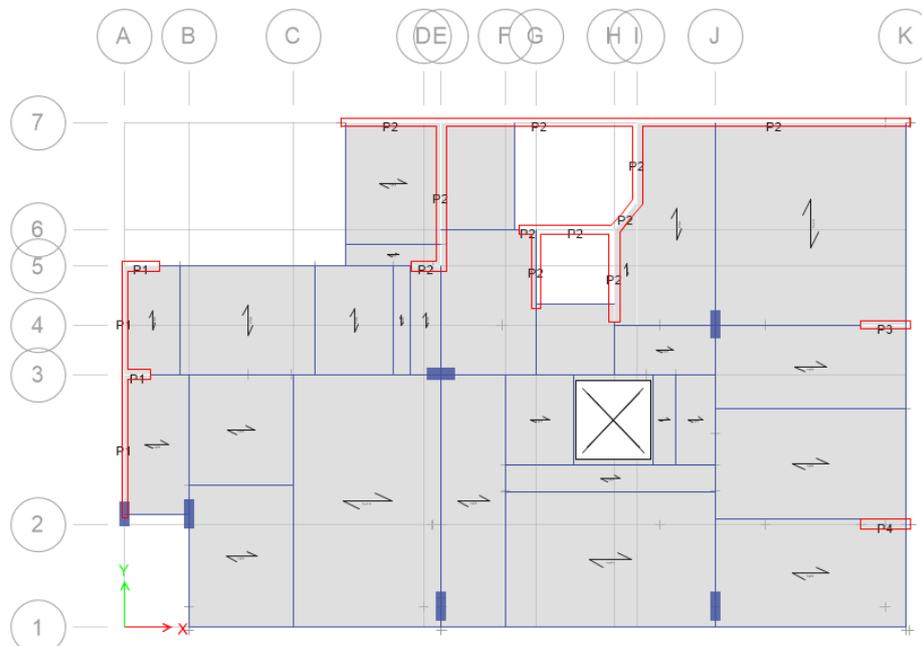


Figura 51. Vista en planta de placas (Piers) en ETABS.

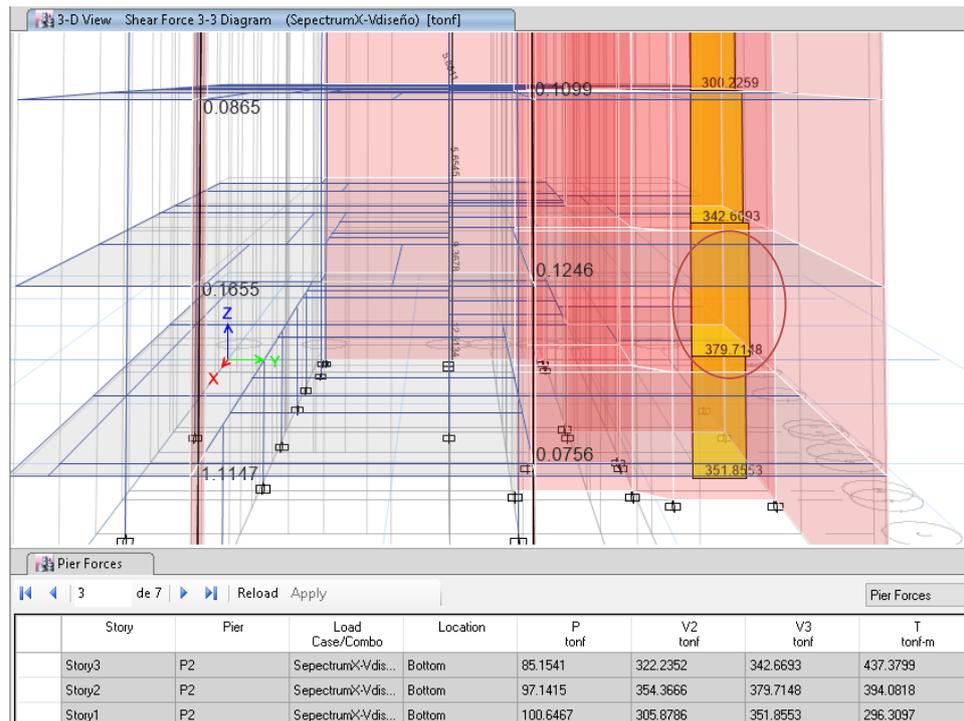


Figura 52. Vista en 3D del máximo cortante en P2 en el sentido Y, con la NTE E.030.

2.4.4. Análisis por cargas carga de gravedad (D, L) Nch.433

- Asignación de carga muerta

Según la Nch1537.OF86 (1986), indica en el punto 5 que la carga permanente para la masa de un material se calcula según los anexos A y B, para nuestro uso en el anexo A el material de construcción para cemento, piedra y arena tiene un peso de 2300 kg/m^3 , para el hormigón armado 2500 kg/m^3 , además sabemos que el peso específico del concreto es 2.4 tnf/m^3 , observamos que hay similitud en las cargas muertas en la norma, por ello se tomara los mismos para que la norma peruana, en Instituto Nacional de Normalización (2012), dice que para el modelo estructural en el punto 5.5 el cálculo de las masas se deben considerar las cargas permanentes, en este caso el 100%.

- Asignación de carga viva

Según la Nch1537.OF86 (1986), indica que la sobre carga según la tabla N°3 para el tipo de edificio vivienda para el uso de áreas generales su valor es de 0.2 tn/m², que es la asignación de la carga viva es un porcentaje del 25% de la sobre carga en construcciones destinadas a la habitación privada, que es la misma usada en la norma peruana, por lo cual no habrá una modificación.

- Análisis por gravedad

- Análisis por carga viva

Se presenta un gráfico de cómo actúa la carga viva frente al momento flector en las vigas de la estructura, ver como solo el hecho de colocar dicha carga proporciona ya un esfuerzo interno en dicho edificio.

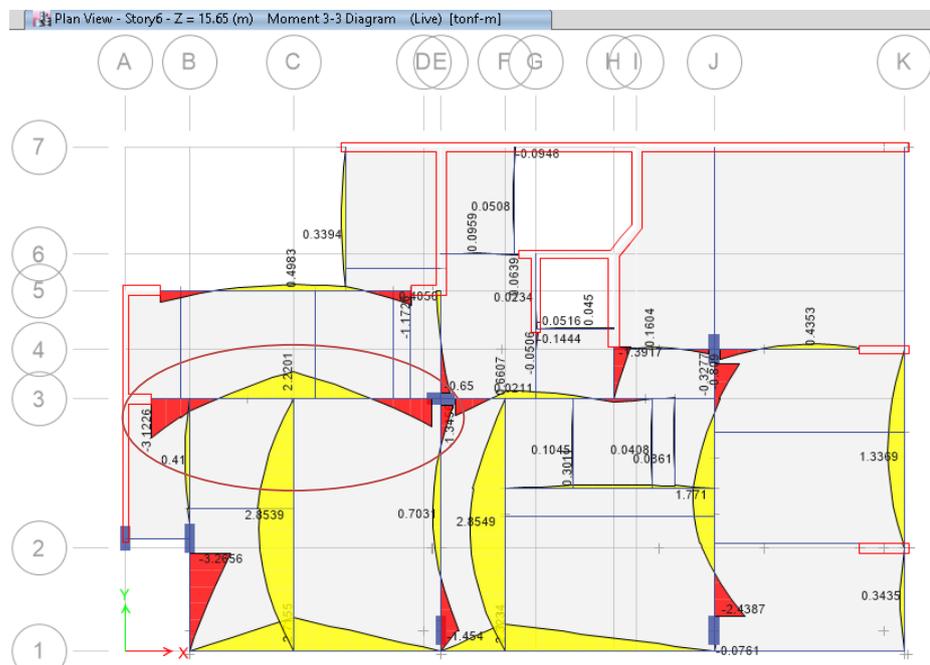


Figura 53: Vista en planta de cómo actúa la carga viva (Live) en las vigas.

○ Análisis por carga muerta

Este presenta un gráfico similar, pero con carga muerta, dicho de otro modo, un mayor esfuerzo interno dentro de la estructura.

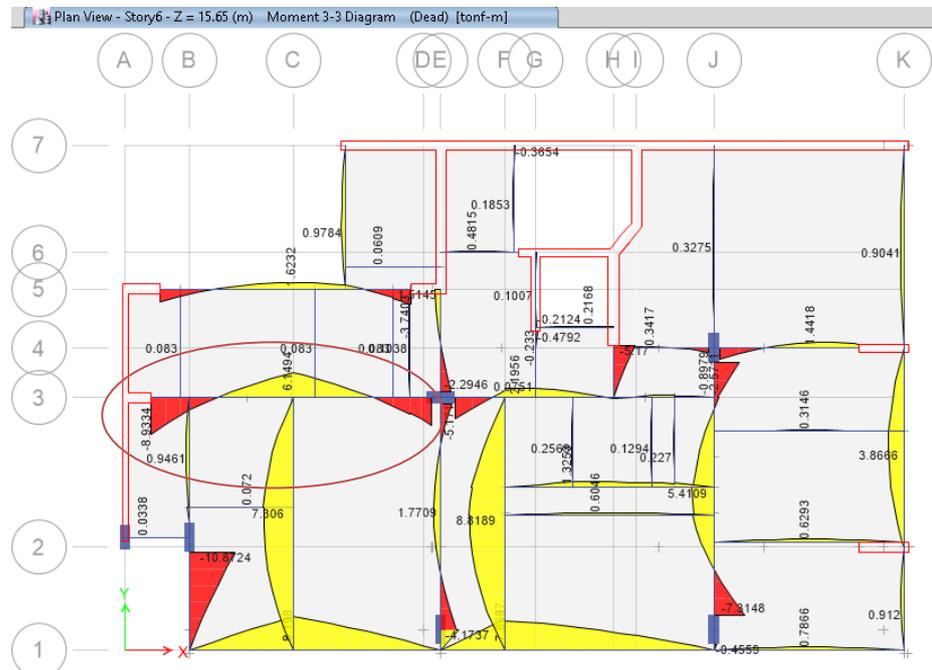


Figura 54: Vista en planta de cómo actúa la carga viva (Live) en las vigas.

2.4.5. Análisis para Carga sísmica según Nch.433

- Análisis sísmico estático

Este análisis está indicado en el Instituto Nacional de Normalización (2012), que indica una clasificación ya estipulada en dicha norma, por ello lo ordenaremos según los datos necesarios para el análisis sísmico estático, por ello la norma chilena divide su país en tres tipos de **zonificación** y se clasifica según la tabla 6.2 llamada **valor de aceleración efectiva (A_o)** donde se divide como un porcentaje de la gravedad, esto también ocurre en la norma peruana donde el valor de la zonificación fue $Z_4=0.45$, como dicho valor guarda una similitud con la norma chilena usaremos el tipo zonificación **III** donde **A_o=0.4g**, luego clasificamos el **tipo de suelo** ubicado en la tabla 4.2 llamado la clasificación sísmica del terreno de fundación, esta tabla se divide en 6 tipos de suelos (A, B,

C, D, E, Y F), además de contar en dicha tabla, con columnas donde está el índice de velocidad de onda de corta a los 30 metros superiores al terreno (**Vs30**), la penetración estándar (**N1**), la resistencia a la compresión simple de suelo (**qu**) y la resistencia al corte (**Su**), esta distribución la tiene también la norma peruana por lo que es fácil hacer un comparativo y determinar una similitud en el tipo de suelo con la norma chilena, según RM N°043 (2019), se verifica en la tabla N°2 la clasificación de perfiles de suelo, donde la norma peruana clasifica el tipo de suelo como S₂ con $V_{s30} \geq 350$, siendo así un suelo intermedio, por ello según Instituto Nacional de Normalización (2012), nuestro **suelo es un tipo C** por tener un suelo denso o firme con un $V_{s30} \geq 350$ m/s, una vez seleccionado el tipo de suelo podemos ir a la tabla 6.3 de parámetros que dependen del tipo de suelo donde se obtienen los siguientes valores **S** = 1.05, **T₀(s)** = 0.4, **T'(s)** = 0.45, **n** = 1.40 y **p** = 1.6, pasamos a verificar el tipo de edificación que tenemos según la norma chilena, para ello la tabla 4.3 de **categoría de ocupación de edificios** y otras estructuras lo divide en 4 tipos de categoría (I, II, III, IV), nosotros escogemos el **tipo de categoría II** pues dicha categoría se describe como un tipo de estructura destinada a la habitación privada, ahora pasamos al análisis estático, ubicado en el punto 6.2, donde se describen condiciones para el uso de dicho análisis, para nuestro tipo de edificación debe cumplirse que para analizar estructuras de 6 a 15 pisos debe cumplirse que la altura total del edificio (H) entre los periodos de los modos con mayor masa transnacional equivalente en las direcciones X e Y, T_x y T_y respectivamente, deben ser iguales o superiores a 40 m/s, en resumen $H/T_x > 40$ m/s y $H/T_y > 40$ m/s, en el anexo D de comentario en el punto D.6.3.5.4 indica que el periodo fundamental de vibración para edificios con muros tuvo un resultado promedio en 97 edificios de $0.047 \cdot N$, por lo cual el

periodo fundamental sería $0.047*7 = 0.329$ segundos y en la RM N°043 (2019), calculamos el periodo fundamental de vibración $T = 0.3092$ segundos, reemplazamos este valor según el Instituto Nacional de Normalización (2012), donde tomamos de referencia este valor hallado para los T_x y T_y dado a que el tipo de estructura es el mismo, entonces $H=18.55$ m, donde $18.55/0.3092 = 59.99$ m/s, después para nuestro caso se deduce que para que nuestro valor sea mayor a 40 m/s el T_x y T_y tendría que cumplir valores mayores a 0.4637 segundos, lo cual por ser un valor de periodo muy alto deducimos que es necesario hacer el **análisis estático** pues cumple con la condición anteriormente descrita, dentro de dicho análisis procedemos al punto 6.2.3 que es la fórmula para el **esfuerzo de corte basal** $Q_o = C*I*P$, en el punto 6.2.3.1 el **coeficiente sísmico** C , se calcula mediante $C = [(2.75*S*A_o)/(g*R)]*[(T'/T)^n]$, el R es el **factor de modificación de respuesta** R_o o R se halla mediante la tabla 5.1 de valores máximos de modificación de respuesta, hay dos tipos de estructuras uno de muros y sistemas arriostrados y segundo de pórticos, además cada uno se divide por el tipo de material, en nuestro caso usamos el de muros y sistemas arriostrados, el tipo de material es de hormigón armado, en ese caso $R = 7$ y $R_o = 11$, para hallar el periodo con mayor masa trasnacional equivalente en la dirección de análisis se hace mediante el programa ETABS, una vez obtenidos los datos los reemplazamos para hallar el valor del coeficiente sísmico (C), luego hay valores en donde el valor C no puede ser mayor que lo indicado en la tabla 6.4 de valores máximos del coeficiente sísmico $C_{m\acute{a}x} = (0.35 * S * A_o)/g$, además no será menor que $(A_o*S)/(6*g)$, reemplazando los datos tenemos que $C_{m\acute{a}x} = (0.35*1.05*0.4*g)/g = 0.147$ y $C_{m\acute{i}n} = (0.4*g*1.05)/(6*g)=0.07$, pero para el caso de edificios estructurados mediante muros de hormigón armado el $C_{m\acute{a}x}$ se

puede reducir multiplicándolo por un factor (f) que se determina $f = 1.25 - 0.5*q$, q se calcula del corte tomado por los muros de hormigón armado entre el esfuerzo de corte total en cada uno de los niveles de la mitad inferior del edificio en las dos direcciones. Así mismo colocamos las ecuaciones y cuadros resumen.

Ecuación 5. Periodo fundamental teórico según Nch.433.

$$S_a = (Z*U*C*S/R)*g$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Ecuación 6. Esfuerzo de corte basal según Nch.433.

$$Q_o = C*I*P$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Ecuación 7. Coeficiente sísmico según Nch.433.

$$C = [(2.75*S*A_o)/(g*R)]*[(T'/T)^n]$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Ecuación 8. Coeficiente sísmico máximo según Nch.433.

$$C_{\text{máx}} = (0.35 * S * A_o)/g$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Ecuación 9. Factor de reducción f en muros según Nch.433.

$$f = 1.25 - 0.5*q$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Parámetro	Formulas	Observaciones					
		Factor de zona	Z	Zona		Ao	
1				0.20 g			
2				0.30 g			
3				0.40 g			
Factor de suelo	S	Suelo	S	To(S)	T'(S)	n	p
		A	0.9	0.15	0.2	1	2
		B	1	0.3	0.35	1.33	1.5
		C	1.05	0.4	0.45	1.4	1.6
		D	1.2	0.75	0.85	1.8	1
		E	1.3	1.2	1.35	1.8	1
		F	*	*	*		*
Coeficiente Sísmico	$C = \frac{2.75 \cdot S \cdot A_o}{g \cdot R} \cdot \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n$	$C_{min} = A_o \cdot S / 6g$					
		$C_{max} = 0.35 \cdot ((S \cdot A_o) / g)$, Si R = 7					
Categoría de Ocupación de Edificios	I	Categoría	Edificaciones			Uso	
		I	Inst. Agrícolas, inst. provisionarias, inst. de almacenaje			0.6	
		II	Edificios de habitación privada o uso público			1	
		III	Bibliotecas, museos, estadios, cárceles, etc.			1.2	
		IV	Cuarteles de policía; radioemisoras, plantas de agua potable			1.2	

Figura 55: Cuadro resumen de los parámetros en general de la Nch.433.

	Parámetro	Formulas	Observaciones				
			Sistema Estructural - Material	R	Ro		
Parámetros	Factor de Modificación de Respuesta	R, Ro	Sistema Estructural - Material				
			Pórticos - Acero estructural	Marcos corrientes	4	5	
				Marcos intermedios	5	6	
				Marcos especiales	7	11	
				Marco de vigas enrejadas	6	10	
				Hormigón armado	7	11	
			Muros y sistemas arriostrados				
			Acero estructural	Marcos concéntricos C.	3	5	
				Marcos concéntricos E.	5.5	8	
				Marcos excéntricos	6	10	
			Hormigón armado		7	11	
			H. Armado y A. confinada	Cumple criterio A ²	6	9	
				No cumple criterio A ²	4	4	
			Madera		5.5	7	
			Albañilería confinada		4	4	
Albañilería armada	Bloques de hormigón	4	4				
	Ladrillos cerámicos	3	3				
No clasificado		2	-				
Análisis Estático	Esfuerzo de Corte Basal	Qo = CIP	P = Peso de la Estructura				
	Período de Vibración	T*	Debe calcularse mediante un procedimiento fundamentado				

Figura 56: Cuadro resumen de parámetros y análisis estático de la Nch.433.

	Parámetro	Formulas	Observaciones					
			Zona		Ao			
Parámetros	Factor de zona	Z	3		0.40 g			
	Factor de suelo	S	Suelo	S	To(S)	T'(S)	n	p
			C	1.05	0.4	0.45	1.4	1.6
	Coeficiente Sísmico	C = 0.165*(0.45/0.245)^1.4 =0.38649	C _{min} = 0.07					
			C _{max} = 0.147, Si R = 7					
	Categoría de Ocupación de Edificios	I	Categoría	Edificaciones			Uso	
II			Edificios de habitación privada o uso público			1		
Factor de Modificación de Respuesta	R, Ro	Hormigón armado				R	Ro	
						7	11	
Análisis estático	Esfuerzo de Corte Basal	Qo = 184.9598 tonf	P = 1258.23 tonf					
	Período de Vibración	0.245	Debe calcularse mediante un procedimiento fundamentado					

Figura 57: Cuadro resumen de los valores asumidos en parámetros y análisis estático según la Nch.433.

Como indica la norma el C_{max} para estructuras con muros se deben multiplicar por un factor (f) dicho factor se determina mediante la fórmula $f = 1.25 - 0.5*q$, donde ($0.5 \leq q \leq 1$), para hallar q es mediante el porcentaje de cortante que resiste los muros de hormigón respecto al cortante calculado, en este caso con los datos obtenidos anteriormente calculamos que las placas absorben el 92% del cortante, por lo que $q = 0.92$, reemplazando el valor $f = 0.79$, luego $C_{max}*f = 0.147*0.79 = \mathbf{0.11613}$, ahora reemplazamos este valor para los cálculos en ETABS, dicho parámetro de las limitaciones del C_{max} y C_{min} son dadas en el punto 6.3.7, pero se indica que no se usa para el cálculo de desplazamientos y rotaciones en ese caso para hallarlos se usara el $C_{calculado}$, pero esta parte se verá en la parte dinámico.

Imagen del movimiento estático

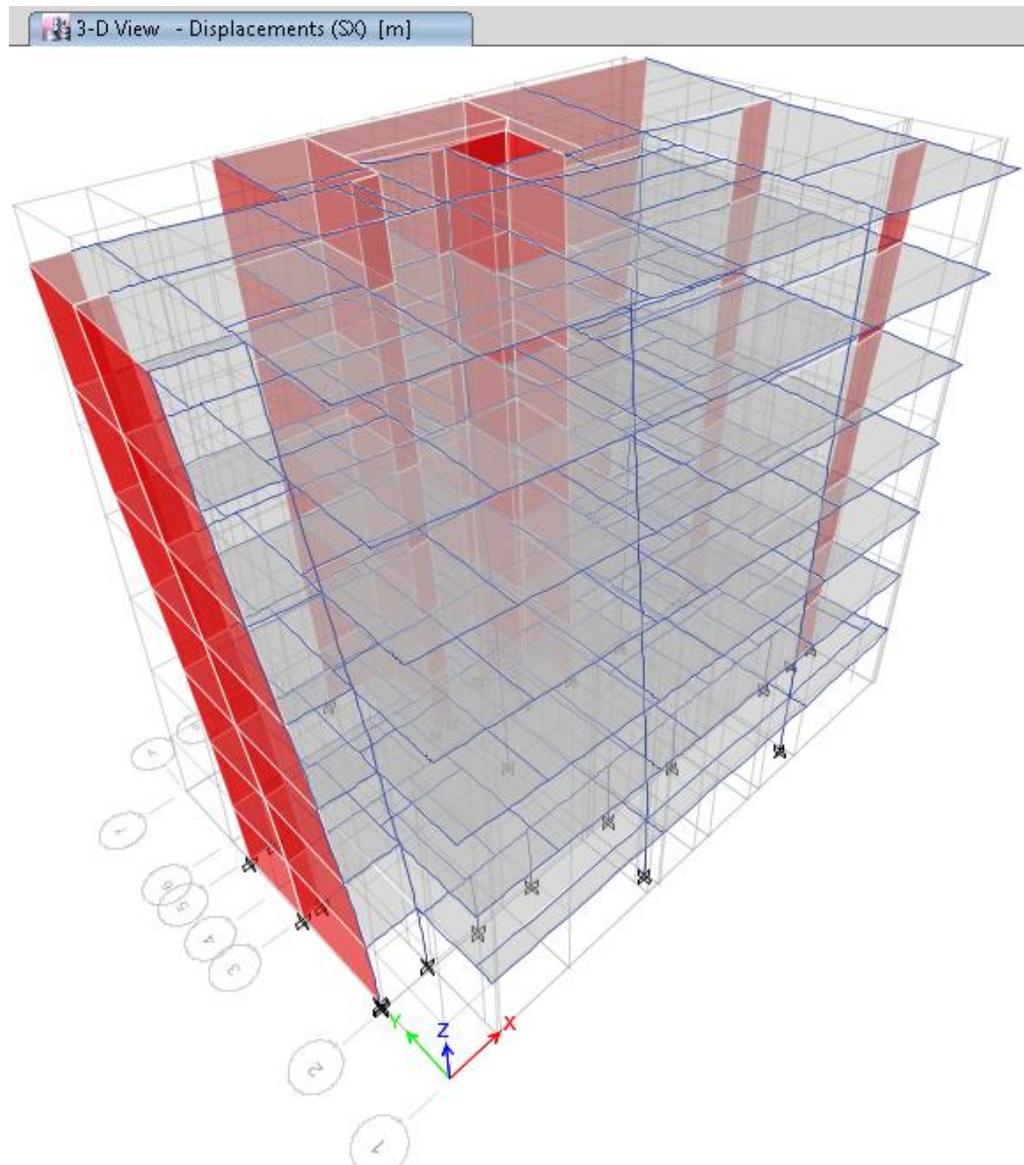


Figura 58: Movimiento estático del edificio modelado según Nch.433.

Tabla 16. Distorsiones estáticas en X, según Nch.433.

Nivel	Diafragma	Distorsión
1	D1 X	0.00015
2	D2 X	0.00029
3	D3 X	0.00037
4	D4 X	0.00041
5	D5 X	0.00042
6	D6 X	0.00040
7	D7 X	0.00038

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Distorsiones estáticas en Y, según Nch.433.

Nivel	Diafragma	Distorsión
1	D1 Y	0.00020
2	D2 Y	0.00041
3	D3 Y	0.00053
4	D4 Y	0.00059
5	D5 Y	0.00062
6	D6 Y	0.00061
7	D7 Y	0.00058

Fuente: Elaboración propia.

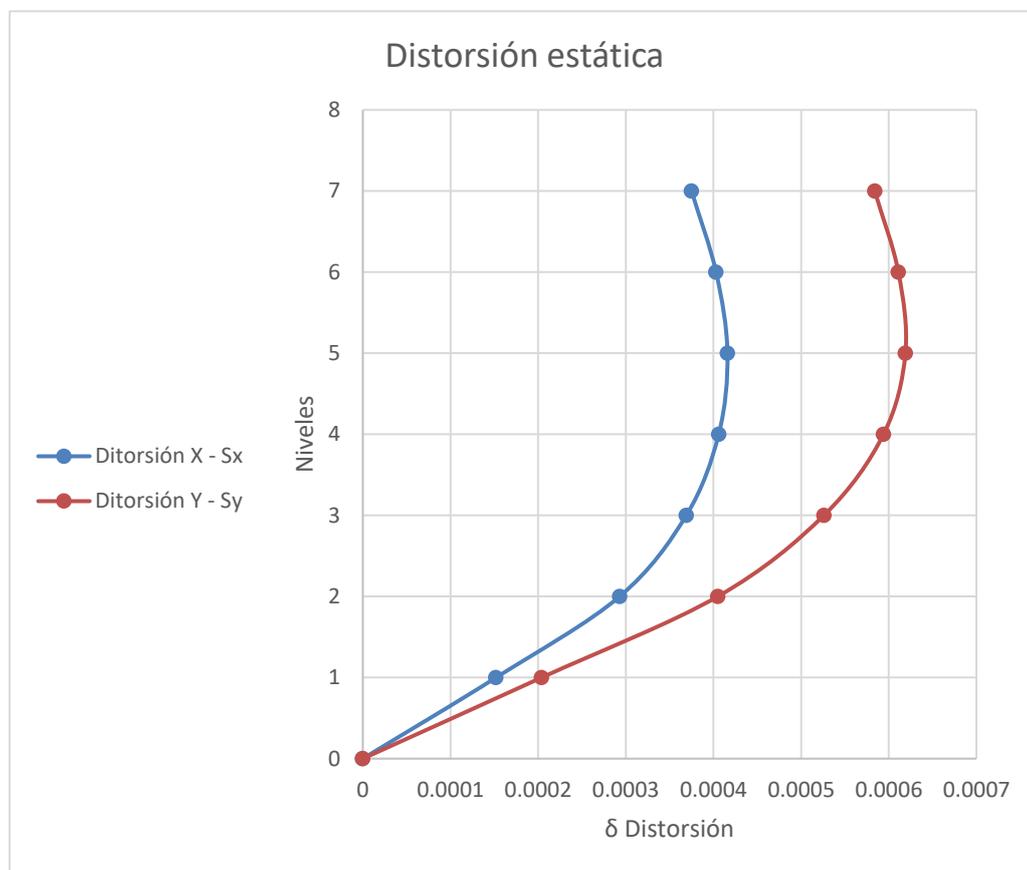


Figura 59. Gráfica del movimiento estático en X e Y, según la Nch.433.

- Análisis sísmico dinámico modal espectral

Este análisis se realiza mediante la norma chilena, pero para llegar a dicho análisis es necesario antes pasar por varios puntos indicados en la misma por ello iniciaremos con dichos puntos para luego llegar al punto del análisis sísmico modal espectral. Primero iniciamos con lo indicado en la norma Instituto Nacional de Normalización (2012), en el punto 6.3.5.1 está la fórmula para el **espectro de diseño (S_a)** que se define como el espectro de diseño de pseudo-aceleraciones, donde $S_a = (S \cdot A_o \cdot \alpha) / (R^* / I)$ los valores de I y A_o se hallan mediante la fórmula del punto 6.2.3, en ese caso el valor del **coeficiente I** está en la tabla 6.1 donde **$I = 1.2$** y el **valor de A_o** está en la tabla 6.2 por lo que **$A_o = 0.4 \cdot g$** y el **valor de S** sale de la tabla 6.3 donde **$S = 1.05$** , otro punto es el 6.3.5.2 donde se presenta la fórmula para hallar el **factor de amplificación (α)** se determina para cada modo de vibrar n , la fórmula es $\alpha = (1 + 4.5 \cdot (T_n / T_o)^\rho) / (1 + (T_n / T_o)^3)$, donde T_n es el periodo de vibración del modo n los valores de T_o , ρ son parámetros relativos al tipo de suelo que se hallan en la tabla 6.3 y 4.2, en este caso **$T_o = 0.4$** , **$\rho = 1.6$** y el valor de T_n es asignado de 0 a 5 segundos para generar una gráfica, en el punto 6.3.5.4 está el **factor de reducción (R^*)** que se determina mediante la fórmula $R^* = (1 + [(N \cdot R_o) / (4 \cdot T_o \cdot R_o + N)])$, dicho factor es solo para edificios estructurados con muros, donde N es el número de pisos del edificios en ese caso $N=7$ y R_o es el factor de modificación de respuesta en ese caso $R_o = 11$ indicado en la tabla 5.1, reemplazando los valores en la fórmula **$R^* = (1 + [(7 \cdot 11) / (4 \cdot 0.4 \cdot 11 + 7)]) = (1 + (77 / 24.6)) = 4.13$** , todos los datos calculados serán puestos en un cuadro para hallar el espectro de diseño S_a . Para calcular los

desplazamientos y rotaciones de los diafragmas horizontales en el punto 6.3.6

está la superposición modal la norma indica 2 tipos de métodos, el método que usaremos para el modelamiento es el método CQC, pues es un método que se puede usar en el software ETABS. Así mismo colocamos ecuaciones, cuadros resumen y tablas.

Ecuación 10. Espectro de diseño según Nch.433.

$$S_a = (S * A_o * \alpha) / (R^* / I)$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Ecuación 11. Factor de amplificación según Nch.433.

$$\alpha = (1 + 4.5 * (T_n / T_o)^\rho) / (1 + (T_n / T_o)^3)$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Ecuación 12. Factor de reducción según Nch.433.

$$R^* = (1 + [(N * R_o) / (4 * T_o * R_o + N)])$$

Fuente: Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Análisis Dinámico	Aceleración Espectral	$S_a = \frac{SAo\alpha}{\left(\frac{R^*}{I}\right)}$	
	Factor de amplificación	$\alpha = \frac{1+4.5\left(\frac{T_n}{T_o}\right)^p}{1+\left(\frac{T_n}{T_o}\right)^3}$	Tn = periodo de vibración del modo n To, p = parámetros relativos al tipo de suelo de fundación
	Factor de reducción R*	$R^* = 1 + \frac{N \cdot R_o}{4 \cdot T_o \cdot R_o + N}$	N = número de pisos R _o = Valor de la estructura

Figura 60: Cuadro resumen de parámetros y análisis dinámico según Nch.433.

Análisis Dinámico	Aceleración Espectral	$S_a = \frac{1.05 \cdot 3.92 \cdot \alpha}{\left(\frac{4.13}{1}\right)}$	
	Factor de amplificación	$\alpha = \frac{1+4.5\left(\frac{T_n}{0.4}\right)1.6}{1+\left(\frac{T_n}{0.4}\right)^3}$	Tn = Tomara valores de 0 a 5 segundos To = 0.4, p = 1.6
	Factor de reducción R*	$R^* = 4.13$	N = 7 R _o = 11

Figura 61: Cuadro resumen de los valores asumidos en parámetros y análisis dinámico según Nch.433.

Tabla 18. Cortante máximo, mínimo y reducido según Nch.433.

Q _{max} calculado (tonf)	Q _{min} (tonf)	Q _{reducido} (tonf)
I * C _{max} * P	I * S * A _o * P / 6g	I * C _{max} * f * P
184.959	88.076	146.118

Fuente: Elaboración propia.

Así se construye el espectro de respuesta se introduce en ETABS, para hallar más adelante los indicadores.

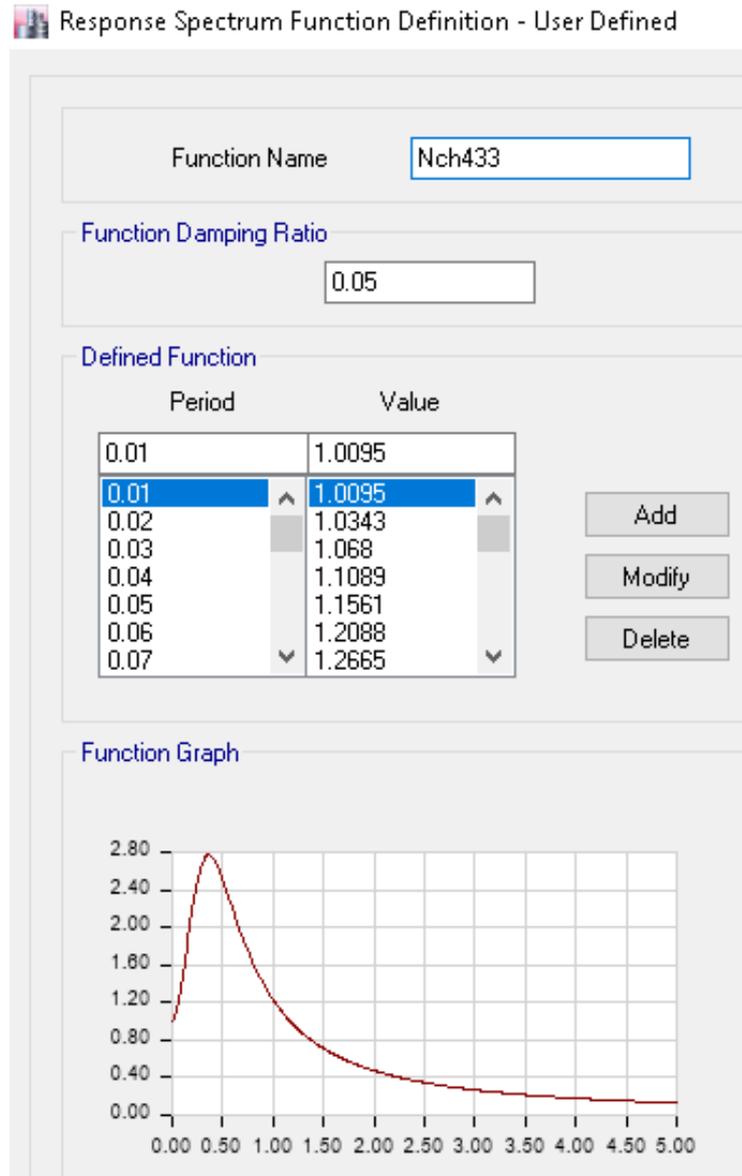


Figura 62. Gráfica del espectro de respuesta de la Nch.433.

- Escalamiento para cortante de diseño

Dicho **escalamiento** es para la norma chilena tomado según indica Instituto Nacional de Normalización (2012), en el punto 6.3.7 donde están las limitaciones del esfuerzo de corte basal indica que si el esfuerzo de corte basal es menor que $(I \cdot S \cdot A_o \cdot P) / (6 \cdot g)$ se debe multiplicar por un factor para que alcance el mínimo señalado y además no necesita ser mayor que $I \cdot C_{m\acute{a}x} \cdot P$, donde $C_{m\acute{a}x}$ se determina en el punto 6.2.3.1, en caso sea mayor se multiplicará por un factor para que no sobrepase este valor, esto no rige para el cálculo de desplazamientos y rotaciones de diafragmas horizontales de piso.

Tabla 19. Cortante calculado, reducido y de diseño según Nch.433.

Espectro Max	Espectro calculado Qmax dinámico	Espectro de diseño Qmax reducido	Diseño Escalamiento
X	134.0127	146.1182499	1.090331363
Y	157.5495	146.1182499	0.927443438

Fuente: Elaboración propia.

Para estos se observa que tanto para la parte dinámica como la estática están limitadas a una cortante mínima y máxima, por lo tanto, los valores máximos son iguales para la parte de diseño como lo es también en la estática.

- Análisis sísmico (Indicadores)

Para el análisis sísmico dividimos en dos dimensiones para guardar una correlación con la matriz de consistencia primero son los parámetros sísmicos que se dividen en desplazamiento lateral, distorsión de entre piso, fuerza cortante y periodo, segundo están los esfuerzos internos que se dividen en momento flector máximo en vigas, esfuerzo axial en columnas y fuerza cortante en placas a continuación describimos cada uno:

El **desplazamiento lateral**, será hallado mediante la fuerza sísmica aplicada en ambas direcciones X e Y, mediante la aplicación de un sismo al modelo del ETABS con el análisis de la norma chilena, mediante esto obtenemos una cantidad de datos, pero nos centraremos en los máximos desplazamientos por cada nivel dado que estos son importantes para determinar cómo actuara la edificación ante un sismo, dichos valores serán ordenados en la ficha técnica N°1, además la norma describe en el punto 5.9 de deformaciones sísmicas, que dentro del punto 5.9.2 el desplazamiento máximo relativo entre dos pisos consecutivos medido desde el centro de masas, no debe ser mayor que la altura de entrepiso multiplicada por $0.002 \cdot h$, donde h es la altura de entrepiso, mediante al programa ETABS lo encontramos en Choose Tables → Analysis → Result → Displacements → Diaphragm Center of Mass Displacements.

Tabla 20. Desplazamiento lateral elástico según Nch.433.

N° Piso	Δ_{ex}	h_i	ΔR_{xMax}	Δ_{ey}	h_i	ΔR_{yMax}
1	0.000336	2.4	0.0048	0.000332	2.4	0.0048
2	0.00104	2.65	0.0053	0.001058	2.65	0.0053
3	0.001892	2.65	0.0053	0.002037	2.65	0.0053
4	0.002904	2.65	0.0053	0.003124	2.65	0.0053
5	0.003915	2.65	0.0053	0.004293	2.65	0.0053
6	0.004901	2.65	0.0053	0.005442	2.65	0.0053
7	0.005742	2.65	0.0053	0.00672	2.65	0.0053

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula es $\Delta R = 0.002 \cdot h_i$, donde:

- R: Coeficiente de reducción o Factor de modificación de respuesta
- Δ_e : Desplazamiento elástico
- Δ_i : Desplazamiento inelástico
- ΔR : Desplazamiento relativo máximo

La **distorsión de entre piso** según el Instituto Nacional de Normalización (2012), se halla mediante el cortante dado por el espectro tanto en X e Y, como el periodo es el mismo para los dos sentidos usamos solo uno para nuestros cálculos, para ello entramos al ETABS, control + T, seguimos Table → Analysis → Result → Displacements → Diaphragm Center of Mass Displacements, extraemos los datos para luego ordenarlos en la ficha técnica N°2 de distorsión de entre piso.

Tabla 21. Distorsión elástica de entre piso según Nch.433.

N° Piso	Δ_{ex}	h_i	δ_{ex}	δ_{max}	Δ_{ey}	h_i	δ_{ey}	δ_{max}
1	0.00034	2.4	0.00014	2‰	0.00033	2.4	0.00091	2‰
2	0.00104	2.65	0.00027	2‰	0.00106	2.65	0.00176	2‰
3	0.00189	2.65	0.00032	2‰	0.00204	2.65	0.00235	2‰
4	0.0029	2.65	0.00038	2‰	0.00312	2.65	0.0026	2‰
5	0.00392	2.65	0.00038	2‰	0.00429	2.65	0.00281	2‰
6	0.0049	2.65	0.00037	2‰	0.00544	2.65	0.00276	2‰
7	0.00574	2.65	0.00032	2‰	0.00672	2.65	0.00304	2‰

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula es $\delta_{ex} = (\Delta_{ex1} - \Delta_{ex0}) / (h_i)$ o más general $\delta_{ex} = (\Delta_{ex(n)} - \Delta_{ex(n-1)}) / (h_i)$.

La **fuerza cortante** según el Instituto Nacional de Normalización (2012), se calcula en el punto 6.2.3. de la norma chilena, donde en la parte estática, y dinámica se mostró el paso para hallarlos, en este caso mostraremos los resultados en la ficha técnica N° 3, para el caso de la norma chilena el cortante estático es igual que el cortante dinámico pues el C_{max} así como el cortante máximo para este caso no deben ser mayores a un valor establecido mediante la norma.

Tabla 22. Cortante estático, dinámico y de diseño según Nch.433.

Sentido	$V_{estático}$	$V_{dinámico}$	$V_{diseño}$
	tonf	tonf	tonf
X	146.1185	134.0127	146.1185
Y	146.1185	157.5495	146.1185

Fuente: Elaboración propia.

El **periodo** vas a Choose Tables → Analysis → Result → Modal Results → Modal Direction Factors dentro del software ETABS, para hallar los modos de vibración de cada periodo, así como los valores de participación, todos los datos son ordenados dentro la ficha técnica N°4 para ver como vibra casa modo en su periodo.

Tabla 23. Periodos Nch.433.

Modo	Ux	Uy	Uz	Periodo
1	0.301	0.329	0.37	Z
2	0.406	0.574	0.02	Y
3	0.295	0.095	0.61	Z
4	0.352	0.241	0.406	Z
5	0.339	0.65	0.011	Y
6	0.395	0.186	0.419	Z
7	0.305	0.114	0.581	Z
8	0.414	0.154	0.432	Z
9	0.308	0.685	0.006	Y
10	0.267	0.409	0.324	Y
11	0.404	0.145	0.451	Z
12	0.387	0.164	0.449	Z
13	0.255	0.734	0.011	Y
14	0.322	0.106	0.572	Z
15	0.349	0.178	0.473	Z
16	0.24	0.758	0.002	Y
17	0.307	0.263	0.43	Z
18	0.26	0.605	0.135	Y
19	0.246	0.742	0.012	Y
20	0.347	0.099	0.554	Z
21	0.37	0.089	0.54	Z

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Ux, Uy y Uz: Valor de los periodos

Periodo: Sentido del modo con mayor masa trasnacional.

El **momento flector máximo en vigas** lo calculamos viendo que viga en el modelo recibe la mayor luz, con lo cual tendrá el máximo momento flector, para ello escojamos en nivel 6 en la viga en el eje 3 - AE, el **momento flector** Min = - 16.7941 tonf-m y Max = 10.9219 tonf-m, también el **cortante** Max = 9.5670 tonf y Min = -12.3431 tonf.

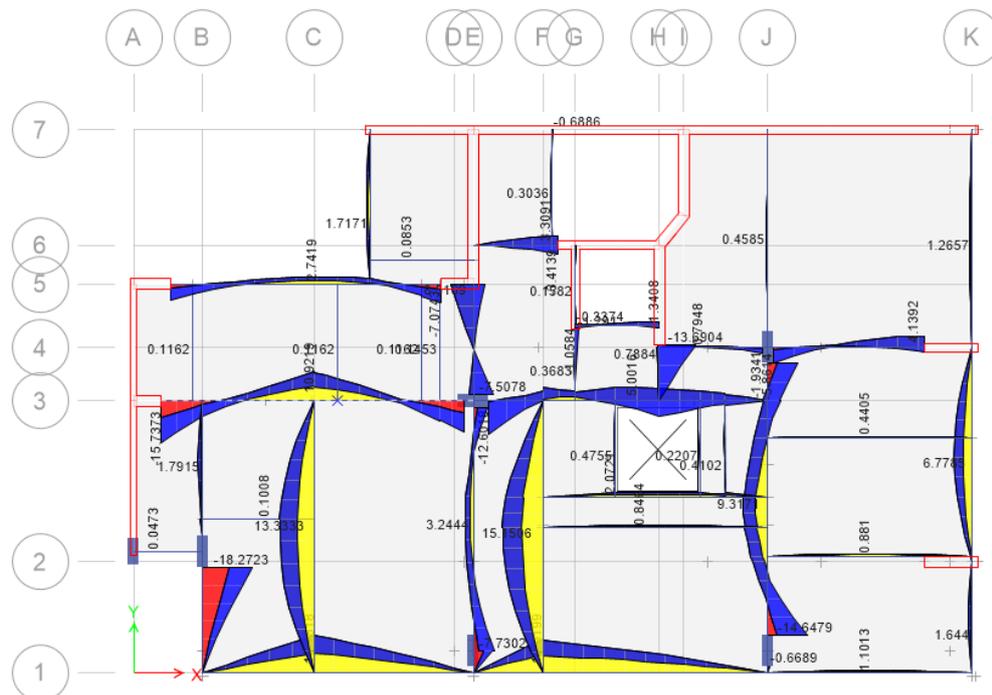


Figura 63: Momento flector máximo en vigas en general del nivel 6, según Nch.433.

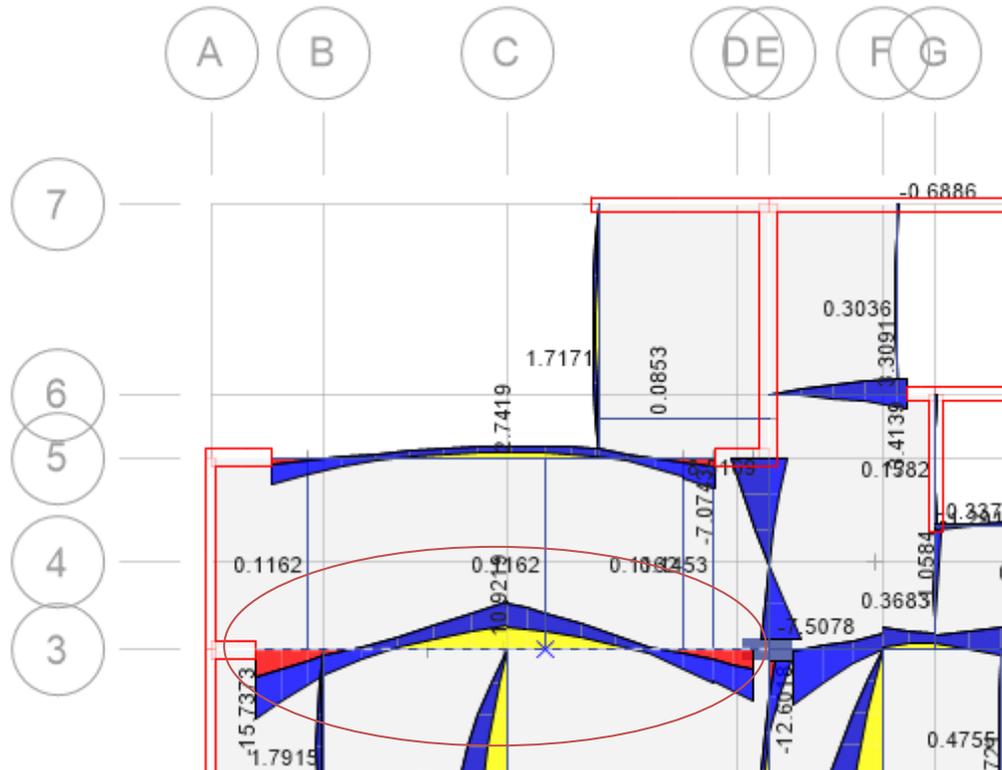


Figura 64. Momento flector en la viga de eje 3-AE, según Nch.433.

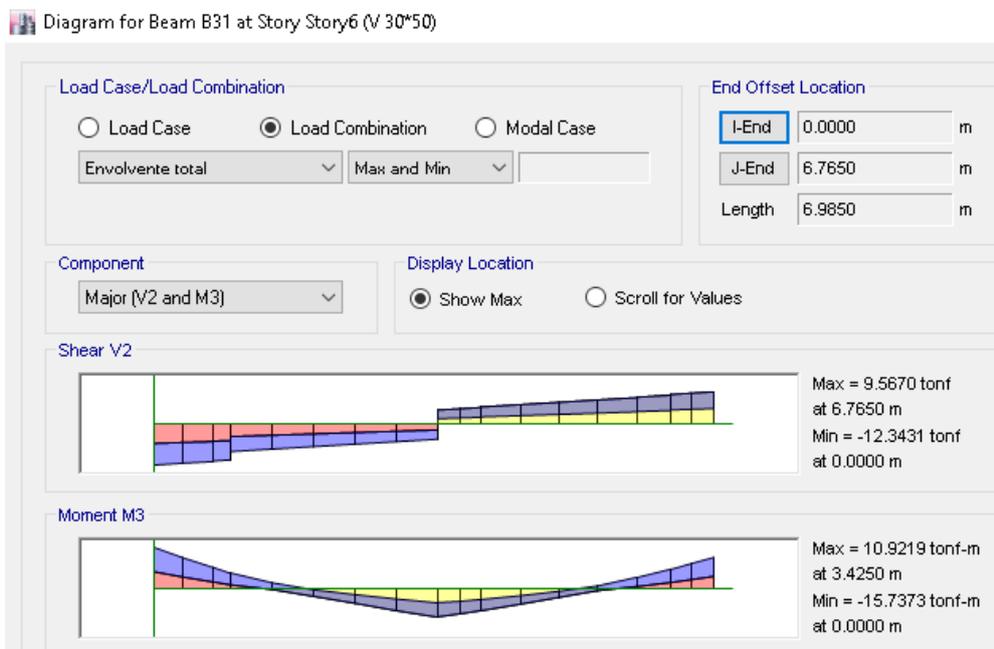


Figura 65. Vista de momento flector y de corte de la viga de eje 3-AE, según Nch.433.



Figura 66. Momento de corte (V) en las vigas en general del nivel 6, según Nch.433.

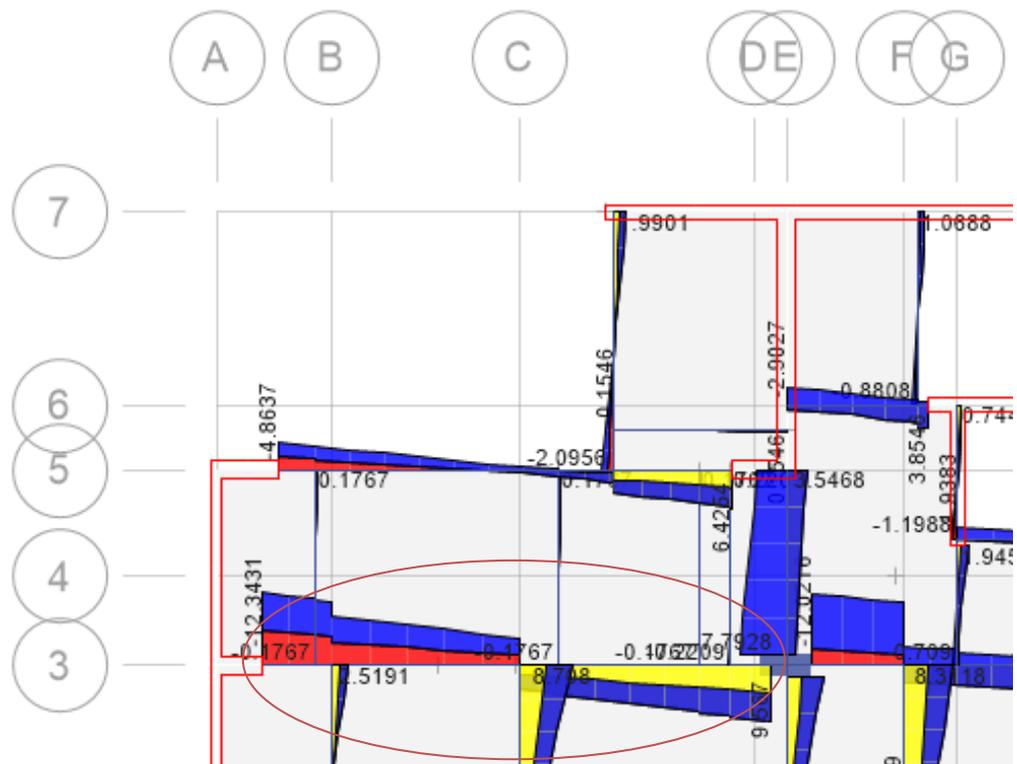


Figura 67. Momento de corte (V) en la viga de eje 3-AE, según Nch.433.

El **esfuerzo axial** en columnas es el mismo valor de 120.3850 tonf, porque este depende del peso, sería el mismo paso que la norma peruana.

Para hallar la **fuerza cortante** en placas utilizamos la fuerza cortante máxima en placas, la encontramos en el sentido Y, en el nivel 2 con una fuerza cortante de 167.804 tonf.

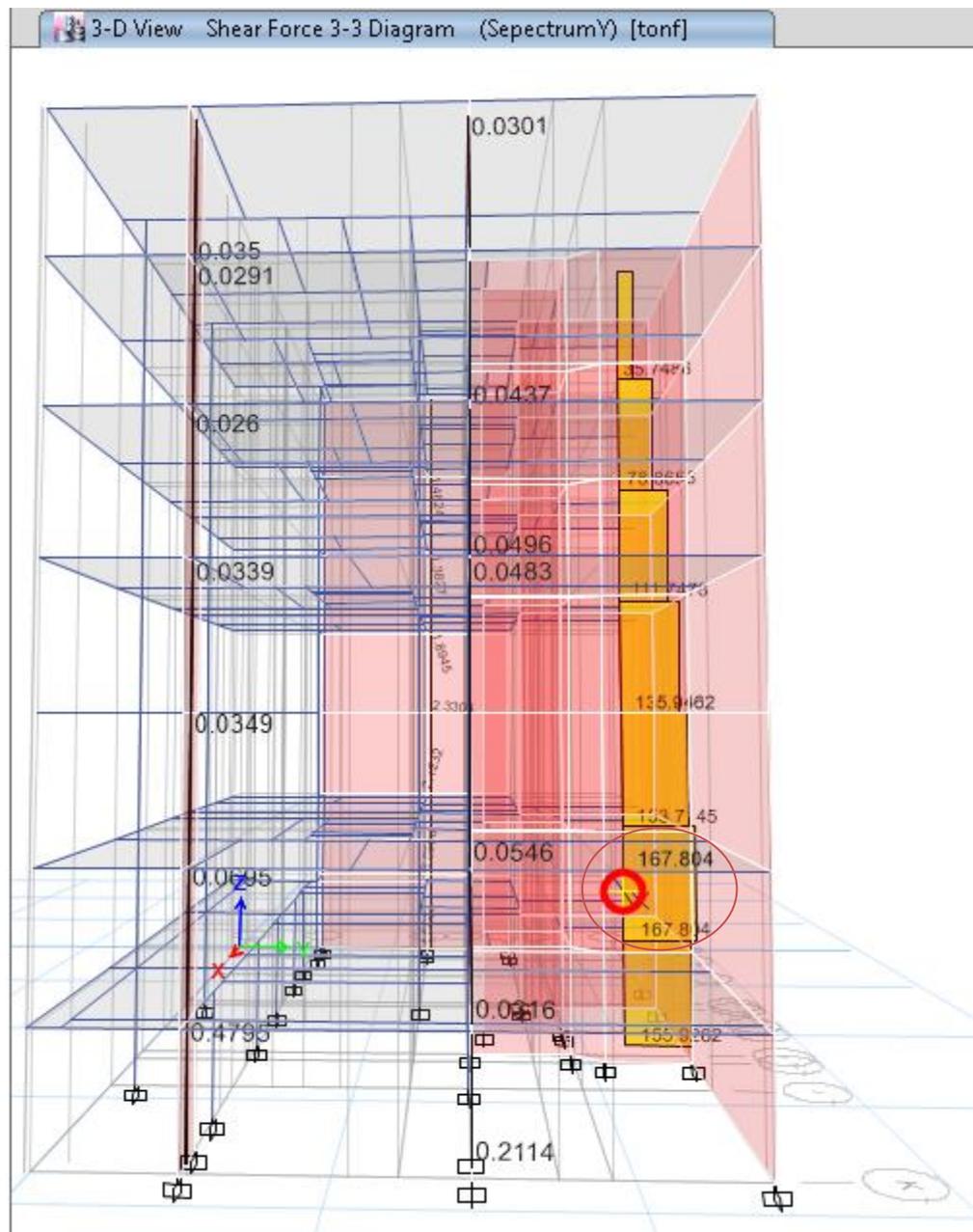


Figura 68. Vista en 3D del máximo cortante en P2 en el sentido Y, con la Nch.433.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Indicador N°1: Desplazamientos laterales

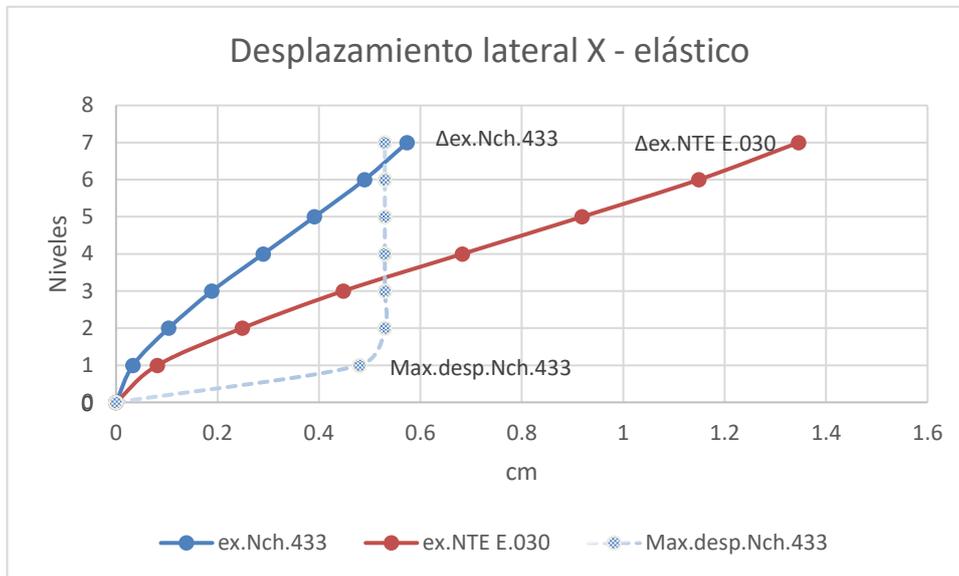


Figura 69: Desplazamiento lateral X-X elástico según la NTE.030 y Nch.433.

Según la figura 69, se puede observar que el desplazamiento máximo con la norma chilena Nch.433 es 0.57 cm excediéndose el límite permisible de 0.53 cm, también se puede observar que el desplazamiento máximo con la norma NTE E.030 es 1.34 cm, no existiendo en esta norma límites permisibles, Así mismo la relación porcentajes de desplazamientos máximos es de $[(1.34-0.57) / 0.57] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 134.41%.

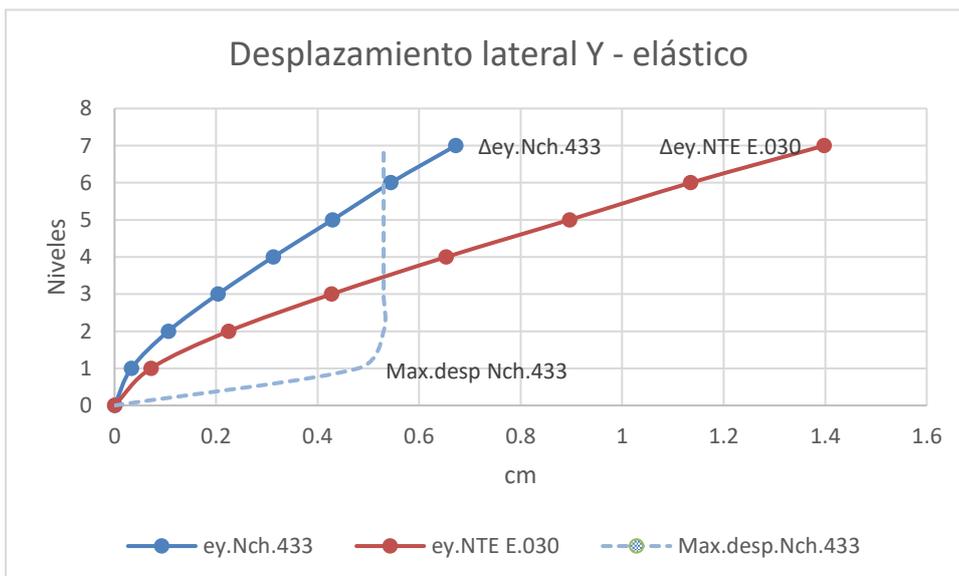


Figura 70: Desplazamiento lateral Y-Y elástico según la NTE.030 y Nch.433.

Según la figura 70, se puede observar que el desplazamiento máximo con la norma chilena Nch.433 es 0.67 cm excediéndose el límite permisible de 0.53 cm, también se puede observar que el desplazamiento máximo con la norma peruana NTE E.030 es 1.39 cm, no existiendo en esta norma límites permisibles. Así mismo la relación porcentajes de desplazamientos máximos es de $[(1.39-0.67) / 0.67] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 108.03%.

3.2. Indicador N°2: Distorsión de entre piso

Tabla 24. Distorsión elástica de entre piso según NTE E.030.

N° Piso	Δ_{ex}	Δ_{ey}	h_i	δ_{ex}	δ_{ey}
1	0.000818	0.000716	2.4	0.000341	0.000298
2	0.002490	0.002244	2.65	0.000631	0.000577
3	0.004481	0.004277	2.65	0.000751	0.000767
4	0.006831	0.006531	2.65	0.000887	0.000851
5	0.009191	0.008961	2.65	0.000891	0.000917
6	0.011494	0.01135	2.65	0.000869	0.000902
7	0.013460	0.01398	2.65	0.000742	0.000992

Fuente: Elaboración propia.

Para la comparación de distorsión entre la norma peruana y chilena, es necesario elaborar la tabla 24, para fines de ver resultados comparativos, en la distorsión elástica.

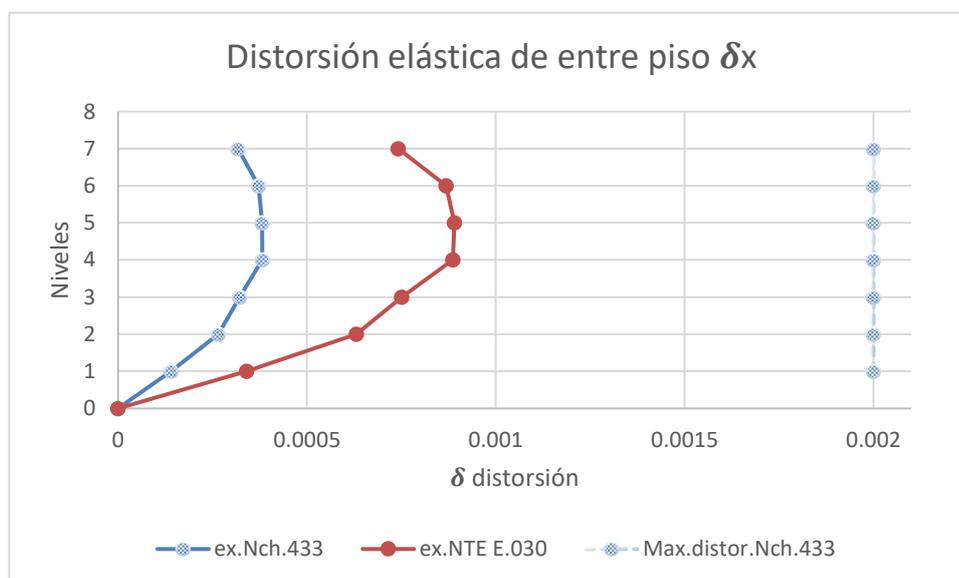


Figura71: Distorsión elástica de entre piso X-X según la NTE.030 y Nch.433.

Según la figura 71, se puede observar que la distorsión elástica máxima con la norma chilena Nch.433 es 0.0003818 no excediendo el límite permisible de 0.002, también se puede observar que la distorsión máxima con la norma peruana NTE E.030 es 0.0008905, no existiendo en esta norma límite permisible. Así mismo la relación porcentajes de distorsiones máximas es de $[(0.0008905 - 0.0003818) / 0.0003818] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 133.20%.

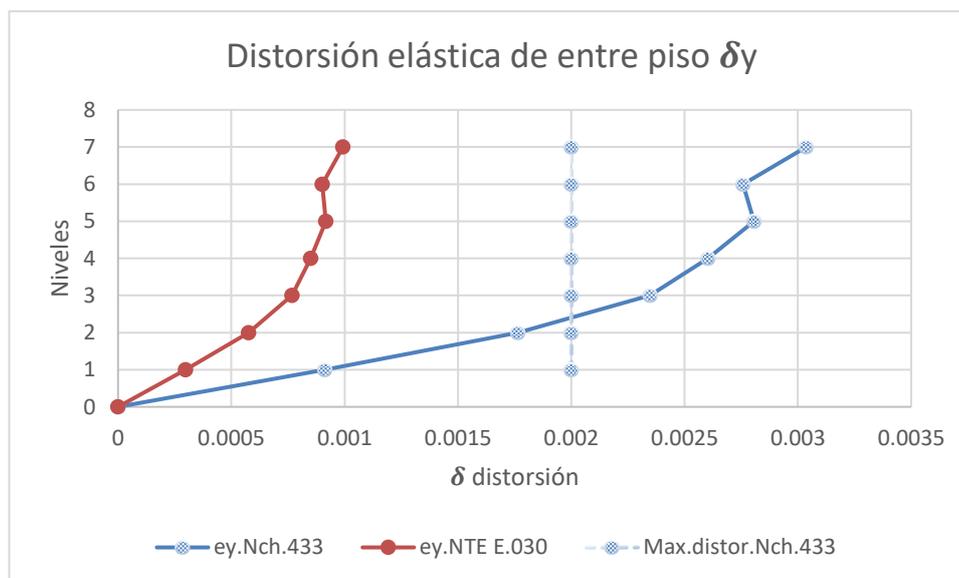


Figura72: Distorsión elástica de entre piso Y-Y según la NTE.030 y Nch.433.

Según la figura 72, se puede observar que la distorsión elástica máxima con la norma chilena Nch.433 es 0.003036 excediendo el límite permisible de 0.002, también se puede observar que la distorsión máxima con la norma peruana NTE E.030 es 0.0009924, no existiendo en esta norma límite permisible. Así mismo la relación porcentual de distorsiones máximas es de $(0.003036 - 0.0009924 / 0.0009924) * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 206%.

3.3. Indicador N°3: Fuerza cortante

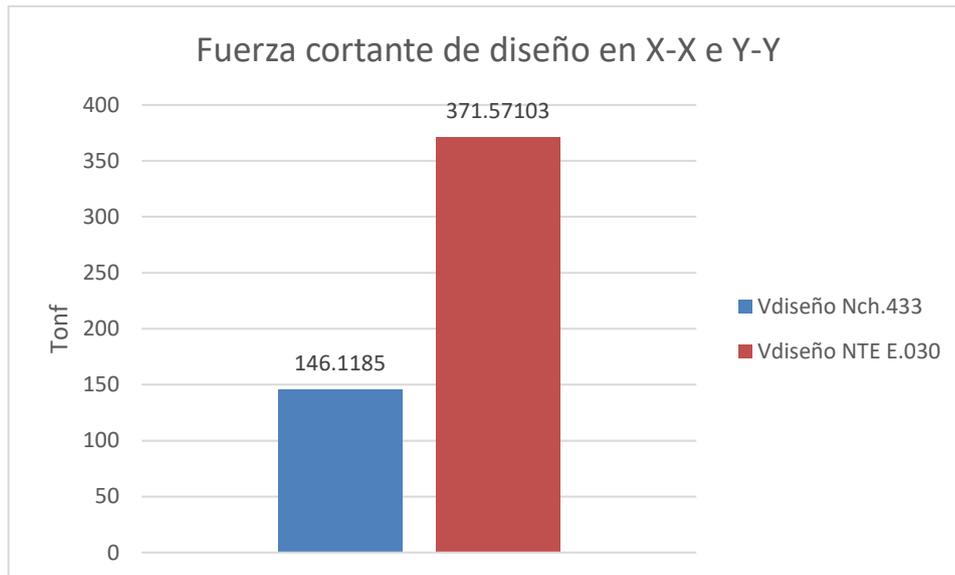


Figura 73: Fuerza cortante de diseño en X-X e Y-Y, según la NTE.030 y Nch.433.

Según la figura 73, se puede observar que la fuerza cortante de diseño con la norma Nch.433 es 146.1185 tonf, también se puede observar que la norma peruana NTE E.030 es 371.57 tonf. Así mismo la relación de porcentaje de cortante es de $[(371.57 - 146.1185) / 146.1185] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 154.29%.

3.4. Indicador N°4: Periodo

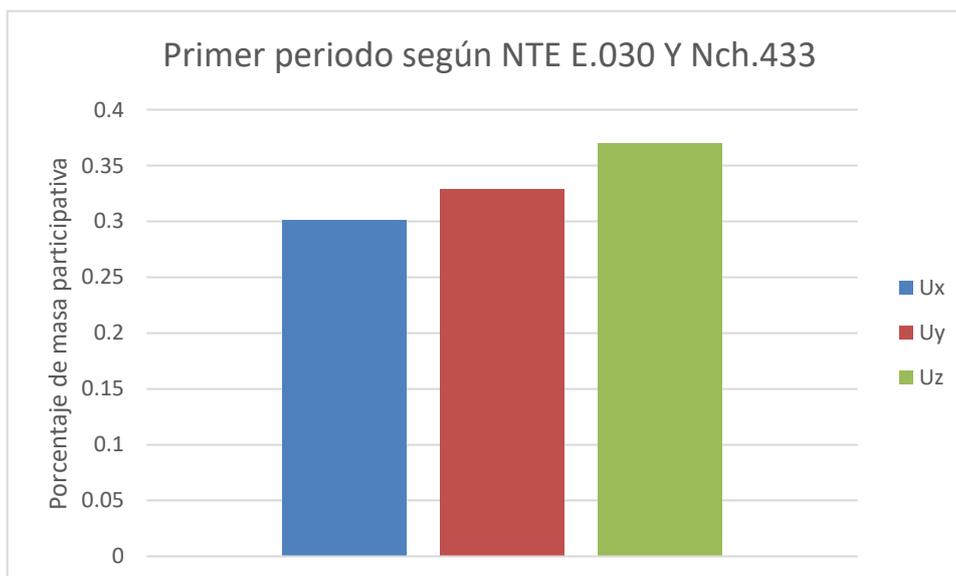


Figura 74: Primer periodo según NTE E.030 y Nch.433.

Según la figura 74, se puede observar que la mayor masa participativa es en el sentido Z, indicando rotación en el primer periodo, detectándose que el periodo fundamental es rotacional, siendo un comportamiento dinámico inadecuado.

Luego de la evaluación de los parámetros sísmicos se acepta la hipótesis, porque la normativa sismorresistente E.030 Perú presenta las mayores diferencias de respuesta sísmica, en **desplazamiento lateral** es mayor en 134.41% en X-X y en 108.03% en Y-Y, en **distorsión de entre piso** es mayor en 133.20% en X-X y 206% en Y-Y, en **fuerza cortante de diseño** es mayor en 154.29% y en **periodo** se mantiene igual porque es la misma edificación.

3.5. Indicador N°5: Momento flector máximo en vigas

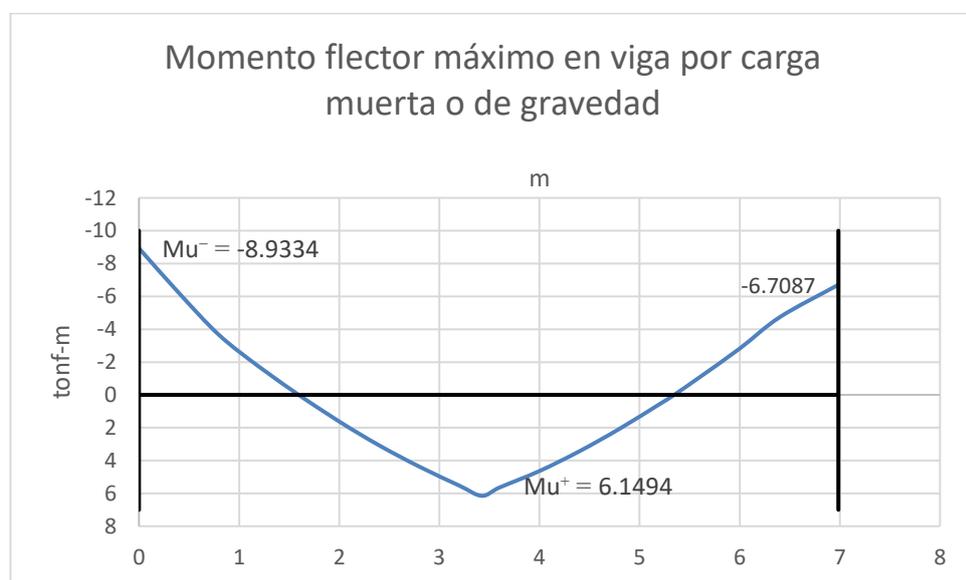


Figura 75: Momento flector máximo en viga por gravedad, nivel 6 en eje 3-AE, según NTE E.030Y Nch.433.

Según la figura 75, se puede observar que el máximo momento flector por carga de gravedad es -8.9334 tonf-m. Así mismo el valor será constante para la norma NTE E.030 y Nch.433 debido a que no hay modificaciones en peso de la edificación.

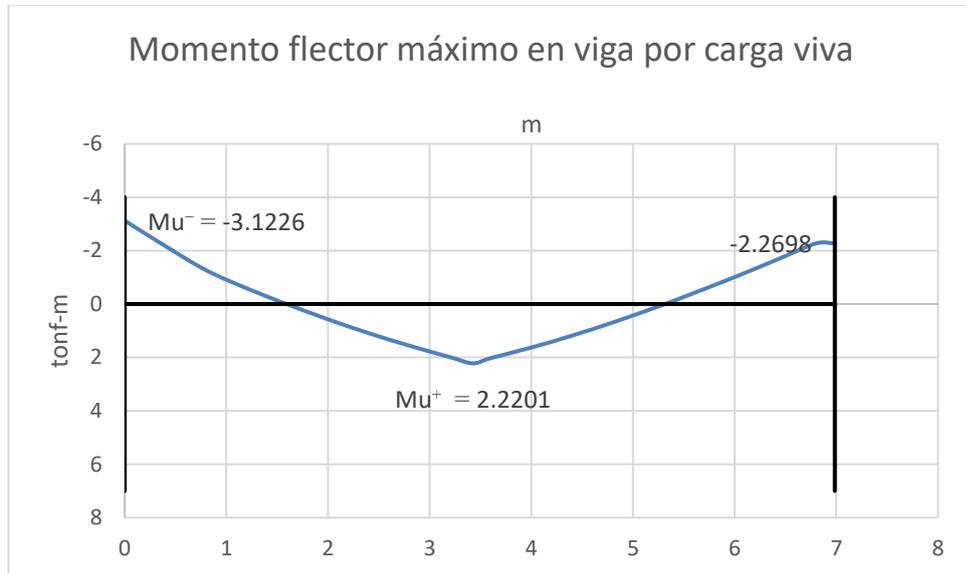


Figura 76: Momento flector máximo en viga por carga viva, nivel 6 en eje 3-AE.

Según la figura 76, se puede observar que el máximo momento flector por carga viva es -3.1226 tonf-m. Así mismo el valor será constante para la norma NTE E.030 y Nch.433 debido a que no hay modificaciones en la distribución de carga viva en la edificación.

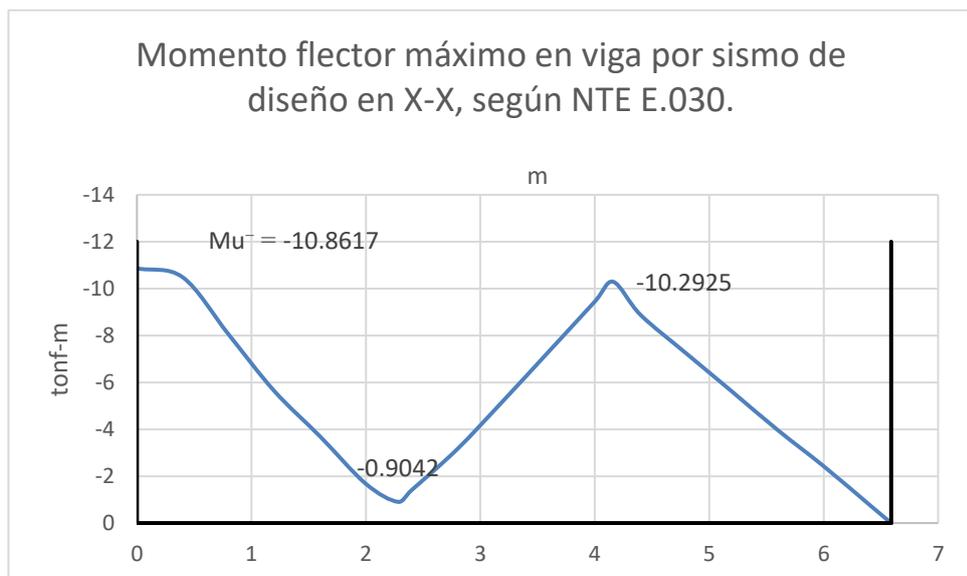


Figura 77: Momento flector máximo por sismo de diseño en X-X, según NTE E.030, nivel 6 en eje 3-EJ.

Según la figura 77, se puede observar que el máximo momento flector por sismo de diseño en X-X es -10.8617 tonf-m para la NTE E.030.

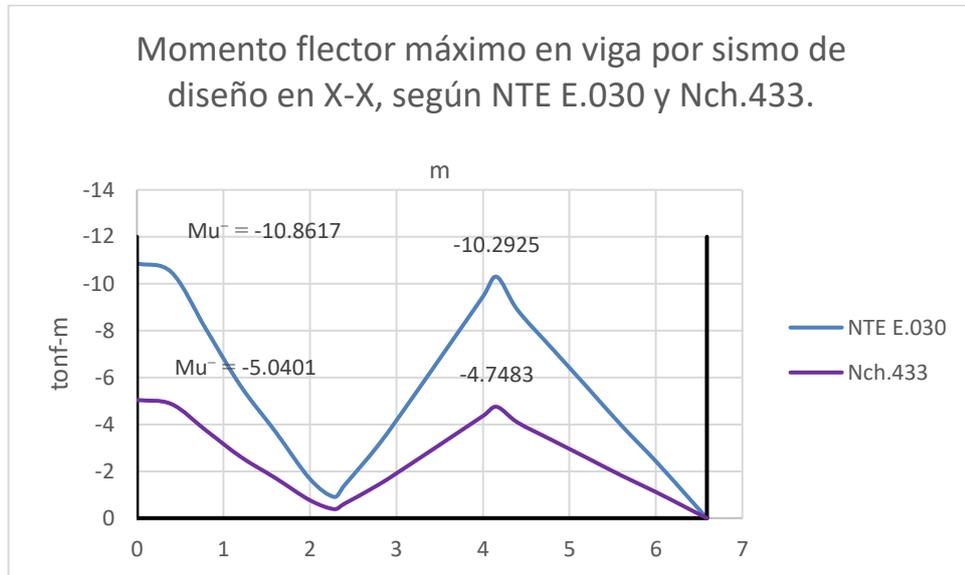


Figura 78: Momento flector máximo en viga por sismo de diseño en X-X, según la NTE E.030 y Nch.433, nivel 6 en eje 3-EJ.

Según la figura 78, se observa que el máximo momento flector por sismo de diseño en X-X con la norma chilena Nch.433 es -5.0401 tonf-m, también se puede observar que la norma peruana NTE E.030 es -10.8617 tonf-m. Así mismo la relación de porcentaje es de $[10.8617 - 5.0401) / 5.0401] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 115.51%

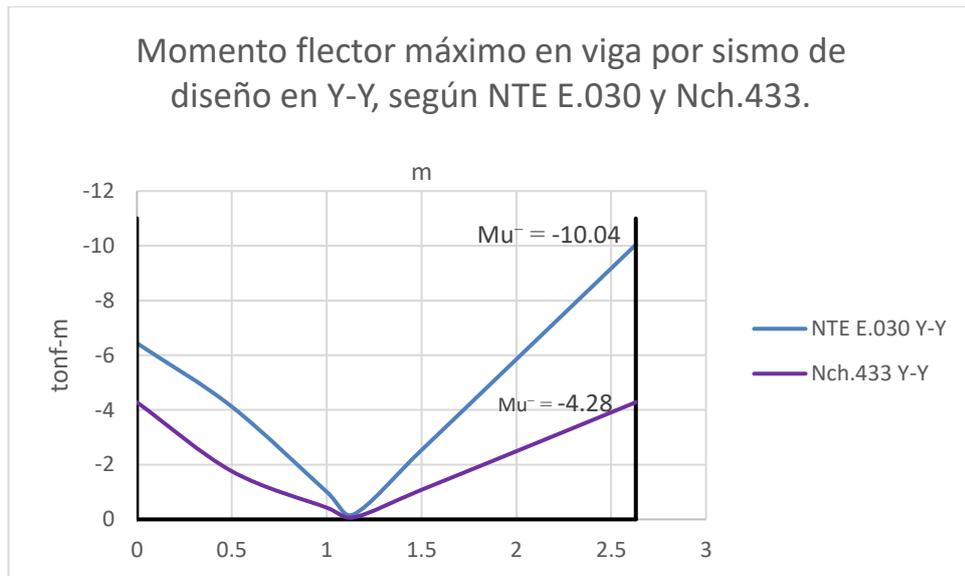


Figura 79: Momento flector máximo en viga por sismo de diseño en Y-Y, según la NTE E.030 y Nch.433 en el nivel 5 en eje 3,5 - E

Según la figura 79, se observa que el máximo momento flector por sismo de diseño en Y-Y con la norma chilena Nch.433 es -4.28 tonf-m, también se puede observar que la norma peruana NTE E.030 es -10.04 tonf-m. Así mismo la relación de porcentaje es de $[(10.04 - 4.28) / 4.28] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 134.57%.

3.6. Indicador N°6: Esfuerzo Axial en columnas.

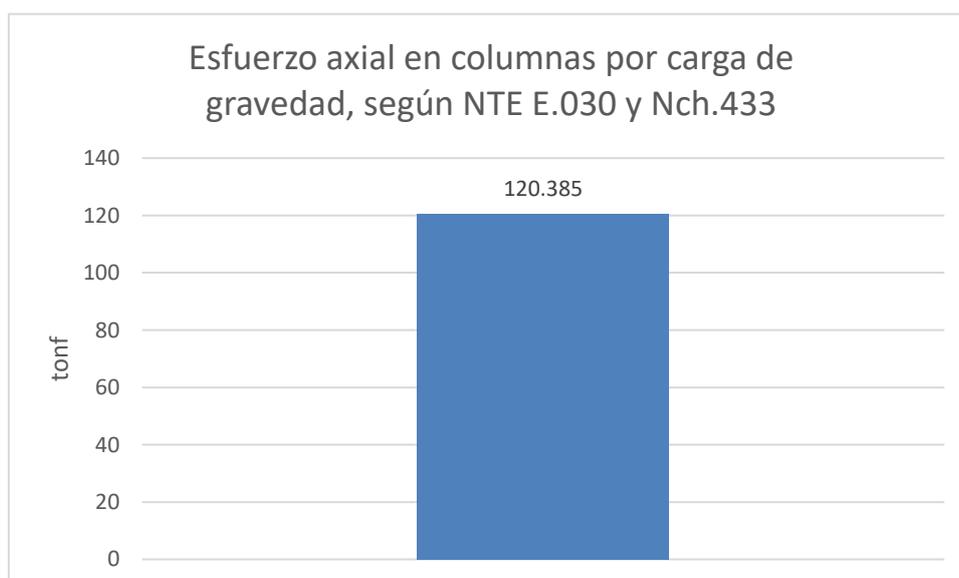


Figura 80: Esfuerzo axial en columna, según la NTE E.030 y Nch.433.

Según la figura 80, se puede observar que el máximo esfuerzo axial por carga de gravedad es 120.385 tonf. Así mismo el valor será constante para la norma NTE E.030 y Nch.433 debido a que no hay modificaciones en peso de la edificación.

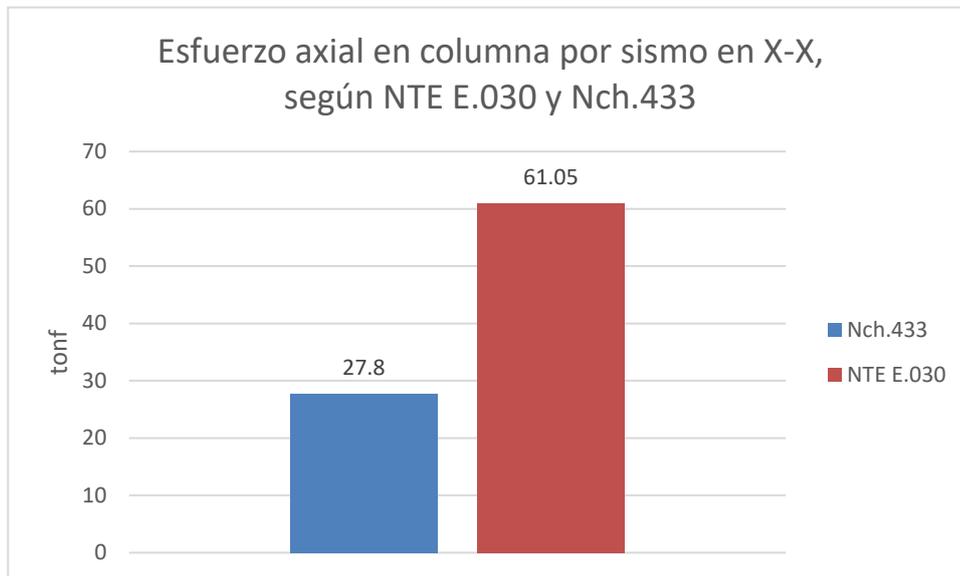


Figura 81: Esfuerzo axial en columna por sismo en X-X, según NTE E.030 y Nch.433.

Según la figura 81, se puede observar que el máximo esfuerzo axial por sismo en X-X para la norma Nch.433 es 27.8 tonf, para la norma NTE E.030 es 61.05 tonf. Así mismo la relación de porcentaje es de $[(61.05 - 27.8) / 27.8] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 119.6%.

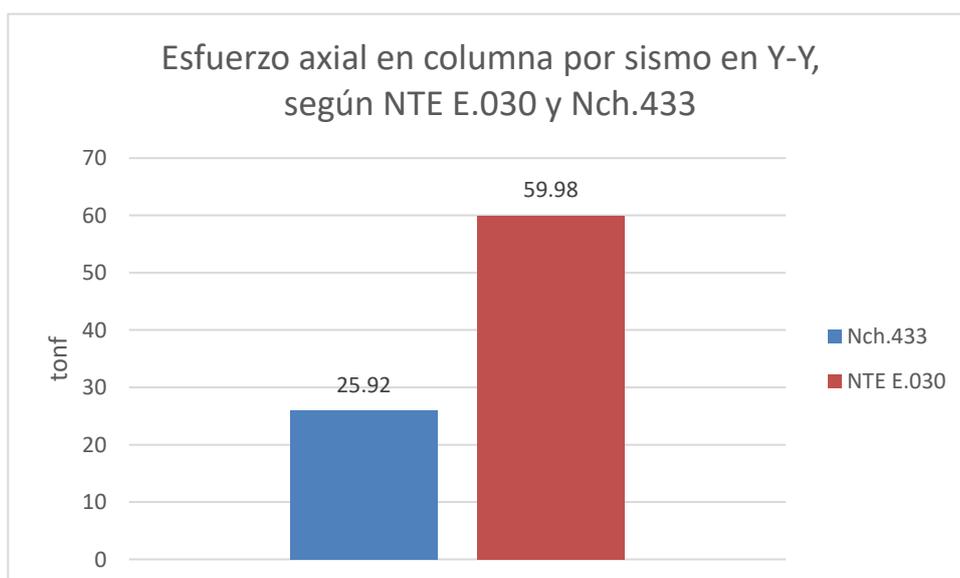


Figura 82: Esfuerzo axial en columna por sismo en Y-Y, según NTE E.030 y Nch.433.

Según la figura 82, se puede observar que el máximo esfuerzo axial por sismo en Y-Y para la norma Nch.433 es 25.92 tonf, para la norma NTE E.030 es 59.98 tonf. Así mismo la relación de porcentaje es de $[(59.98 - 25.92) / 25.92] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 131.4%.

3.7. Indicador N°7: Cortante en placas.

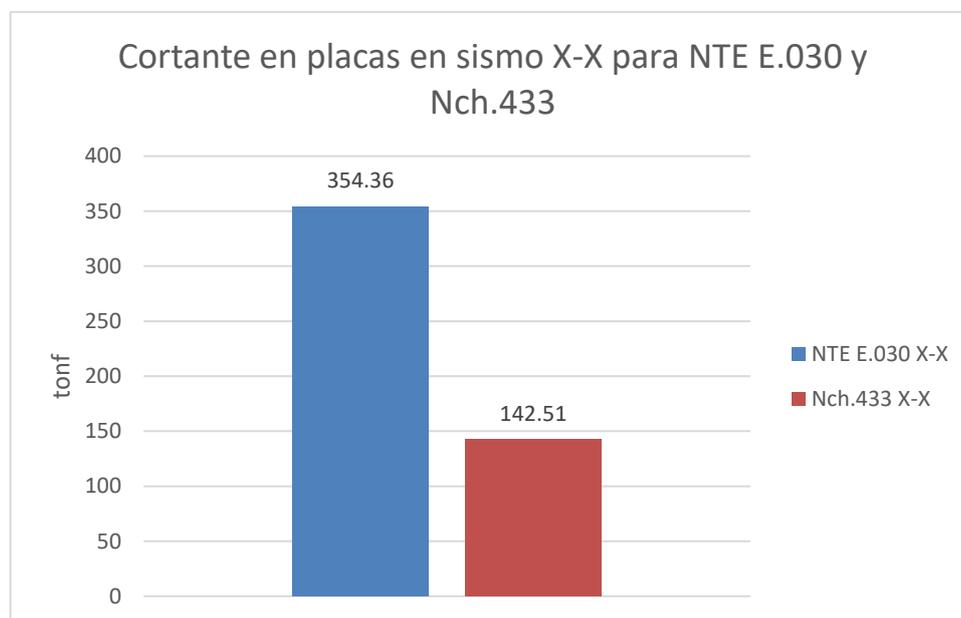


Figura 83: Esfuerzo cortante máximo en placas en sismo X-X según NTE E.030 y Nch.433.

Según la figura 83, se observa que el máximo esfuerzo cortante para el sismo X-X en placas con la norma chilena Nch.433 es 142.51 tonf, para la norma peruana NTE E.030 es 354.36 tonf. Así mismo la relación de porcentaje es de $[(354.36 - 142.51) / 142.51] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 148.65%.

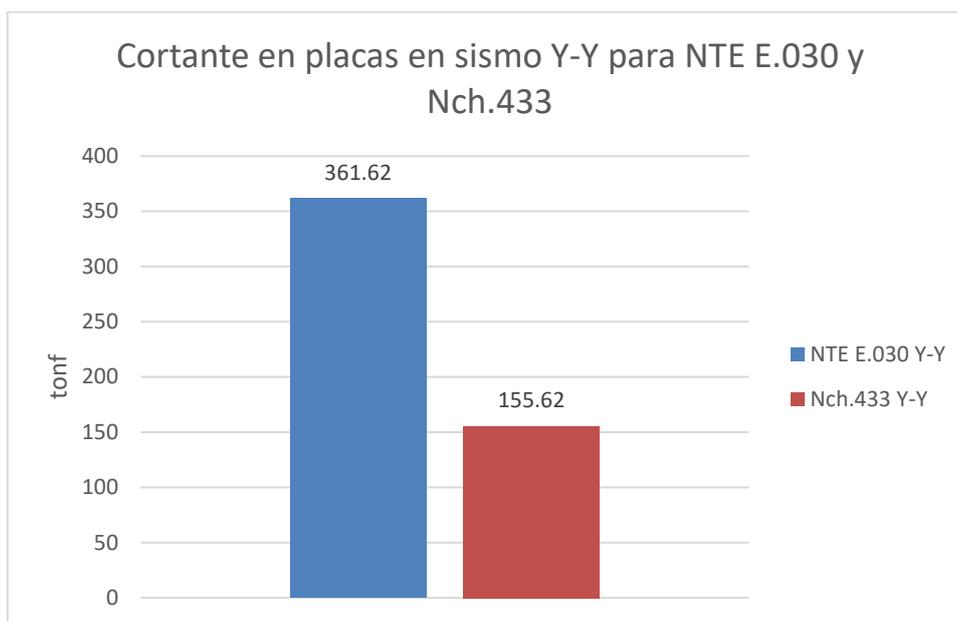


Figura 84: Esfuerzo cortante máximo en placas en sismo Y-Y según NTE E.030 y Nch.433.

Según la figura 84, se observa que el máximo esfuerzo cortante para el sismo X-X en placas con la norma chilena Nch.433 es 155.62 tonf, para la norma peruana NTE E.030 es 361.62 tonf. Así mismo la relación de porcentaje es de $[(361.62 - 155.62) / 155.62] * 100$, donde la norma peruana NTE E.030 es mayor a la chilena Nch.433 en 132.37%.

Luego de la evaluación de los **esfuerzos internos** se acepta la hipótesis, porque la normativa sismorresistente E.030 Perú presenta las mayores diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos, en **momento flector máximo** en viga es igual para carga de gravedad, pero por sismo de diseño es mayor en 115.51% en X-X y 134.57% en Y-Y, en **esfuerzo axial** en columnas es igual para carga de gravedad por ser la misma edificación, para carga de sismo en X-X es mayor en 119.6% y para la carga de sismo en Y-Y es mayor en 131.4%, en **cortante en placas**, para sismo en X-X es mayor en 148.65% y para sismo en Y-Y es mayor en 132.37%.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

- Según los resultados obtenidos en los **desplazamientos laterales**, se encontró en nuestro estudio que los desplazamientos laterales elásticos en el eje X-X es 0.57 cm para la Nch.433 y 1.34 cm para la NTE.030, en el eje Y-Y es 0.67 cm para la Nch.433 y 1.39 cm para la NTE E.030, según los resultados obtenidos en Mario, G. & Darwin, M. (2016), indica que los desplazamientos elásticos en X-X es 2.76 cm para la Nch.433 y 1.99 cm para la NTE E.030, en el eje Y-Y es 0.57 cm para la Nch.433 y 0.53 cm para la NTE E.030, estos resultados son diferentes porque la referencia utiliza la NTE E.030 del 2016 en comparación a la nuestra que se usó la NTE E.030 del 2019, así mismo tiene diferente ubicación (Cusco), tipo de suelo (NTE E.030 tipo S3 –Nch.433 Tipo D), lo cual genera un diferente tipo de espectro de diseño.
- Según los resultados obtenidos en **distorsión de entre piso**, se encontró en nuestro estudio la distorsión de entre piso elástico en el eje X-X es 0.0003818 para la Nch.433 y 0.0008905 para la NTE.030, en el eje Y-Y es 0.003036 para la Nch.433 y 0.0009924 para la NTE.030, según los resultados obtenidos en Mario, G. & Darwin, M. (2016), indica que distorsión de entre piso elástico en X-X es 0.0015 para la Nch.433 y 0.0012 para la NTE.030, en el eje Y-Y es 0.0003 para la Nch.433 y 0.0003 para la NTE E.030, estos resultados son diferentes porque en el estudio de referencia la altura total y de entre piso es mayor, también utiliza la NTE E.030 del 2016 en comparación a la nuestra que usa NTE E.030 del 2019,

así mismo tiene diferente ubicación, tipo de suelo, lo cual genera un diferente tipo de espectro de diseño.

- Según los resultados obtenidos en la **fuerza cortante basal**, se encontró en nuestro estudio que el sentido X-X e Y-Y comparten los mismos resultados que es 146.1185 tonf para la Nch.433 y 371.57 tonf para la NTE E.030, según los resultados obtenidos en Mario, G. & Darwin, M. (2016), indica que la fuerza cortante en X-X es 275.94 tonf para la Nch.433 y 236.15 tonf para NTE E.030, en el eje Y-Y es 211.66 tonf para la Nch.433 y 234.63 tonf para la NTE .030, estos resultados son diferentes porque, la referencia utiliza la NTE E.030 del 2016 en comparación a la nuestra que usa NTE E.030 del 2019, su estructura es regular, lo cual genera un R mayor para la NTE E.030 que permite un menor cortante, también considera su estructura como dual lo que permite en la norma chilena Nch.433 que no haya un factor de reducción f para la cortante y tiene mayor peso, así mismo nuestro estudio tiene una estructura irregular, lo que genera un R menor para la NTE E.030 que permite un mayor cortante, considera la estructura como de muros estructurales lo que permite en la norma chilena Nch.433 que presente un factor de reducción f que reduce el cortante, por ultimo también está relacionado al tipo de noma que tenemos pues la fuerza cortante basal depende de los límites máximos y mínimos de la misma.
- Según los resultados obtenidos en el **periodo**, se encontró en nuestro estudio que para X e Y comparten los mismos resultados que es 0.245 segundos para la norma chilena Nch.433 como para la norma peruana NTE E.030, por ser la misma estructura, según Mario, G. & Darwin, M. (2016), para X es 0.51 segundos y para

Y es 0.71 segundos, en la norma chilena Nch.433 como para la norma peruana NTE E.030, estos resultados son diferentes porque tanto el estudio de referencia como el nuestro, tienen diferente masa y rigidez, lo que indica que no depende del tipo de norma sino de la cantidad de peso, así como de la cantidad de placas o columnas que posea la edificación.

- Según los resultados obtenidos para el **momento flector máximo en vigas**, según nuestro estudio del análisis por sismo de diseño en X-X para la norma chilena Nch.433 el momento negativo es -10.86 tonf-m, para la norma peruana NTE E.030 el momento negativo es -5.04 tonf-m, según Rueda. E. (2008), para el sismo en X-X para la norma peruana NTE E.030 el momento negativo es -21.25 tonf-m, estos resultados son diferentes porque la tesis de referencia porque las dimensiones de los elementos donde se apoya la viga es mayor por lo que recibe mayor sismo, también se debe a que la norma peruana NTE E.030 usada es del año 2003, lo cual genera un diferente espectro de diseño, también para la referencia el cortante de diseño es mayor que la nuestra; para nuestro estudio usamos la norma peruana NTE E.030 del 2019, así como la norma chilena Nch.433 del 2012, donde cada uno de ellas genera diferente espectro de diseño, debido a que tiene menor cortante de diseño que el estudio de referencia.
- Según los resultados obtenidos para el **esfuerzo axial en columnas**, del análisis por sismo de diseño en X-X para la norma chilena Nch.433 el esfuerzo axial es 27.8 tonf, para la norma peruana NTE E.030 el esfuerzo axial es 61.05 tonf, para el análisis por sismo de diseño en Y-Y para la norma chilena Nch.433 el esfuerzo axial es 25.92 tonf, para la norma peruana NTE E.030 el esfuerzo axial es 59.98

tonf; según los resultados obtenidos en Maycol H. et al. (2018), del análisis por sismo de diseño en X-X en la columna C4, para la NTE E.E030 de 2003 el esfuerzo axial es 5.3 tonf, para la NTE E.E030 de 2016 el esfuerzo axial es 5.9 tonf; del análisis por sismo de diseño en Y-Y en la columna C2, para la NTE E.E030 de 2003 el esfuerzo axial es 10 tonf, para la NTE E.E030 de 2016 el esfuerzo axial es 11.3 tonf; estos resultados son diferentes porque el coeficiente de reducción sísmica para la tesis de referencia es mayor a la nuestra, lo cual genera un espectro de diseño mayor lo que se genera aumento en la carga axial por sismo.

- Según los resultados obtenidos para la máxima **cortante en placas**, según nuestro estudio del análisis por sismo de diseño en X-X para la norma chilena Nch.433 es 142.51 tonf, para la norma peruana NTE E.030 es 354.36 tonf, por sismo de diseño en Y-Y para la norma chilena Nch.433 es 155.62 tonf, para la norma peruana NTE E.030 es 361.62 tonf, según los resultados obtenidos en Maycol H. et al. (2018), del análisis por sismo de diseño en X-X para la norma peruana NTE E.030 del 2003 para la placa P3 es 17.4 tonf, para la placa P4 es 17.1 tonf, para la norma peruana NTE E.030 del 20016 para la placa P3 es 19.6 tonf, para la placa P4 es 19.2 tonf, por sismo de diseño en Y-Y para la norma peruana NTE E.030 del 2003 para la placa P3 es 125.9 tonf, para la placa P4 es 186.7 tonf, para la norma peruana NTE E.030 del 20016 para la placa P3 es 141.7 tonf, para la placa P4 es 210.1 tonf, los resultados son diferentes porque la disposición del sentido de las placas para la referencia solo están en Y-Y, en tal sentido en X-X los resultados salen bajos, además que la dimensión de las placas es mayor en nuestro estudio por lo tanto absorbe mayor cortante, así mismo también influye la

diferencia de años en la norma peruana que genera diferentes espectros de diseño, sumado a que la norma chilena Nch.433 tiene un diferente espectro.

4.2. Conclusiones

- De los resultados obtenidos se ha calculado que los parámetros sísmicos como; los **desplazamientos laterales** para la norma sismorresistente E.030 Perú son mayores que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, donde el máximo desplazamiento elástico es mayor en 134.41% en X-X y 108.03% en Y-Y, según la figura 69 y 70; las **distorsiones de entre piso** para la norma sismorresistente E.030 Perú son mayores que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, donde la máxima distorsión de entre piso es mayor en 133.20% en X-X y 206% en Y-Y, según la figura 71 y 72, la **fuerza cortante** para la norma sismorresistente E.030 Perú son mayores que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, donde la fuerza cortante de diseño es mayor en 154.29%, según la figura 73; el **periodo** para la norma sismorresistente E.030 Perú es igual que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, pues se trata de la misma edificación, según la figura 74. Determinándose que existe gran diferencia en los parámetros de respuesta sísmica entre la norma peruana NTE E.030 respecto de la norma chilena Nch.433.

- De los resultados obtenidos se ha determinado que los esfuerzos internos como; el **momento flector máximo en viga** para la norma sismorresistente E.030 Perú son mayores que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, donde por carga de gravedad son iguales, pero por sismo de diseño es mayor en 115.51% en X-X y 134.57% en Y-Y, según la figura 78 y 79; el **esfuerzo axial en columnas** para la norma sismorresistente E.030 Perú son mayores que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, donde por carga de gravedad son iguales, pero por sismo de diseño es mayor en 119.6% en X-X y 131.4% en Y-Y, según la figura 80, 81 y 82; la **cortante en placas** para la norma sismorresistente E.030 Perú son mayores que la norma sismorresistente Nch.433 Chile, donde por sismo de diseño es mayor en 148.65% en X-X y 132.37% en Y-Y, según las figuras 83 y 84. Determinándose que existe gran diferencia en los esfuerzos internos sísmicos entre la norma peruana NTE E.030 respecto de la norma chilena Nch.433
- De los resultados se determinó que las diferencias entre la respuesta sísmica con la NTE E.030 y Nch.433, son mayores con la NTE E.030 que con la Nch.433 en **desplazamientos laterales** en 134.11% en X-X y 108.03% en Y-Y, en **distorsiones de entre piso** en 133.20% en X-X y 206% en Y-Y, en **fuerza cortante** en 154.29%, en **momento flector máximo en viga** en 115.51% en X-X y 134.57% en Y-Y, en **esfuerzo axial en columnas** en 119.6% en X-X y 131.4% en Y-Y, en **cortante en placas** en 148.65% en X-X y 132.37% en Y-Y, en **periodo** son iguales; entonces en general existe una diferencia de aproximadamente 100% entre los parámetros de respuesta sísmica entre la norma peruana NTE E.30 y la norma chilena Nch.433, esto se presenta debido a que la norma peruana presenta parámetros normativos más conservadores.

REFERENCIAS

1. Bernal C. (2010). *Metodología de la investigación* (3° ed.). PEARSON EDUCACIÓN. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
2. Bernal C. (2016). *Metodología de la investigación* (4° ed.). PEARSON EDUCACIÓN.
3. Centro nacional de prevención y desastres (1991). *Simposium internacional seguridad sísmica en la vivienda económica*. (Diseño sísmico para edificios de Japón durante los últimos 100 años, págs.543-563)
4. Córdova, C. (2012, 15 de octubre). Seminario de promoción de la normatividad para el diseño y construcción de edificaciones seguras [Resumen de la presentación de la conferencia]. Lima, lima, Perú.
<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/TOTAL/11.%20NORMA%20E.030%20DISE%20C3%91O%20SISMORRESISTENTE.pdf>
5. Cuya, C. (2019). *Estudio comparativo de la respuesta estructural analítica del módulo sistémico 780 del I.E.S.T. la Cantuta, Seclla, Angaraes, Huancavelica, empleando los parámetros de diseño sismo-resistente de las normas E.030-2006 y E.030-2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional UPN <http://hdl.handle.net/11537/22039>

6. Cámara Peruana de la Construcción (2017, febrero). *Informe Económico de la Construcción*. N°12, 18. https://issuu.com/capeco.org/docs/iec12_0217/18
7. Delgado, L., & Ledesma, R. (2016). *Consideraciones para el análisis sísmico de edificios irregulares empleando direcciones principales* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de tesis UNAM https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000744389
8. Fernández, S., Mochizuki, H., Katada, S., Gamboa, E. (1991, 25 al 28 de febrero). *Seguridad sísmica en la vivienda económica* [Presentación de la conferencia]. Simposio internacional 1991, Distrito federal, MX, México.
9. Huamán H. (2005). Manual de técnicas de investigación conceptos y aplicaciones (2° ed.). IPLADEES S.A.C. https://es.slideshare.net/HctorGuillermoHuamnV/manual-de-tecnicas-de-investigacion-conceptos-y-aplicaciones?from_action=save
10. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Características de las viviendas particulares y los hogares* (Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/index.html

11. Instituto Nacional de Normalización (2012). *Diseño sísmico de edificios* (Norma Chilena oficial Nch433.Of1966 Modificada en 2012). <https://es.scribd.com/document/423437216/pdfslide-net-nch-433-of-1966-mod-2012-pdf>
12. Instituto Nacional de Estadísticas – Chile (2018, junio). *Síntesis de resultados* (Censo 2017) <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
13. Llanqui, F., & Cristian, E., & Delgado, A., & Brayan, I. (2015). *Evaluación sismorresistente por el método basado en fuerzas y el método basado en desplazamientos del proyecto “mejoramiento de servicios académicos en la formación básica, informática y virtual en las escuelas profesionales de la UNA – Puno”* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano Puno]. Repositorio de institucional UNA – PUNO <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2807>
14. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019, 12 de febrero). Resolución Ministerial N° 043-2019-VIVIENDA. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf

15. Mario, G. & Darwin, M. (2016). *Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso - deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios NCH 433.of1996 modificada en 2012*. [Tesis de licenciatura, Universidad Andina del Cusco]. Repositorio institucional UAC <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/722>
16. Maycol, H. & Leon, I. & Sergio, D. & Gutierrez, M. (2018). *Comparación estructural y económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la norma e.030 diseño sismorresistente*. [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de Tesis PUCP <http://hdl.handle.net/20.500.12404/10345>
17. Norma Chilena Oficial Nch1537.OF86 (1986). Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso. <https://www.udocz.com/pe/read/15165/nch-1537-of86-cargas-permanentes-y-sobrecargas-de-uso--1->
18. Ramírez, R., & Ulises, M., & Vásquez, R., & Roberto, C. (2017). *Criterios técnicos orientados a la elaboración de un código de diseño sísmico utilizando la metodología por desempeño basado en el método de análisis por desplazamientos para sistemas de marcos de concreto reforzado* [Tesis de maestría, Universidad de el Salvador]. Repositorio institucional U.A. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13360/>

19. Rueda, E. (2008). *Diseño de un edificio de concreto armado de cinco niveles*. [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de tesis <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1079>
20. Saez, J. (2011). *Normativa nacional antisísmica en materia de construcción. Bases y proyecciones* [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile]. Repositorio de tesis UCHILE <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111886>
21. Sampieri, RH (2014). *Metodología de la investigación* (6° ed). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
22. Tavera, H., Bernal, I., Gómez, J. (2010). *Zonificación sísmico - geotécnica para el centro histórico de lima*. http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Microzonificacion_lima_final_2010.pdf
23. Vargas C. & Zoila R. (2009). Sistema de Información Científica Redalyc Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica
24. Vargas C. & Zoila R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33 (1), 155-165, artículo 0379-7082. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=440/44015082010>

ANEXOS

ANEXO N°1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO: Evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile, para determinar diferencias de respuesta sísmica, Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
¿En que medida mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile se encuentran las diferencias de respuesta sísmica del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021?	Determinar mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile las diferencias de respuesta sísmica del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021	La evaluación mediante la normativa peruana presenta mayor diferencia de respuesta sísmica en el Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021	Variable independiente: Evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile		<p>Cortante "V" $V_e = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$</p> <p>Tipo de suelo (S1-S2-S3-S4) $\bar{V}_s \text{ (m/s), } q_u \text{ (kpa o kg/cm}^2\text{)}$</p> <p>Aceleración espectral "Espectro de diseño" $S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g$</p> <p>Distorsión de entrepiso " δ " δ max: 0.007 (Concreto Armado) $\frac{\Delta}{h_{ei}} \cdot 0.75 R$ (Regulares) $\frac{\Delta}{h_{ei}} \cdot 0.85 R$ (Irregulares)</p>
P R O B L E M A G E N E R A L					

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO: Evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile, para determinar diferencias de respuesta sísmica, Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
<p>¿En que medida mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile se encuentran las diferencias de respuesta sísmica del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021?</p>	<p>Determinar mediante la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile las diferencias de respuesta sísmica del Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021</p>	<p>La evaluación mediante la normativa peruana presenta mayor diferencia de respuesta sísmica en el Edificio Camino del Parque - Lima, Perú - 2021</p>	<p>Variable independiente: Evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile</p>	<p>Norma Chilena NCh 433.of1996, mod.2012</p>	<p>Tipo de suelo SA-SB-SC-SD-SE-SF \bar{V}_s (m/s), q_u (kpa o kg/cm^2)</p> <p>Aceleración espectral "Espectro de diseño" $S_a = \frac{S_d \cdot A_0 \cdot \alpha}{R^* / I}$</p> <p>Cortante $Q_{0e} = C \cdot I \cdot P$</p> <p>Distorsión de entrepiso " δ'' $\delta \max \leq 0.002 \cdot hei$ $\frac{\Delta}{(hei)^2} \leq 0.002$ (Sin torsión) $\frac{\Delta}{(hei)^2} \leq 0.001$ (Con torsión) $\frac{\Delta}{hei} \cdot (2/3) \cdot (R^*)$ (Regulares o Irregulares)</p>
P R O B L E M A G E N E R A L					

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: Evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile, para determinar diferencias de respuesta sísmica, Edificio Camino del Parque- Lima, Perú-2021						
	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
ESPELFIEMAO 1	¿De que manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los parámetros sísmicos del Edificio Camino del Parque- Lima, Perú-2021?	Calcular de que manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los parámetros sísmicos del Edificio Camino del Parque- Lima, Perú-2021	La evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú presenta las mayores diferencias de respuesta sísmica en relación a los parámetros sísmicos	Variable dependiente: Diferencias de respuesta sísmica	Parámetros sísmicos	Desplazamientos laterales
						Distorsiones de entrepiso - deriva
ESPELFIEMAO 2	¿De que manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos del Edificio Camino del Parque- Lima, Perú-201?	Determinar de que manera la evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú y Nch.433 Chile permiten determinar diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos del Edificio Camino del Parque- Lima, Perú-2021	La evaluación normativa sismorresistente NTE E.030 Perú presenta las mayores diferencias de respuesta sísmica en relación a los esfuerzos internos		Esfuerzos internos	Momento Flector máximo en vigas
						Esfuerzo Axial en columnas
						Fuerza cortante en placas

ANEXO N°2: DESPLAZAMIENTO LATERAL

Ficha técnica N° 1

Indicador: Desplazamiento lateral

N° Piso	NTE - 030							Nch.433						
	Rx	Ry	Δ_{ex}	Δ_{ey}	Δ_{ix}	Δ_{iy}	Δ_{ex}	h_i	Δ_{RxMax}	Δ_{ey}	h_i	Δ_{RyMax}		
1	3.6	3.6	0.000818	0.000716	0.002503	0.002191	0.000336	2.4	0.0048	0.000332	2.4	0.0048		
2	3.6	3.6	0.00249	0.002244	0.007619	0.006867	0.00104	2.65	0.0053	0.001058	2.65	0.0053		
3	3.6	3.6	0.004481	0.004277	0.013712	0.013088	0.001892	2.65	0.0053	0.002037	2.65	0.0053		
4	3.6	3.6	0.006831	0.006531	0.020903	0.019985	0.002904	2.65	0.0053	0.003124	2.65	0.0053		
5	3.6	3.6	0.009191	0.008961	0.028124	0.027421	0.003915	2.65	0.0053	0.004293	2.65	0.0053		
6	3.6	3.6	0.011494	0.01135	0.035172	0.034731	0.004901	2.65	0.0053	0.005442	2.65	0.0053		
7	3.6	3.6	0.01346	0.01398	0.041188	0.042779	0.005742	2.65	0.0053	0.00672	2.65	0.0053		

NTE- 0.30	$\Delta_i = 0.85 \cdot R \cdot \Delta_e$
NCH.433	$\Delta_R = 0.002 \cdot h_i$

R	Coefficiente de reducción o Factor de modificación de respuesta
Δ_e	Desplazamiento elástico
Δ_i	Desplazamiento inelástico
Δ_R	Desplazamiento relativo máximo

$\Delta_{max.}$	NTE - 030		Nch.433	
	Δ_{ex}	Δ_{ey}	Δ_{ex}	Δ_{ey}
	0.009191	0.008961	0.005742	0.00672

ANEXO N°3: DISTORSIÓN DE ENTRE PISO

Ficha técnica N° 2

Indicador: Distorsión de entre piso

N° Piso	NTE - 030							Nch.433								
	Δ_{ix}	h_i	δ_{ix}	δ_{max}	Δ_{iy}	h_i	δ_{iy}	δ_{max}	Δ_{ex}	h_i	δ_{ex}	δ_{max}	Δ_{ey}	h_i	δ_{ey}	δ_{max}
1	0.0025	2.4	0.00104	7‰	0.00219	2.4	0.00091	7‰	0.00034	2.4	0.00014	2‰	0.00033	2.4	0.00091	2‰
2	0.00762	2.65	0.00193	7‰	0.00687	2.65	0.00176	7‰	0.00104	2.65	0.00027	2‰	0.00106	2.65	0.00176	2‰
3	0.01371	2.65	0.0023	7‰	0.01309	2.65	0.00235	7‰	0.00189	2.65	0.00032	2‰	0.00204	2.65	0.00235	2‰
4	0.0209	2.65	0.00271	7‰	0.01998	2.65	0.0026	7‰	0.0029	2.65	0.00038	2‰	0.00312	2.65	0.0026	2‰
5	0.02812	2.65	0.00273	7‰	0.02742	2.65	0.00281	7‰	0.00392	2.65	0.00038	2‰	0.00429	2.65	0.00281	2‰
6	0.03517	2.65	0.00266	7‰	0.03473	2.65	0.00276	7‰	0.0049	2.65	0.00037	2‰	0.00544	2.65	0.00276	2‰
7	0.04119	2.65	0.00227	7‰	0.04278	2.65	0.00304	7‰	0.00574	2.65	0.00032	2‰	0.00672	2.65	0.00304	2‰

$$\delta_{ix} = (\Delta_{ix1} - \Delta_{ix0}) / (h_i)$$

$$\delta_{ix} = (\Delta_{ix(n)} - \Delta_{ix(n-1)}) / (h_i)$$

Δ_i	Desplazamiento inelástico
h_i	Altura de piso
δ_i	Distorsión inelástica
δ_e	Distorsión elástica
δ_{max}	Distorsión máxima

ANEXO N°4: FUERZA CORTANTE

Ficha técnica N° 3

Indicador: Fuerza cortante

NTE - 030

	V _{estático} (tonf)	V _{dinámico} (tonf)	V _{diseño} (tonf)
X	412.8567	187.13	371.57103
Y	412.8567	209.4898	371.57103

⇒

V_x = 371.57 tonf

⇒

V_y = 371.57 tonf

Nch.433

	V _{estático} (tonf)	V _{dinámico} (tonf)	V _{diseño} (tonf)
X	146.1185	134.0127	146.1185
Y	146.1185	157.5495	146.1185

⇒

V_x = 146.1185 tonf

⇒

V_y = 146.1185 tonf

ANEXO N°5: PERIODO

Ficha técnica N° 4

Indicador: Periodo

Norma	Periodo real	Periodo teórico
NTE - 030	0.245	0.3092
Nch.433	0.245	0.329

NTE - 030				
Modo	Ux	Uy	Uz	Periodo
1	0.301	0.329	0.37	Z
2	0.406	0.574	0.02	Y
3	0.295	0.095	0.61	Z
4	0.352	0.241	0.406	Z
5	0.339	0.65	0.011	Y
6	0.395	0.186	0.419	Z
7	0.305	0.114	0.581	Z
8	0.414	0.154	0.432	Z
9	0.308	0.685	0.006	Y
10	0.267	0.409	0.324	Y
11	0.404	0.145	0.451	Z
12	0.387	0.164	0.449	Z
13	0.255	0.734	0.011	Y
14	0.322	0.106	0.572	Z
15	0.349	0.178	0.473	Z
16	0.24	0.758	0.002	Y
17	0.307	0.263	0.43	Z
18	0.26	0.605	0.135	Y
19	0.246	0.742	0.012	Y
20	0.347	0.099	0.554	Z
21	0.37	0.089	0.54	Z

Nch.433				
Modo	Ux	Uy	Uz	Periodo
1	0.301	0.329	0.37	Z
2	0.406	0.574	0.02	Y
3	0.295	0.095	0.61	Z
4	0.352	0.241	0.406	Z
5	0.339	0.65	0.011	Y
6	0.395	0.186	0.419	Z
7	0.305	0.114	0.581	Z
8	0.414	0.154	0.432	Z
9	0.308	0.685	0.006	Y
10	0.267	0.409	0.324	Y
11	0.404	0.145	0.451	Z
12	0.387	0.164	0.449	Z
13	0.255	0.734	0.011	Y
14	0.322	0.106	0.572	Z
15	0.349	0.178	0.473	Z
16	0.24	0.758	0.002	Y
17	0.307	0.263	0.43	Z
18	0.26	0.605	0.135	Y
19	0.246	0.742	0.012	Y
20	0.347	0.099	0.554	Z
21	0.37	0.089	0.54	Z

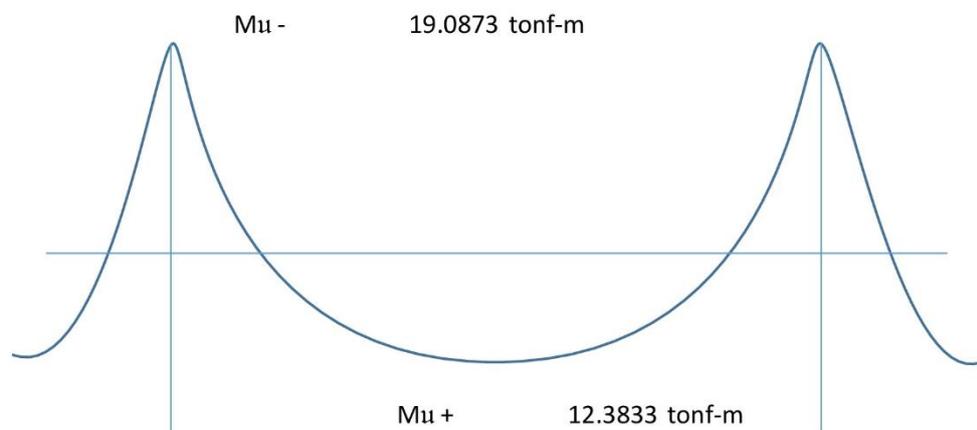
ANEXO N°6: MOMENTO FLECTOR MÁXIMO EN VIGAS

Ficha técnica N° 5

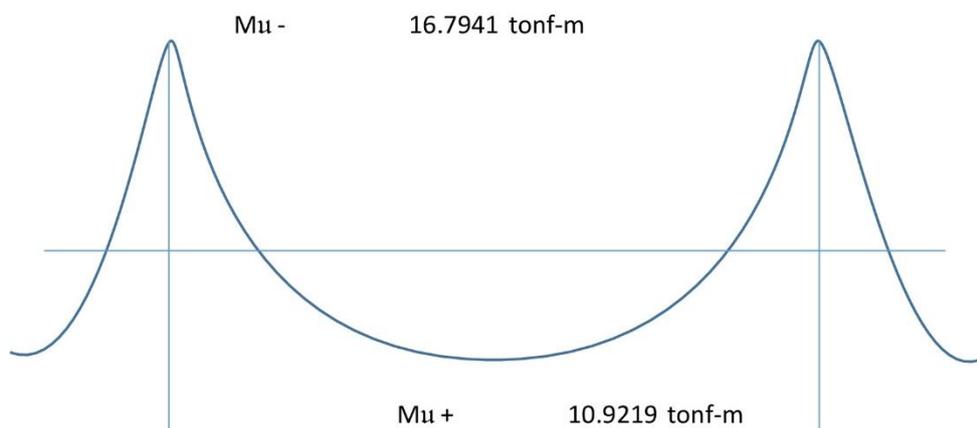
Indicador: Momento flector máximo en vigas

Nivel - Piso	6
Viga	B31
Dimensión	30 cm*50cm
Ejes	3 - AE

NTE - 030



Nch433



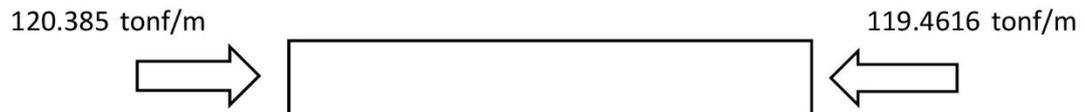
ANEXO N°7: ESFUERZO AXIAL EN COLUMNA.

Ficha técnica N° 6

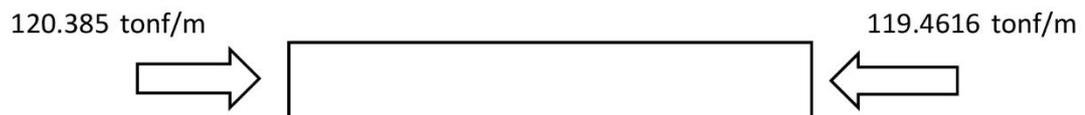
Indicador: Esfuerzo Axial en columna

Nivel - Piso	2
Columna	C17
Dimensión	30cm*67.5cm
Ejes	3 - E

NTE - 030



Nch.433



ANEXO N°8: CORTANTE EN PLACAS.

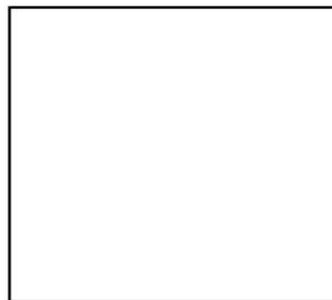
Ficha técnica N° 7

Indicador: Cortante en placas

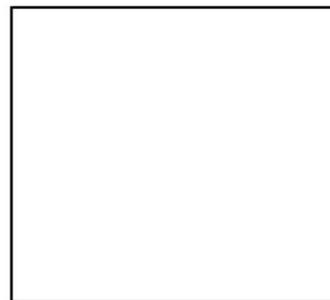
Placa	P2
Nivel - Piso	2

NTE - 030

Sismo	$V_{m\acute{a}xima}$	Unidad
X	354.36	tonf
Y	361.62	tonf



⇒
 V_x



⇒
 V_y

Nch.433

Sentido	$V_{m\acute{a}xima}$	Unidad
X	142.51	tonf
Y	155.62	tonf

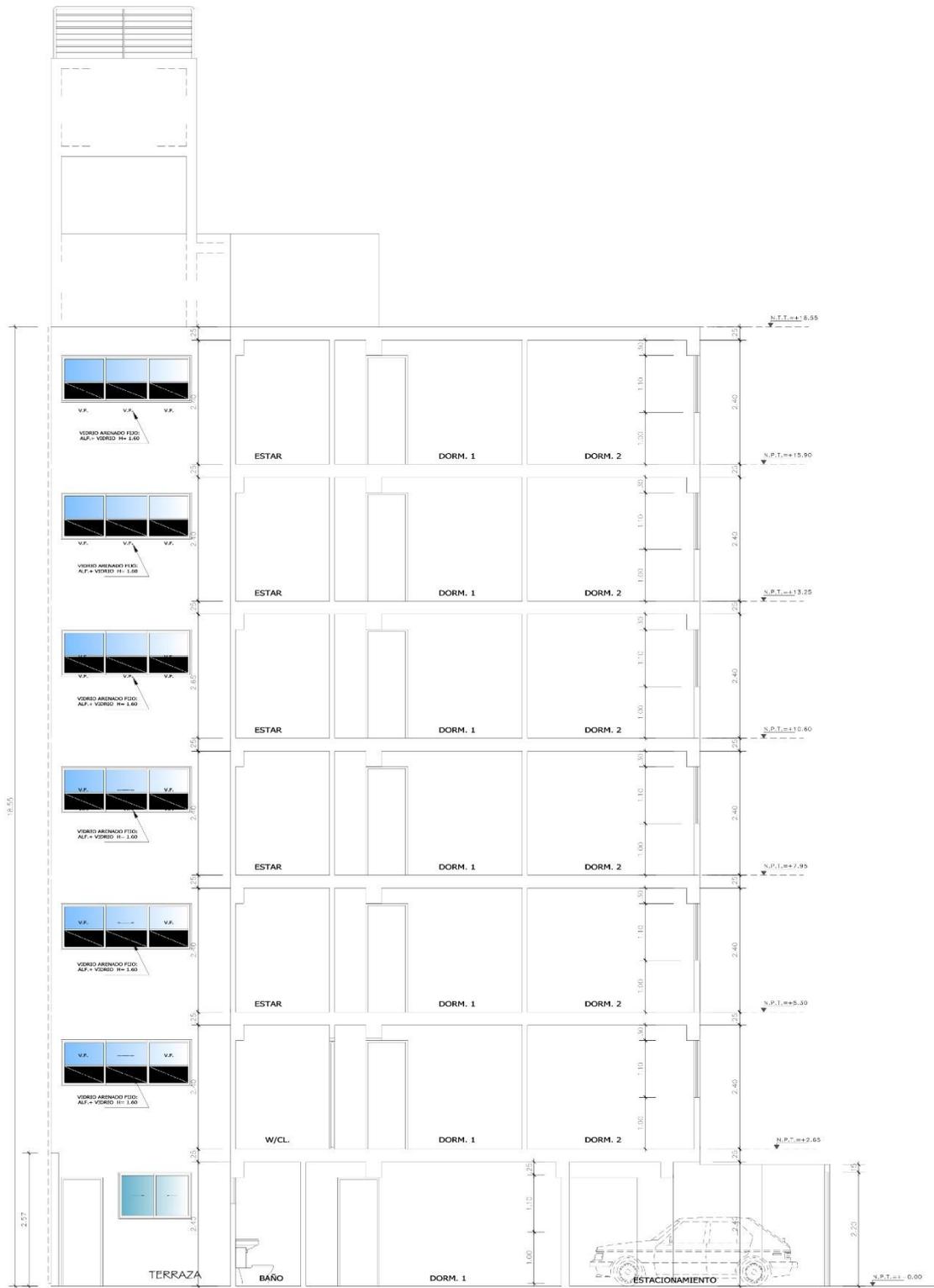


⇒
 V_x

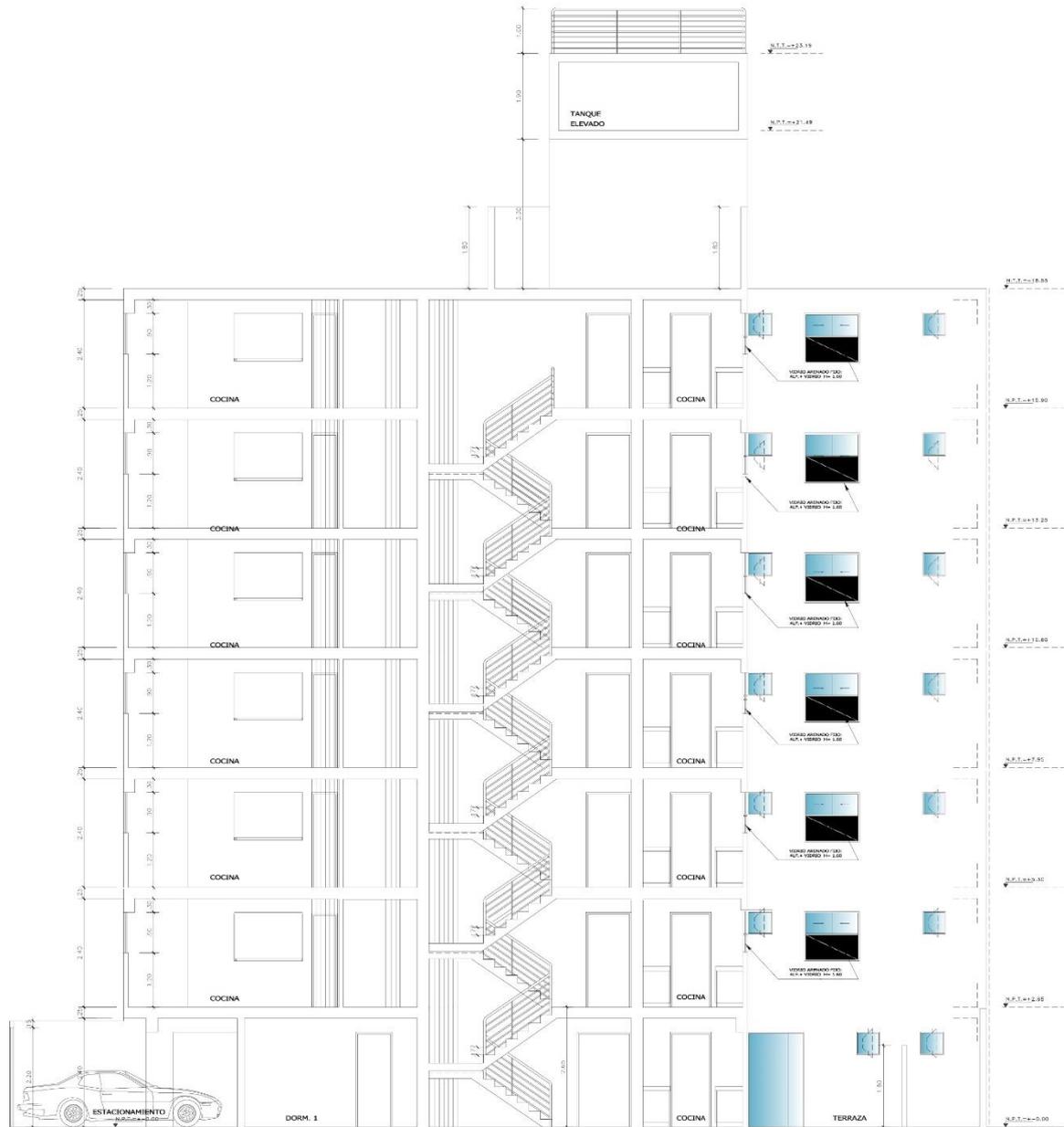


⇒
 V_y

ANEXO N°9. PLANOS.

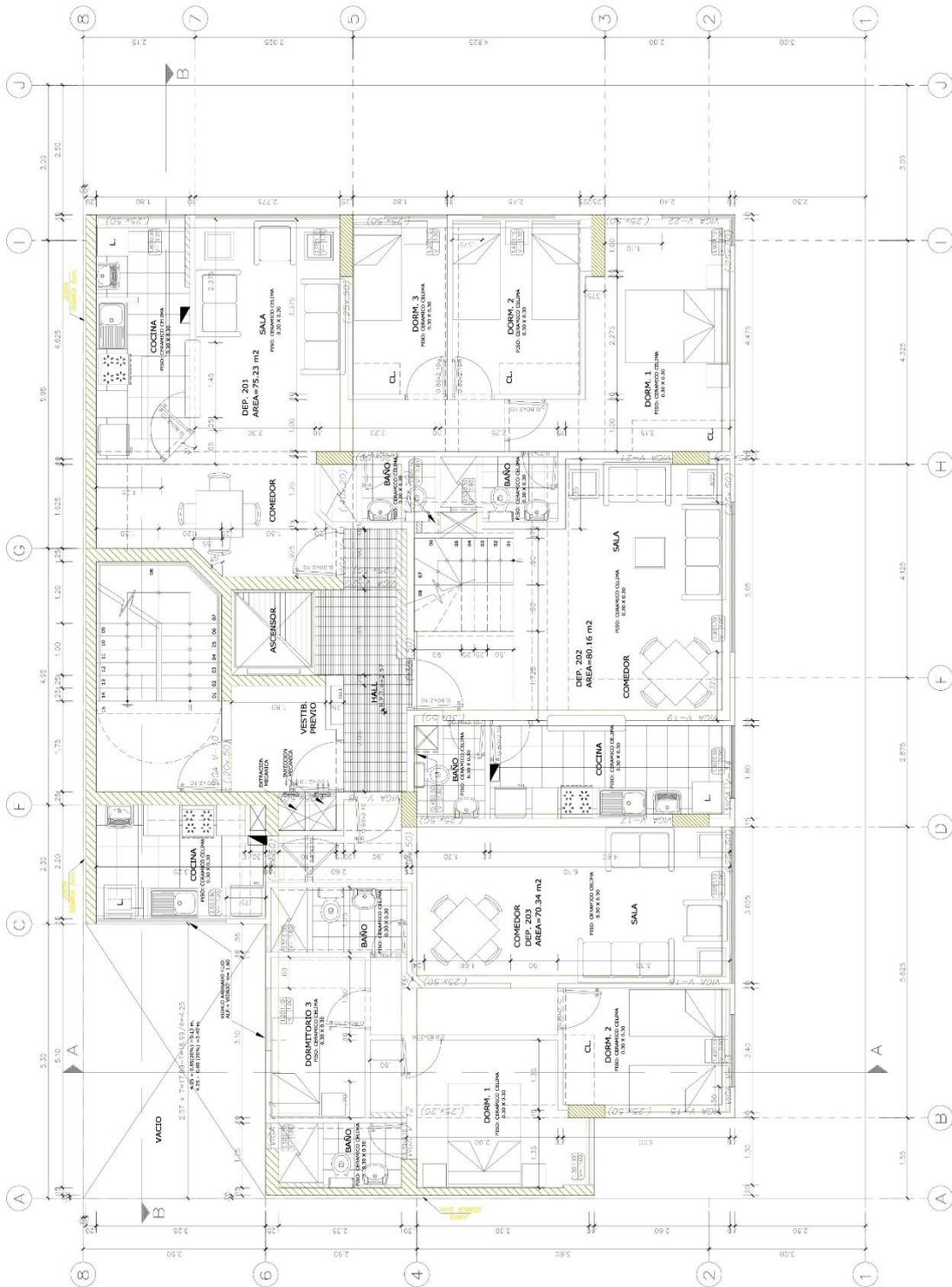


CORTE A - A



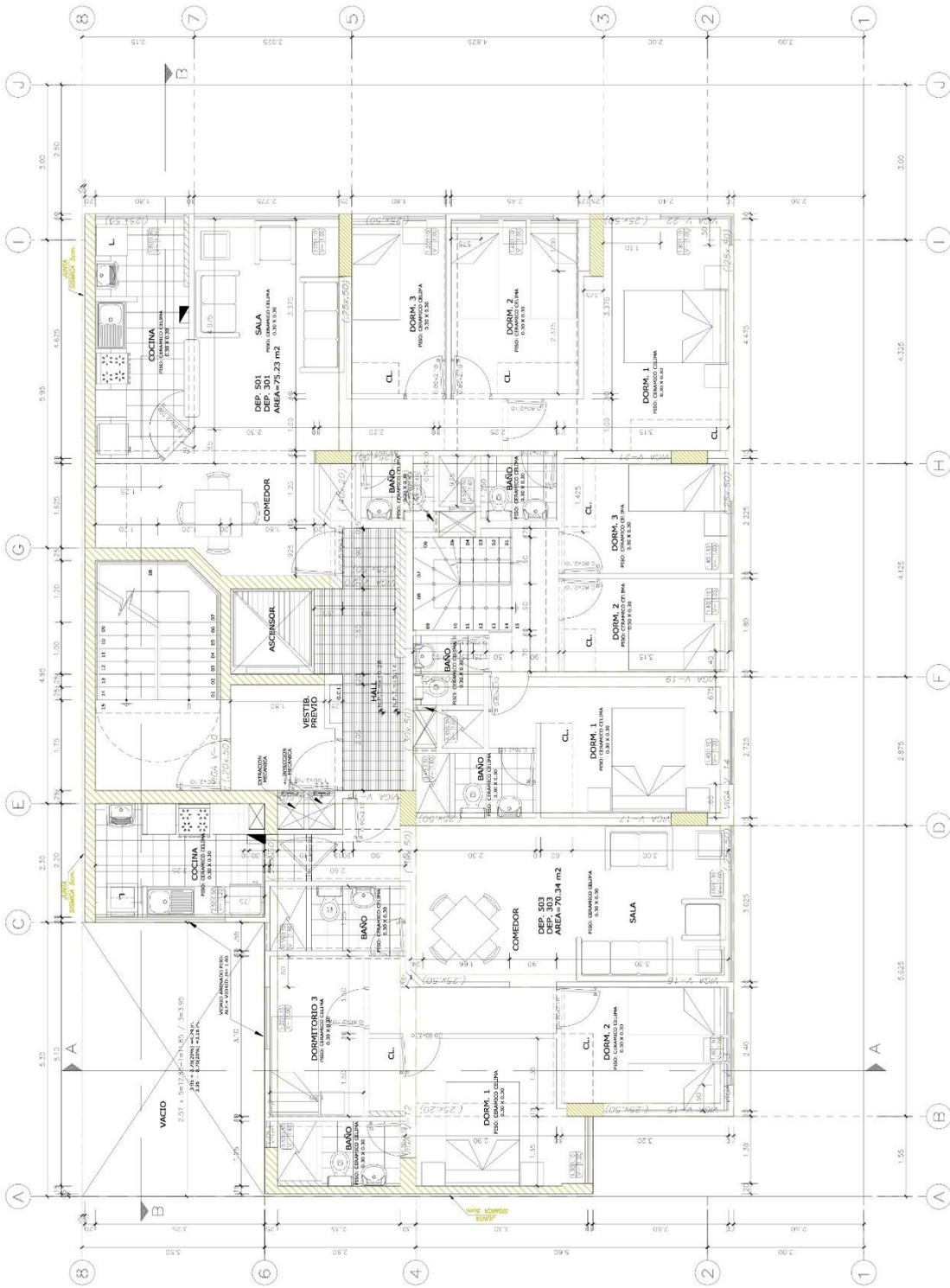


PLANTA 1° PISO



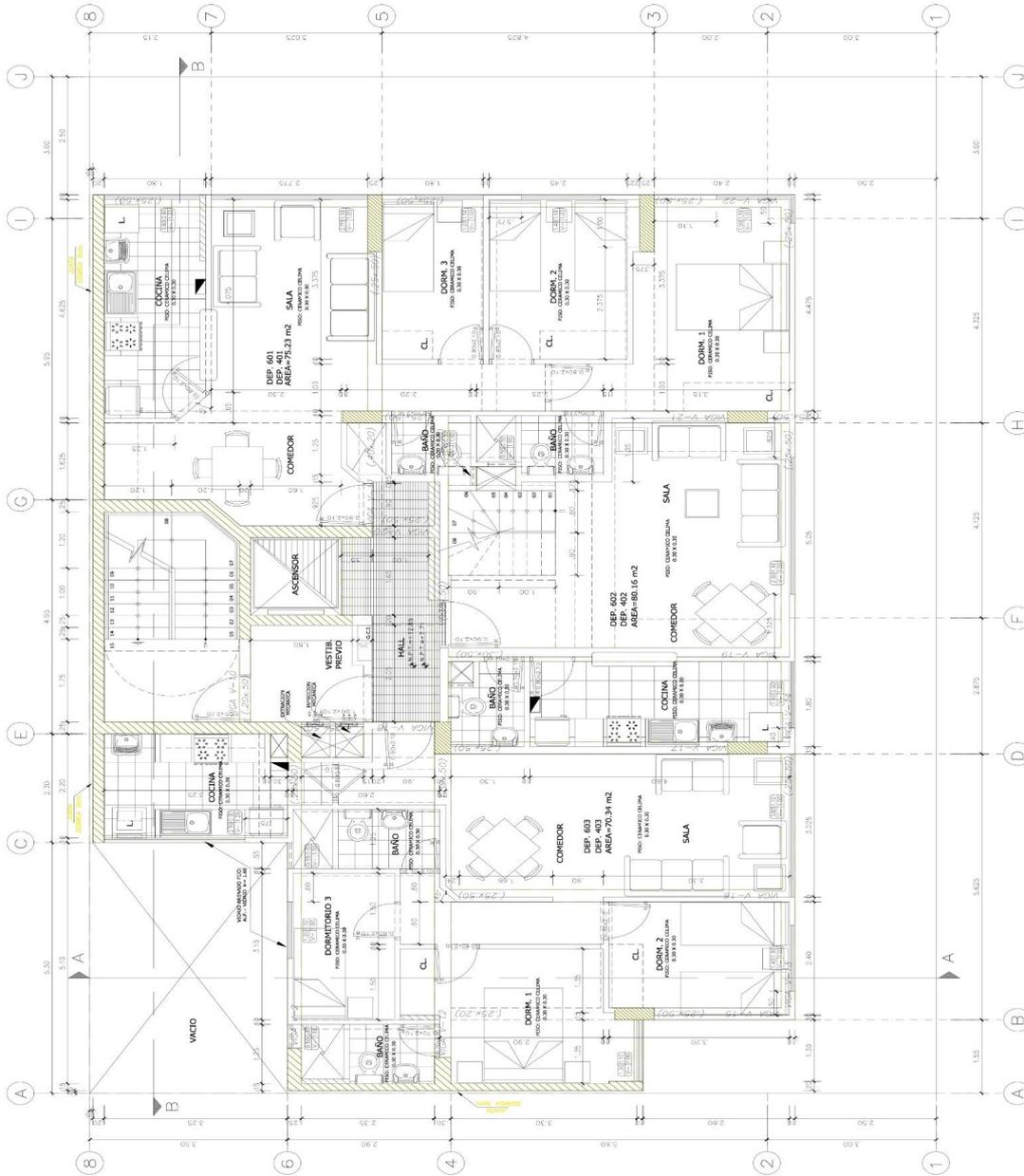
PLANTA 2° PISO

1:100

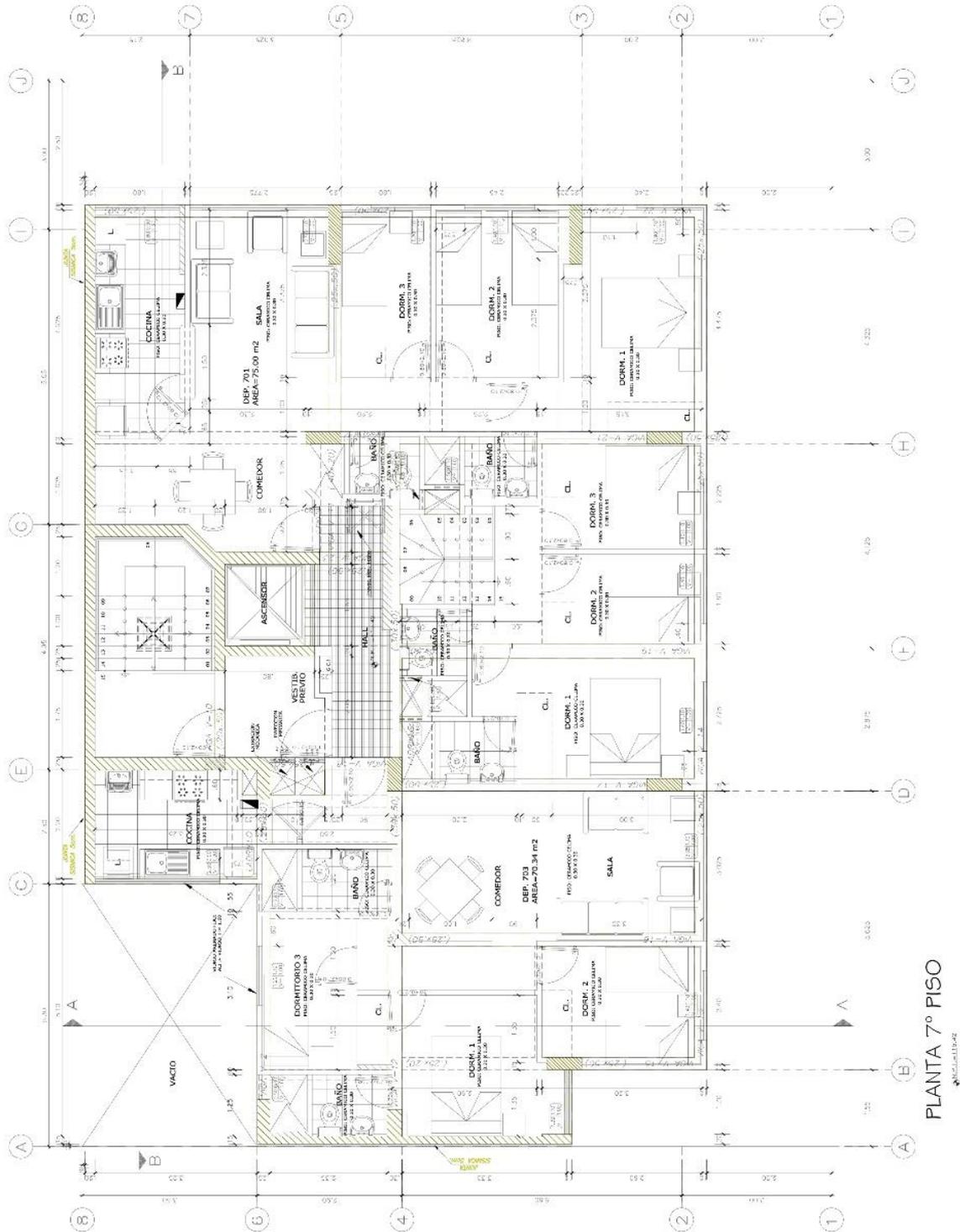


PLANTA TÍPICA
3° Y 5° PISO

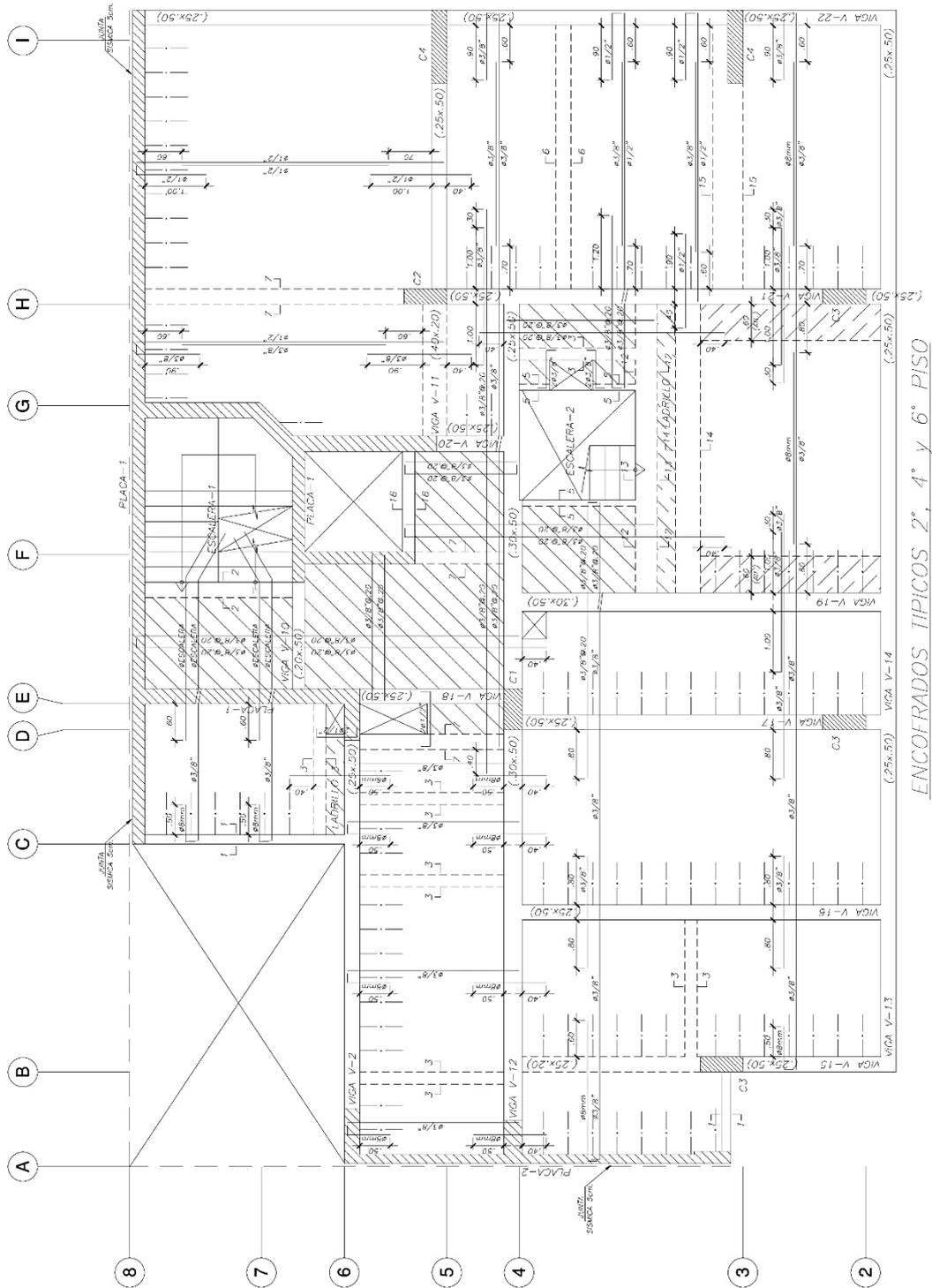
PROY. 001-0000000000
PROY. 001-0000000000



PLANTA TIPICA
4° Y 6° PISO

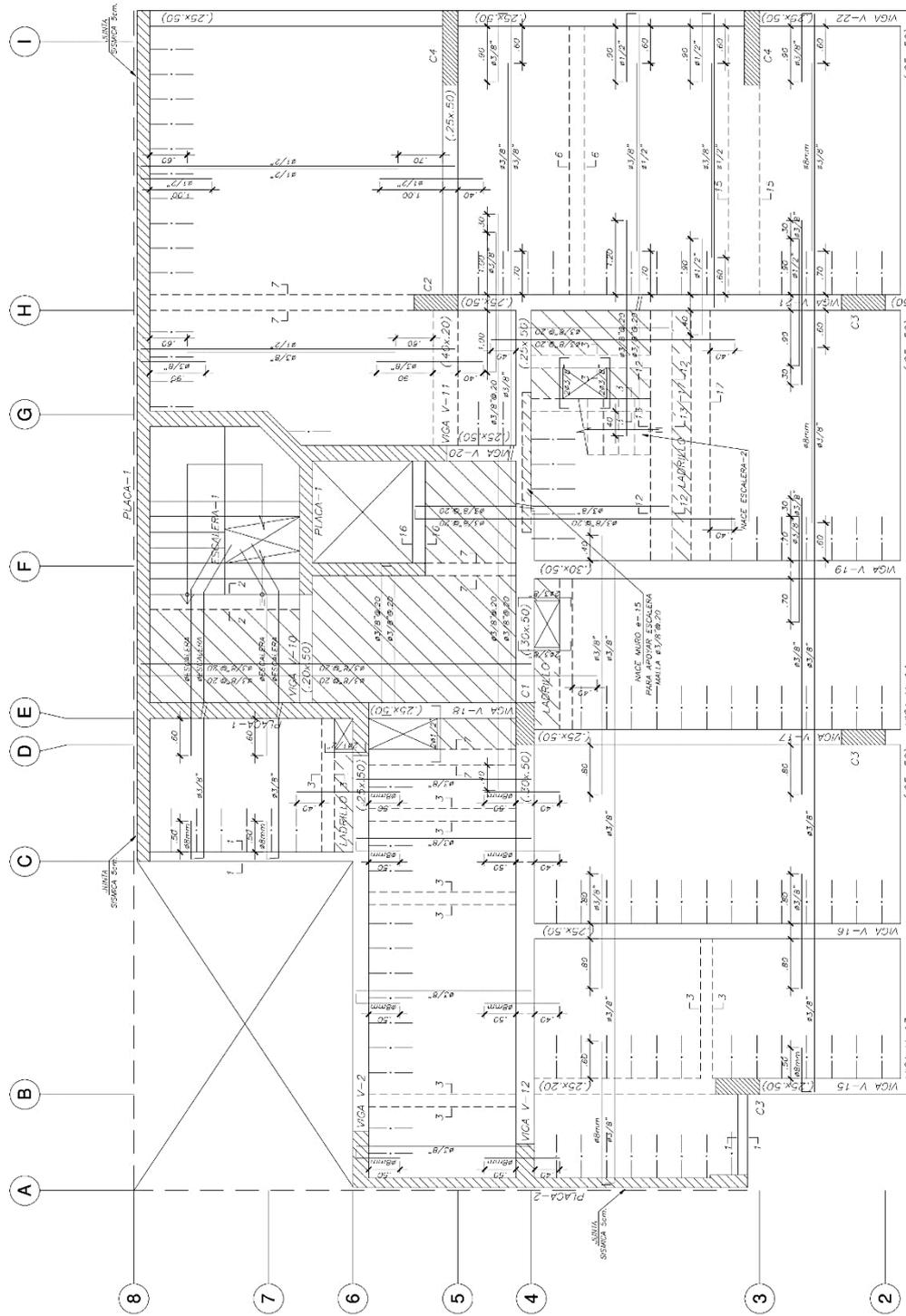


PLANTA 7° PISO



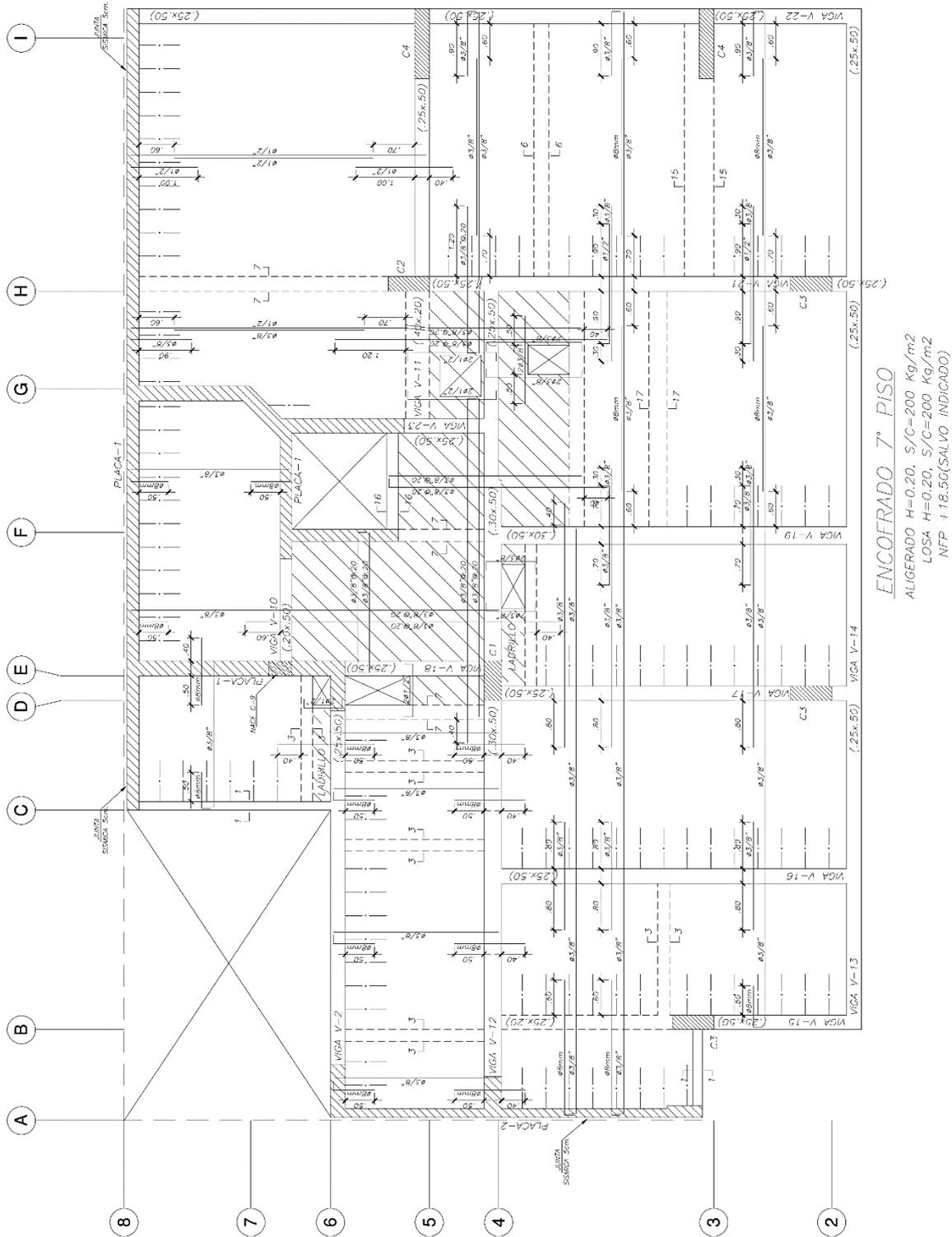
ENCOFRADOS TÍPICOS 2°, 4° y 6° PISO

ALIGRADO H=0.20, S/C=200 Kg/m²
 LOSA H=0.20, S/C=200 Kg/m²
 NFP +5.25(7° PISO)
 NFP +10.55(4° PISO)
 NFP +15.85(6° PISO)



ENCOFRADOS TÍPICOS 3° y 5° PISO

ALUGERADO H=0.20, S/C=200 Kg/m²
 LOSA H=0.20, S/C=200 Kg/m²
 NFP +7.90(3° PISO)
 NFP +13.20(5° PISO)



ANEXO N°10: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “EVALUACIÓN NORMATIVA SISMORRESISTENTE NTE E.030 PERÚ Y NCH.443 CHILE, PARA DETERMINAR DIFERENCIAS DE RESPUESTA SÍSMICA, EDIFICIO CAMINO DEL PARQUE – LIMA, PERÚ”

I. REFERENCIAS (Llenar datos requeridos):

- 1.1. **Nombre y apellidos:** Vlavec Toledo Espinoza
- 1.2. **Grado académico:** Ingeniero Civil
- 1.3. **Especialidad:** Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural
- 1.4. **Institución laboral:** Consultor independiente
- 1.5. **Cargo:** CEO Cingcivil
- 1.6. **Tipo de instrumento:** Fichas técnicas de recolección de datos de parámetros sísmicos y esfuerzos internos.
- 1.7. **Lugar y fecha:** Lima – marzo 2021

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos (Esto depende de los instrumentos que desees evaluar, si solamente es la encuesta, simplemente indicarás la encuesta nada más) que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

5: Excelente. 4: Muy bien. 3: Bien. 2: Regular. 1: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Formato
1	Pertinencia de indicadores	4
2	Formulado con lenguaje apropiado	4
3	Adecuado para el objeto de estudio	4
4	Facilita la prueba de hipótesis	4
5	Suficiencia para medir las variables	4
6	Facilita la interpretación del instrumento	4
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	4
8	Expresado en hechos perceptibles	4
9	Tiene secuencia lógica	4
10	Basado en aspectos teóricos	4
	Total	40


VLÁCEV TOLEDO ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 116774

.....
 Firma



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “EVALUACIÓN NORMATIVA SISMORRESISTENTE NTE E.030 PERÚ Y NCH.443 CHILE, PARA DETERMINAR DIFERENCIAS DE RESPUESTA SÍSMICA, EDIFICIO CAMINO DEL PARQUE – LIMA, PERÚ”

I. REFERENCIAS (Llenar datos requeridos):

- 1.1. **Nombre y apellidos:** José Carlos Campos Vilcarromero
- 1.2. **Grado académico:** Ingeniero Civil
- 1.3. **Especialidad:** Diseño y Supervisión de Estructuras
- 1.4. **Institución laboral:** Consultor independiente
- 1.5. **Cargo:** Jefe de Proyectos
- 1.6. **Tipo de instrumento:** Fichas técnicas de recolección de datos de parámetros sísmicos y esfuerzos internos.
- 1.7. **Lugar y fecha:** Lima – Marzo 2021

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos (Esto depende de los instrumentos que deseas evaluar, si solamente es la encuesta, simplemente indicarás la encuesta nada más) que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

5: Excelente. 4: Muy bien. 3: Bien. 2: Regular. 1: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Formato
1	Pertinencia de indicadores	3
2	Formulado con lenguaje apropiado	3
3	Adecuado para el objeto de estudio	4
4	Facilita la prueba de hipótesis	4
5	Suficiencia para medir las variables	4
6	Facilita la interpretación del instrumento	3
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	4
8	Expresado en hechos perceptibles	4
9	Tiene secuencia lógica	4
10	Basado en aspectos teóricos	4
	Total	37

.....
JOSE CARLOS
CAMPOS VILCARROMERO
 Ingeniero Civil
 C.I.P. N° 250985

Firma



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “EVALUACIÓN NORMATIVA SISMORRESISTENTE NTE E.030 PERÚ Y NCH.443 CHILE, PARA DETERMINAR DIFERENCIAS DE RESPUESTA SÍSMICA, EDIFICIO CAMINO DEL PARQUE – LIMA, PERÚ”

I. REFERENCIAS (Llenar datos requeridos):

- 1.1. **Nombre y apellidos:** Eladio Enrique Llacsahuanga Castillo
- 1.2. **Grado académico:** Titulado Ingeniería Civil
- 1.3. **Especialidad:** Estructuras
- 1.4. **Institución laboral:** Calaminon
- 1.5. **Cargo:** Jefe de Ingeniería
- 1.6. **Tipo de instrumento:** Fichas técnicas de recolección de datos de parámetros sísmicos y esfuerzos internos.
- 1.7. **Lugar y fecha:** Lima – marzo 2021

II. INDICACIONES:

- 2.1 En anexo se presentan los formatos y la encuesta, instrumentos (Esto depende de los instrumentos que desees evaluar, si solamente es la encuesta, simplemente indicarás la encuesta nada más) que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad.
- 2.2 La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert)

5: Excelente. 4: Muy bien. 3: Bien. 2: Regular. 1: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Formato
1	Pertinencia de indicadores	4
2	Formulado con lenguaje apropiado	4
3	Adecuado para el objeto de estudio	4
4	Facilita la prueba de hipótesis	4
5	Suficiencia para medir las variables	4
6	Facilita la interpretación del instrumento	4
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	4
8	Expresado en hechos perceptibles	4
9	Tiene secuencia lógica	4
10	Basado en aspectos teóricos	4
Total		40


 ELADIO ENRIQUE
 LLACSAHUANGA CASTILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 21946

Firma