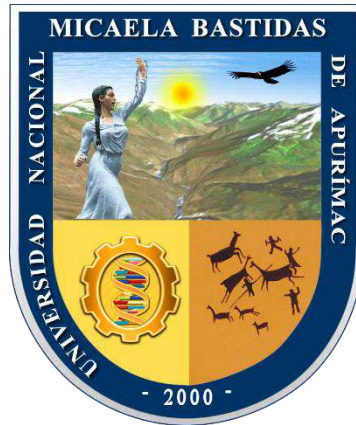


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024

Presentado por:

Adan Jose Orihuela Ccorimanya

Para optar el título de Ingeniero Civil

Abancay, Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024

Presentado por **Adan Jose Orihuela Ccorimanya**, para optar título de Ingeniero Civil

Sustentado y aprobado el 10 de febrero del 2025 ante el jurado evaluador:

Presidente:


Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada

Primer miembro:


MSc. Oswald Casaverde López

Segundo miembro:


Ing. Ricardo Pinto Yupanqui

Asesor:


PhD. Ing. Lucy Marisol Guanuchi Orellana



UNIVERSIDAD NACIONAL
MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 044-2025

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la Tesis intitulada: Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024, presentado por el Bach Adan Jose Orihuela Ccorimanya, Para optar el Título de **Ingeniero Civil**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE de (21%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 07 de febrero del 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
DE APURÍMAC
Dr. Lintol Contreras Salas
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. e.
Archivo
REG. N°124

Campus Universitario S/N Tamburco, Abancay-Apurímac.
Carretera Panamericana Abancay-Cusco, Km. 5
e-mail: unidaddeinvestigación_fi@unamba.edu.pe



Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento al Ph.D. Ing. Lucy Marisol Guanuchi Orellana por el apoyo durante la elaboración de esta tesis. Asimismo, agradezco a la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, en formarme y darme conocimientos y a todas las personas que me brindaron motivación y consejos a lo largo de este proceso.

Adan Jose Orihuela Ccorimanya



Dedicataria

A Dios, quien ha sido mi guía constante, iluminando cada paso en el camino correcto, bendiciéndome con fuerzas inquebrantables para alcanzar las metas trazadas.

A mis amados padres, José Orihuela Guillen y Juana Ccorimanya Accoyraqui, cuyo incondicional apoyo ha sido el pilar fundamental en mi trayecto universitario y en la culminación de esta tesis. Su amor y aliento han sido mi mayor fortaleza.

A mis queridos hermanos, William, Ruth y Michell, quienes, con su constante motivación y apoyo incondicional, me han inspirado a perseguir mis sueños incansablemente y a superar cualquier obstáculo que se interponga en mi camino.

Adan Jose Orihuela Ccorimanya



Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024

Línea de investigación: Ingeniería de la construcción

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
CAPÍTULO I	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Descripción del problema	7
1.2 Enunciado del problema	8
1.2.1 Problema general	8
1.2.2 Problemas específicos	8
1.3 Justificación de la investigación	9
CAPÍTULO II	10
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	10
2.1 Objetivo de la investigación	10
2.1.1 Objetivo general	10
2.1.2 Objetivos específicos	10
2.2 Hipótesis de la investigación	11
2.2.1 Hipótesis general	11
2.2.2 Hipótesis específicas	11
2.3 Operacionalización de variables	11
2.3.1 Variable independiente	11
2.3.2 Variable dependiente	11
CAPÍTULO III	13
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	13
3.1 Antecedentes	13
3.2 Marco teórico	20
3.2.1 Configuración de diseño	20
3.2.2 Comportamiento sísmico	20
3.2.3 Conceptos que sustentan la investigación	20
3.2.4 Efectos sísmicos en los edificios de la acción sísmica	22
3.3 Marco conceptual.	23
3.3.1 Parámetros para determinar la fuerza sísmica	23
3.3.2 Zonificación sísmica	23
3.3.2.1 Zonificación sísmica en la norma peruana E 0.30-2018	23



3.3.2.2	Zonificación sísmica de la norma chilena NCh433	24
3.3.3	Perfiles de suelo	25
3.3.3.1	Perfiles de suelo de la norma peruana E.030-2018	25
3.3.3.2	Perfiles de suelo de la norma chilena NCh433-2012	26
3.3.4	Factor de amplificación sísmica	27
3.3.4.1	Factor de amplificación sísmica de la norma peruana E.030-2018	27
3.3.4.2	Factor de amplificación sísmica de la norma chilena NCh433-2012	28
3.3.5	Factor de uso o importancia	30
3.3.5.1	Factor de importancia de la norma peruana E.030-2018	28
3.3.5.2	Factor de importancia de la norma chilena NCh433-2012	33
3.3.6	Factores de reducción de fuerzas sísmicas	33
3.3.6.1	Factor de reducción de la norma peruana E.030-2018	33
3.3.6.2	Factor de reducción de la norma chilena NCh433-2012	34
3.3.7	Estimación del peso	34
3.3.7.1	Estimación del peso de la norma peruana E.030 – 2018	35
3.3.7.2	Estimación del peso de la norma chilena NCh433-2012	35
3.3.8	Periodo fundamental de vibración	35
3.3.8.1	Periodo fundamental de vibración de la norma peruana E.030-2018	36
3.3.8.2	Periodo fundamental de vibración de la norma chilena NCh433-2012	37
3.3.9	Procedimiento de análisis estático	37
3.3.9.1	Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes	37
3.3.9.2	Fuerza cortante en la base de la norma peruana E.030-2018	37
3.3.9.3	Fuerza cortante en la base de la norma chilena NCh433-2012	37
3.3.10	Análisis dinámico modal espectral	38
3.3.10.1	Aceleración espectral de la norma peruana E.030-2018	38
3.3.10.2	Aceleración espectral de la norma chilena NCh433-12	39
3.3.11	Determinación de desplazamientos laterales relativos	40
3.3.11.1	Desplazamientos laterales relativos de la norma peruana E.030-2018	40
3.3.11.2	Desplazamientos laterales relativos de la norma chilena NCh433-2012	41
CAPÍTULO IV		42
METODOLOGÍA		42
4.1	Tipo y nivel de investigación	42
4.1.1	Tipo de investigación	42
4.1.2	Nivel de investigación	42
4.2	Diseño de investigación	42
4.3	Descripción ética de la investigación	42
4.4	Población y muestra	43
4.4.1	Población	43

4.4.2	Metodo deductivo	43
4.5	Procedimiento	43
4.5.1	Ubicación del estudio	43
4.5.2	Perfiles de suelos	43
4.5.3	Arquitectura del proyecto	44
4.5.4	Elementos estructurales de concreto armado	44
4.5.5	Predimensionamiento	45
4.5.5.1	Predimensionamiento de vigas	45
4.5.5.2	Predimensionamiento de columnas área sección	46
4.5.5.3	Predimensionamiento de losa aligerada	47
4.5.6	Metrado de carga	48
4.5.6.1	Metrado de carga muerta vigas “x”	48
4.5.6.2	Metrado de carga muerta vigas “y”	49
4.5.6.3	Metrado de carga muerta columnas de esquina C1	49
4.5.6.4	Metrado de carga muerta columnas de excéntricas C2	49
4.5.6.5	Metrado de carga muerta columna central C4	50
4.5.6.6	Metrado de losa de una dirección 20 cm	50
4.5.6.7	Metrado de carga tabiquería	50
4.5.6.8	Metrado de carga acabado	50
4.5.6.9	Metrado de sobre carga S/C área	51
4.5.6.10	Metrado de carga sobre carga en azotea S/C	51
4.5.6.11	Resumen de metrado de cargas del edificio	51
4.5.7	Configuración de modelación en Etabs V.2018	52
4.5.8	Resultado de fuerza cortante basal norma peruana E.030-2018	62
4.5.8.1	Factores de zona	63
4.5.8.2	Factor de suelo	63
4.5.8.3	Sistema estructural	64
4.5.8.4	Periodo fundamental de vibración	64
4.5.8.5	Factor de uso o importancia	65
4.5.8.6	Factor de coeficiente de reducción	65
4.5.8.7	Factor de amplificación sísmica “C”	66
4.5.8.8	Estimación de peso “P”	66
4.5.8.9	Fuerza cortante basal de la edificación	66
4.5.8.10	Distribución de la fuerza sísmica en altura	68
4.5.8.11	Cálculo de distribución de fuerzas sísmicas por entre piso	68
4.5.9	Resultado de fuerza cortante basal norma chilena NCH433-12	69
4.5.9.1	Valores de aceleración efectiva A_0	70
4.5.9.2	Valores de parámetros que dependen del tipo del suelo	70

4.5.9.3	Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta	72
4.5.9.4	Periodo fundamental	72
4.5.9.5	Valores máximos del coeficiente sísmico “C”	73
4.5.9.6	Fuerza cortante estático NCh433-12	74
4.5.9.7	Distribución de la fuerza sísmica en altura	75
4.5.10.	Fuerza cortante dinámica E.030-2018	76
4.5.11	Fuerza cortante dinámica NCh433-12	77
4.5.12	Espectro de aceleración sísmica norma peruana E.030-2018	77
4.5.12.1	Factor de amplificación sísmica	77
4.5.12.2	Espectro de aceleración sísmica norma chilena NCh433-12	82
4.5.13	Resultado de las derivas	87
4.5.13.1	Derivas de la norma peruana E.030-2018	87
4.5.13.2	Desplazamientos laterales en ambos sentidos	89
4.5.13.3	Cálculo de los desplazamientos derivas o distorsiones de entrepisos	90
4.5.13.4	Resultado de las derivas norma NCH433-12	92
4.6	Técnica e instrumentos	94
4.6.1	Técnicas	94
4.6.2	Instrumentos	95
4.6.3	Ratios	95
4.7	Análisis y estadístico	95
4.7.1	Análisis estadístico de fuerza cortante norma E.030-2018	95
4.7.2	Análisis estadístico de fuerza cortante norma NCh433-12	96
4.7.3	Análisis estadístico del espectro de aceleración sísmica de la norma E.030-18	96
4.7.4	Análisis estadístico del espectro sísmico según las norma NCh433-12	97
4.7.4.1	Análisis estadístico del desplazamiento lateral la norma E.030-18	98
4.7.4.2	Análisis estadístico del desplazamiento lateral la norma NCh433-12	99
CAPÍTULO V		100
RESULTADOS Y DISCUSIONES		100
5.1	Análisis de resultados	100
5.1.1	Fuerza cortante basal	100
5.1.2	Fuerza cortante dinámica	101
5.1.3	Espectro de aceleración sísmica	102
5.1.4	Desplazamientos o derivas	102
5.2	Contrastación de hipótesis	104
5.3	Discusión	105

CAPÍTULO VI	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
6.1 Conclusiones	106
6.2 Recomendaciones	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS	111



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variable	12
Tabla 2 — Factores de zona "Z" en Perú	24
Tabla 3 — Factores de zona de norma chilena A_0	25
Tabla 4 — Clasificación de los perfiles de suelo de la norma E.030-2018	26
Tabla 5 — Clasificación y propiedades del suelo y roca, NCh433-12	27
Tabla 6 — Valores máximos del coeficiente sísmico C	29
Tabla 7 — Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo en Chile	30
Tabla 8 — Factor de importancia de la norma peruana	31
Tabla 9 — Tipos de sistemas estructurales de la norma E.030-2018	33
Tabla 10 — Valores máximos de los factores de la norma NCh433-12	34
Tabla 11 — Estimación del peso en la norma peruana E.030-2018	35
Tabla 12 — Valores de periodo fundamental norma E.030-2018	36
Tabla 13 — Límites para la distorsión de entrepiso de la norma E.030-2018	41
Tabla 14 — Características de elementos del concreto armado	44
Tabla 15 — Peso según categoría de edificación	46
Tabla 16 — Resumen de dimensiones de elementos estructurales	48
Tabla 17 — Metrado de carga de vigas eje "x"	48
Tabla 18 — Metrado de carga vigas en eje "y"	49
Tabla 19 — Metrado de cargas muerta columnas de esquina C1	49
Tabla 20 — Metrado de carga muerta columnas excéntricas C2	49
Tabla 21 — Metrado de carga muerta columna central C4	50
Tabla 22 — Metrado de carga de losa aligerada en una dirección	50
Tabla 23 — Metrado de tabiquería	50
Tabla 24 — Metrados de acabados	50
Tabla 25 — Metrado de sobre carga de acuerdo del uso	51
Tabla 26 — Metrado de sobre carga azotea	51
Tabla 27 — Resumen de metrado de cargas del edificio	51
Tabla 28 — Factor de zona sísmica	63
Tabla 29 — Parámetros de sitio según Z y S	63
Tabla 30 — Parámetros de sitio " T_p " y " T_L "	63
Tabla 31 — Valor adaptado para para C_T	64
Tabla 32 — Factor de uso de la norma E.030-2018	65

Tabla 33 — Factor de importancia	65
Tabla 34 — Factor de amplificación sísmica	66
Tabla 35 — Estimación de peso	66
Tabla 36 — Fuerza cortante basal según la norma E.030-2018	67
Tabla 37 — Calculo fuerza cortante en altura	68
Tabla 38 — Valor de coeficiente A_0	70
Tabla 39 — Valores de los parámetros que dependen del tipo del suelo	70
Tabla 40 — Categoría de ocupación de edificios y otras estructuras	71
Tabla 41 — Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta	72
Tabla 42 — Valores máximos del coeficiente sísmico C	73
Tabla 43 — Resultado de la fuerza cortante de la norma chilena	74
Tabla 44 — Cálculo de fuerzas sísmicas horizontales	75
Tabla 45 — Resultados de fuerza córtate dinámica E.030-18	77
Tabla 46 — Resultados de fuerza córtate dinámica NCh433-12	77
Tabla 47 — Valores del espectro de aceleración sísmica	78
Tabla 48 — Espectro de diseño para ciudad Abancay	78
Tabla 49 — Valores del espectro de aceleración sísmica	82
Tabla 50 — Espectro de diseño para ciudad Abancay	83
Tabla 51 — Límite de distorsiones del entrepiso	87
Tabla 52 — Análisis de la distorsión según la normativa E.030-18	90
Tabla 53 — Desplazamiento absoluto en cm	90
Tabla 54 — Análisis de comparación si cumple la distorsión en eje “Y-Y”	91
Tabla 55 — Desplazamiento absoluto en unidad en cm eje “Y-Y”	91
Tabla 56 — Comparación si cumple la distorsión norma NCh433-12 eje “X-X”	92
Tabla 57 — Desplazamiento absoluto en unidad en cm eje “X-X” norma NCh433-12	93
Tabla 58 — Comparación si cumple la distorsión en eje “Y-Y” norma NCh433-12	93
Tabla 59 — Desplazamiento absoluto en unidad en cm eje “Y-Y” norma NCh433-12	94
Tabla 60 — Desplazamiento elástica e inelástica eje x-x norma E.030-2018	98
Tabla 61 — Desplazamiento elástica e inelástica eje y-y norma E.030-2018	98
Tabla 62 — Desplazamiento eje X-X norma NCh433-12	99
Tabla 63 — Desplazamiento eje Y-Y norma NCh433-12	99
Tabla 64 — Matriz de consistencia	112
Tabla 65 — Categoría de edificios y otras estructuras en la norma NCh433-12.	124
Tabla 66 — Comparación de parámetros sísmicos E.030-18 y NCh433-12	163

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Movimientos de placas y generación de sismos	21
Figura 2 — Acelero grama registrado en el terreno	22
Figura 3 — Mapa de zonificación sísmica de Perú	24
Figura 4 — Espectro de aceleraciones de diseño sísmica norma peruana	39
Figura 5 — Espectro de aceleraciones de diseño sísmica de la norma chilena	40
Figura 6 — Inicio para abrir nuevo modelo	52
Figura 7 — Ventana de nuevo modelo	52
Figura 8 — Ventana para la elección de grilla	53
Figura 9 — Ventana para dar espaciamentos entre ejes	53
Figura 10 — Ventana para ingresar altura de cada piso	54
Figura 11 — Configuración de unidades en Etabs v.2018	54
Figura 12 — Propiedad del concreto f ^c	55
Figura 13 — Características de la sección de viga	56
Figura 14 — Características de la sección de columna	56
Figura 15 — Configuración de la losa aligerada de un espesor 20 cm	57
Figura 16 — Ícono para dibujar las columnas	57
Figura 17 — Ícono para dibujar las vigas	58
Figura 18 — Ícono para graficar la losa de 20 cm	58
Figura 19 — Modelación de infraestructura	59
Figura 20 — Definición de los patrones de carga	59
Figura 21 — Definir la fuente de masa del modelo	60
Figura 22 — Configuración sismo dinámico en “x” factor de escalamiento	60
Figura 23 — Configuración sismo dinámico en “y”	61
Figura 24 — Tipo de restricciones en los apoyos empotradas	61
Figura 25 — Asignación de diafragma rígida	62
Figura 26 — Fuerza cortante basal de la edificación	69
Figura 27 — Periodo en los 12 modos de vibración	68
Figura 28 — Distribución de fuerzas y fuerza cortante en la base	69
Figura 29 — Resultado de periodos de la estructura	73
Figura 30 — Distribución de fuerzas sísmica y fuerza cortante en la base	76
Figura 31 — Espectro de diseño de aceleración norma E.030-2018	82
Figura 32 — Espectro de diseño de aceleración sísmica norma NCh433-12	86

Figura 33 — Corte de elevación “A-A” de la edificación	87
Figura 34 — Corte de elevación “B-B” de la edificación	88
Figura 35 — Desplazamiento lateral y multiplicado por 0.75R	88
Figura 36 — Desplazamiento lateral y multiplicado por 0.75R en el eje “X-X”	89
Figura 37 — Desplazamiento lateral y multiplicado por 0.75R en el eje “Y-Y”	89
Figura 38 — Desplazamiento absoluto en el eje “Y-Y” en unidad (cm)	91
Figura 39 — Desplazamiento absoluto en el eje “Y-Y” en unidad (cm)	92
Figura 40 — Desplazamiento absoluto en eje “X-X” norma NCh433-12	93
Figura 41 — Desplazamiento absoluto en el eje “X-X” en unidad (cm)	94
Figura 42 — Análisis estadístico de fuerza cortante norma E.030-2018	95
Figura 43 — Análisis estadístico de fuerza cortante norma NCh433-12	96
Figura 44 — Espectro de diseño norma E.030-2018	97
Figura 45 — Espectro de diseño norma NCh433-12	97
Figura 46 — Comparación de fuerza sísmica E.030-18 con NCh433-12	100
Figura 47 — Comparación de fuerza cortante E.030-18 y NCh433-12	101
Figura 48 — Comparación de fuerza dinámica de la norma E.03-18 y NCh433-12	101
Figura 49 — Comparación de espectro de diseño E.030-18 con NCh433-12	102
Figura 50 — Desplazamientos absolutos en eje x-x E.030-18 con NCh433-12	103
Figura 51 — Desplazamientos absolutos en eje y-y E.030-18 con NCh433-12	103
Figura 52 — Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación	105
Figura 53 — Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación	105
Figura 54 — Reglamento Nacional de Edificaciones. norma técnica E.030-18	115
Figura 55 — norma Chile Oficial, Instituto Nacional de normalización	116
Figura 56 — Plano en planta de arquitectura	118
Figura 57 — Distribución de los elementos estructurales	118
Figura 58 — Elevación lateral de la edificación eje (A-A)	119
Figura 59 — Elevación lateral de la edificación eje (B-B)	120
Figura 60 — Zonificación sísmica de la regional I, II, III y XV	121
Figura 61 — Zonificación de las Regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XIV	122
Figura 62 — Zonificación sísmica de las regiones XI y XII	122
Figura 63 — Carta de autorización de propietario	126
Figura 64 — Software AutoCAD v.18 de elección libre	127
Figura 65 — Software Etabs v.18 de elección libre	128
Figura 66 — Espectro de aceleración norma E.030-18 en Etabs v.18	129
Figura 67 — Espectro de aceleración norma NCh433-12 en Etabs v.18	130
Figura 68 — Medida de columnas y vigas en el eje “A-A”	131
Figura 69 — Medida de columnas y vigas en el eje “B-B”	132

Figura 70 — Medida de columnas y vigas en el eje “C-C”	133
Figura 71 — Medida de columnas y vigas de sus medidas en eje 5-5	134
Figura 72 — Medida de la losa aligerada de 20 cm en una dirección	135
Figura 73 — Medida de toda la estructura vigas, columnas y losas	136
Figura 74 — Configuración de viga 30 cm x 45 cm en eje “X-X”	137
Figura 75 — Configuración de viga de 30 cm x 45 cm en eje “Y-Y”	138
Figura 76 — Configuración de columna centrales 50 cm x 50 cm	139
Figura 77 — Configuración de columna excéntricas 40 cm x 50 cm	140
Figura 78 — Configuración de columna perimetrales 30 cm x 40 cm	141
Figura 79 — Sismos registrados en Perú y Chile	142
Figura 80 — Imagen de la estructura desde su fachada frontal	143
Figura 81 — Fotografía que muestra dentro de la edificación	144
Figura 82 — Fotografía que muestra en la azotea de la edificación	145
Figura 83 — Sismo 31 de mayo de 1970 - Aceleración	147
Figura 84 — Epicentro del sismo ocurrido el 1970/05/31	148
Figura 85 — Acelerograma EW del sismo 1970 Ancash	149
Figura 86 — Desplazamiento de la estructura en sentido más crítico EW	149
Figura 87 — Velocidad de la estructura en sentido más crítico EW	150
Figura 88 — Aceleración de la estructura en sentido más crítico EW	150
Figura 89 — Espectro de respuesta de desplazamiento del sismo 1970/05/31	151
Figura 90 — Espectro de respuesta de pseudo-velocidad del sismo 1970/05/31	151
Figura 91 — Espectro de respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1970/05/31	152
Figura 92 — Espectro de respuesta con espectro de diseño E.030-18	152
Figura 93 — Aceleración del sismo de 22 de mayo de 1960	154
Figura 94 — Epicentro del sismo ocurrido el 1960/05/22 (Valdivia Chile)	155
Figura 95 — Acelerograma EW del sismo 1960 Valdivia	156
Figura 96 — Desplazamiento de la estructura en sentido más crítico EW	156
Figura 97 — Velocidad de la estructura en sentido más crítico EW	157
Figura 98 — Aceleración de la estructura en sentido más crítico EW	157
Figura 99 — Espectro de respuesta de pseudo-desplazamiento del sismo 1960/05/22	158
Figura 100 — Espectro de respuesta de pseudo-velocidad del sismo 1960/05/22	158
Figura 101 — Espectro de respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1960/05/22	159
Figura 102 — Respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1960 con espectro de diseño	159
Figura 103 — Espectro de pseudo-desplazamiento del sismo 1960 Chile y 1970 de Perú	162
Figura 104 — Espectro de pseudo-velocidad del sismo 1960 Chile y 1970 Perú	160
Figura 105 — Espectro de pseudo-aceleración del sismo 1960 Chile y 1970 de Perú	161
Figura 106 — Espectro de respuesta del sismo 1960 Chile y 1970 Perú	162

Figura 107 — Reconstrucción del espectro de respuesta despues de un sismo 162



INTRODUCCIÓN

Una norma sísmica es una herramienta muy importante para hacer una edificación de cualquier tipo estructural, en donde cada país tiene sus propias normativas, que velan por la seguridad de vidas y materiales de las personas. La presente investigación, titulada Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024, se enfoca en comparar el comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado de sistema aporticado bajo las normas E.030-2018 y NCh433-2012. El objetivo principal es determinar cuál de estas normas ofrece mayor seguridad en términos de desplazamiento o distorsiones, fuerza cortante basal y espectro de diseño sísmico. Para lograrlo, se realizó un análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda multifamiliar de 5 niveles, una tipología de construcción común en la ciudad de Abancay.

La edificación es de uso multifamiliar y este estudio radica en la necesidad de comprender los parámetros establecidos por cada normativa y su efectividad en la protección de vidas humanas y de materiales. Solo mediante un análisis comparativo riguroso se puede identificar qué normativa proporciona la seguridad adecuada para garantizar la mejor construcción ante un sismo que pueda suscitarse en cualquier momento.

La importancia de esta investigación no solo contribuye al conocimiento en ingeniería estructural, sino que también proporciona información para la toma de decisiones en diseño y construcción de edificaciones en Abancay, con el fin único de salvaguardar vidas y materiales ante eventos sísmicos.

El presente proyecto de investigación se encuentra estructurado en seis capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo I: Se señala el planteamiento del problema mediante la descripción, enunciado y justificación del problema.

Capítulo II: Hago mención los objetivos e hipótesis de investigación y la operacionalización de variables.



Capítulo III: Se desarrolla el sustento teórico científico, antecedentes, marco teórico y marco conceptual.

Capítulo IV: Se desarrolla el tipo, nivel, diseño y ética de la investigación, población, muestra, procedimiento, técnicas de obtención de datos, instrumentos a utilizar, recolección y procesamiento de datos utilizando métodos estadísticos.

Capítulo V: Se habla de la contrastación de hipótesis, discusión de resultados y por último el

Capítulo VI: Hablo sobre conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada. finalmente, se adjunta las referencias bibliográficas que respaldan a la investigación, además se anexa fotografías y planos.



RESUMEN

En la actualidad, la preocupación por el crecimiento de la autoconstrucción en las ciudades ha captado la atención tanto de las autoridades como de la población en general. Este fenómeno plantea un riesgo latente ante la posibilidad de un sismo, que podría ocurrir en cualquier momento y desencadenar catástrofes y daños irreparables. Motivados por esta problemática, surge la presente investigación, titulada. Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024.

El objetivo principal fue comparar la configuración de diseño de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012 en el comportamiento sísmico de una edificación aporticada de 5 niveles en Abancay. La metodología del estudio fue de tipo básica, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo, y diseño cuasi-experimental. Como instrumento, se utilizó el software Etabs v.18.

En el análisis, se comparó la fuerza cortante estática y dinámica y se observó una diferencia del 8% y 11% respectivamente a favor de la norma NCh433-12 de norma E.030-18. Esta diferencia se explica por valores mínimo y máximo del coeficiente sísmico. En el estudio comparativo entre las normas NCh433-12 y E.030-2018, se encontró que el espectro de diseño es 25% mayor en la norma chilena. La principal diferencia entre ambas normativas es por historia de sismos ocurridos de acuerdo a esto realizan los espectros de diseño como se sabe el sismo 1960 fue la más grande a nivel mundial lo cual será mayor.

Según las normas E.030-2018, se observó que se cumple con el límite de distorsiones entre pisos establecido tanto en el eje "x-x" como en el eje "y-y". Sin embargo, conforme a la norma NCh433-12, supera el límite establecido en el capítulo 5.9.2, que especifica que las distorsiones no deben exceder el 0.002h. Esta superación del límite se observó en el segundo y tercer nivel analizado en el sentido "x-x" supera en un 25% a la norma E.030-2018 mientras que en el sentido "y-y" sí se cumple con el límite establecido. En conclusión, la norma NCh433-12 ofrece una mayor seguridad en el análisis sísmico de una edificación común con sistema estructural



aportado en comparación con la normativa E.030-2018. Esto se evidencia en las menores derivas encontradas.

Palabras clave: Configuración de diseño, comportamiento sísmico, edificaciones, aportadas, normas.



ABSTRACT

Currently, concern about the growth of self-construction in cities has drawn the attention of both authorities and the general population. This phenomenon represents a latent risk due to the possibility of an earthquake, which could occur at any time and trigger catastrophic and irreparable damage. Motivated by this issue, the present research entitled Design Configuration in the Seismic Behavior of a Five-Story Moment-Resisting Frame Building According to Standards E.030-2018 and NCh433-2012 in Abancay, 2024 was conducted.

The main objective of this study was to compare the design configuration according to standards E.030-2018 and NCh433-2012 in the seismic behavior of a five-story moment-resisting frame building in Abancay. The methodology was basic in nature, with a quantitative approach, descriptive level, and quasi-experimental design. ETABS v.18 software was used as the analysis tool.

In the analysis, static and dynamic base shear forces were compared, showing differences of 8% and 11%, respectively, in favor of the Chilean standard NCh433-2012 over the Peruvian standard E.030-2018. These differences are explained by the minimum and maximum values of the seismic coefficient. In the comparative study between NCh433-2012 and E.030-2018, it was found that the design spectrum is 25% higher in the Chilean standard. The main difference between both regulations is attributed to the seismic history of each country; consequently, the design spectra are developed accordingly. As is well known, the 1960 earthquake in Chile was the largest recorded worldwide, which justifies higher seismic demands.

According to standard E.030-2018, compliance with the interstory drift limits was observed in both the “x-x” and “y-y” directions. However, under standard NCh433-2012, the drift limit established in Section 5.9.2, which specifies that interstory drifts should not exceed 0.002h, was exceeded. This exceedance was observed at the second and third stories in the “x-x” direction, where the drift was 25% higher compared to E.030-2018, while in the “y-y” direction the established limit was satisfied.



In conclusion, standard NCh433-2012 provides greater safety in the seismic analysis of a conventional moment-resisting frame building compared to standard E.030-2018, as evidenced by the lower interstory drifts obtained.

Keywords: *Design configuration, seismic behavior, buildings, moment-resisting frames, standards*

.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En los últimos años en el mundo, se ha presenciado una sucesión de devastadores terremotos de considerable magnitud a nivel mundial. La memoria colectiva retiene vívidamente la impronta dejada por estos desastres. La ocurrencia de terremotos en regiones tan alejadas como Turquía y Siria durante el año 2023 con magnitudes de 7.8 y 7.5, que causaron la destrucción de miles de edificios y la pérdida de vidas humanas, un llamado de atención a escala global respecto a la imperiosa necesidad de comprender y prevenir los efectos catastróficos derivados de la actividad sísmica. La respuesta de las autoridades a nivel mundial ha consistido en una constante mejora de las normativas vinculadas a la actividad sísmica, con un énfasis particular en la preservación de vidas humanas y la reducción de los daños materiales.

Los terremotos son eventos naturales impredecibles que pueden causar devastación a gran escala. Hace 54 años, el terremoto más destructivo en la historia del Perú desencadenó un deslizamiento de tierra que sepultó la ciudad de Yungay en Áncash. Con una magnitud de 7.9, este evento dejó una cifra impactante de 80,000 muertos, 20,000 desaparecidos y miles de heridos. La tragedia llevó a la creación de organismos de prevención de desastres. Perú se encuentra en una zona de alta actividad sísmica conocida como el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica están en constante fricción, acumulando energía que puede liberarse en un terremoto, (Capuñay, 2021).

En la ciudad de Abancay, capital del departamento de Apurímac, se ha observado en los últimos cinco años un cambio significativo en la construcción de edificaciones. Se ha pasado de utilizar materiales tradicionales de la zona, como el adobe, a optar por el concreto armado. Sin embargo, este cambio ha estado acompañado de una alta tasa de autoconstrucción, que en muchas ocasiones no cumple con las normas establecidas en el



Reglamento Nacional de Edificaciones. Esta informalidad en la construcción podría poner en riesgo la resistencia de las estructuras ante un sismo, y es importante recordar que en 2001 se registró un terremoto de magnitud 5.8 en la región de Apurímac.

Esta investigación tiene como objetivo principal comparar la configuración de diseño sísmico de las normas mencionadas, con un enfoque en las deformaciones y solicitaciones estructurales. Asimismo, busca evaluar el impacto de la informalidad en la construcción en la seguridad de las viviendas populares en Apurímac. El resultado de este estudio proporcionará una comprensión más profunda de las diferencias entre las normas y las implicaciones de la informalidad en la construcción en una zona de mediana actividad sísmica, lo que puede contribuir a mejorar la resistencia de las estructuras y la seguridad de la población.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la más eficiente configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024?

1.2.2 Problemas específicos

- **PE1:** ¿Cuál es la fuerza cortante basal más eficiente en el diseño sísmico estático de una edificación aporticada de 5 niveles, según las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?
- **PE2:** ¿Cuál es la fuerza dinámica más eficiente en el diseño sísmico dinámico de una edificación aporticada de 5 niveles, según las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?
- **PE3:** ¿Cuál es la configuración más eficiente del espectro de diseño sísmico para una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?



- **PE4:** ¿Cuál es la configuración de diseño sísmico más eficiente para minimizar el desplazamiento lateral en una edificación aporricada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?

1.3 Justificación de la investigación

Esta investigación se fundamentó en la necesidad de comprender y evaluar las normativas de diseño sísmico en el contexto de la ciudad de Abancay, Apurímac, Perú. La seguridad estructural ante sismos es una preocupación crucial en esta región propensa a la actividad sísmica, y la correcta implementación de estas normas es esencial para garantizar la resistencia de las edificaciones y la protección de vidas humanas y bienes materiales. En el campo de la ingeniería sismo resistente, es fundamental estar al tanto de las últimas tendencias y normativas en constante evolución. Las normas de diseño sismo resistente se actualizan continuamente para adaptarse a los avances en la comprensión de la dinámica sísmica y para proporcionar directrices más efectivas en la construcción de edificaciones resistentes a terremotos.

El propósito principal de esta investigación es identificar cuál de las normativas de diseño sismo resistente es más eficaz en el contexto de la construcción de edificios de concreto armado en Abancay. Dado que las normas de diseño en América Latina, como en Perú, a menudo se derivan de estándares internacionales, como la norma americana ASCE/SEI 7-22, es esencial realizar una comparación detallada de los resultados que estas normativas generan en el diseño y la resistencia estructural.

Esta tesis no solo tiene relevancia para la comunidad de ingeniería civil, sino que también se traduce en un beneficio directo para la sociedad en su conjunto. El diseño y la construcción de edificaciones de acuerdo con las normas más eficaces pueden marcar la diferencia en la seguridad de las personas y en la reducción de pérdidas humanas.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivo de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Comparar la configuración de diseño de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012 en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, en Abancay 2024.

2.1.2 Objetivos específicos

- **OE1:** Comparar la fuerza cortante basal estático en el diseño sísmico, de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.

- **OE2:** Comparar la fuerza cortante dinámico en el diseño sísmico, de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.

- **OE3:** Comparar el espectro de diseño sísmico, de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.

- **OE4:** Comparar el desplazamiento lateral en el diseño sísmico, de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Mejora de la configuración de diseño sísmico de una edificación aporticada de 5 niveles en Abancay 2024, aplicando las normas E.030-2018 y NCh433-2012.

2.2.2 Hipótesis específicas

- **HE1:** Mejorar de la fuerza cortante basal estática en el diseño sísmico de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.
- **HE2:** Mejorar de la fuerza cortante dinámico en el diseño sísmico de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.
- **HE3:** Mejorar del espectro de diseño sísmico de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.
- **HE4:** Mejorar del desplazamiento lateral en el diseño sísmico de una edificación aporticada de 5 niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.

2.3 Operacionalización de variables

2.3.1 Variable independiente

- Configuración de diseño según las normas E.030-2018 y NCh433-2012

2.3.2 Variable dependiente

- Comportamiento sísmico

Tabla 1 — Operacionalización de variable

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
TÍTULO: Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024					
TIPO DE VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	
<p>Variable Independiente</p> <p>Configuración de diseño de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012</p>	<p>“Las medidas de las dimensiones, así como columnas, vigas, losas, muros estructurales, caja de ascensor y escalera del proyecto se determinaron principalmente basándose en la literatura peruana sobre el pre-dimensionamiento de edificaciones.” (Blanco 1994).</p>	<p>V: Fuerza cortante basal</p>	<p>Z: Zona sísmica</p>	<p>normas E.030-2018 y NCh433-2012</p>	
			<p>U: Factor de uso</p>	<p>normas E.030-2018 y NCh433-2012</p>	
			<p>C: Factor de amplificación sísmica</p>	<p>normas E.030-2018 y NCh433-2012</p>	
			<p>S: Factor de suelo</p>	<p>normas E.030-2018 y NCh433-2012</p>	
	<p>“Esta norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios sismorresistentes”, (E.030, 2018).</p>	<p>“Que la norma NCh-433-2012 establece parámetros específicos para el diseño sísmico de edificios acorde los parámetros de diseño”, (NCh433-2012).</p>	<p>Espectro de diseño</p>	<p>Sa: Espectro respuesta de diseño</p>	<p>Simulación en ETABS</p>
				<p>T: Periodo fundamental de edificio</p>	<p>Simulación en ETABS</p>
			<p>Desplazamiento lateral</p>	<p>Concreto armado ($\frac{\Delta_i}{h_{ei}} = 0.007$)</p>	<p>Simulación en ETABS</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Comportamiento sísmico</p>	<p>“En el estudio del comportamiento sísmico, comprende tanto el movimiento estático como dinámico de las estructuras frente a la acción de los terremotos, con el objetivo de mitigar los posibles riesgos que puedan surgir como resultado de estos eventos, (Bazan, y otros, 2004).</p>	<p>Sismo</p>	<p>Estático</p>	<p>Simulación en ETABS</p>	
			<p>Dinámico</p>	<p>Simulación en ETABS</p>	
<p>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA</p> <p>Claves</p> <p>$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$: Límite para la distorsión del entrepiso</p>					



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

a) Antecedentes internacionales

(Jilberto , 2020), constituye un referente metodológico y normativo para la presente tesis, al aportar criterios sobre la estimación de parámetros de diseño sísmico según la norma NCh433. En dicho estudio, titulado “Estimación de los parámetros de diseño sísmico en marcos arriostrados concéntricamente, según la norma NCh433”, el autor tuvo como objetivo estimar los principales parámetros de diseño sísmico aplicables a edificaciones de acero, contribuyendo a la limitada base de datos existente y proporcionando un respaldo teórico para el diseño estructural a largo plazo. La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel descriptivo–explicativo, y analizó el comportamiento sísmico de estructuras de acero mediante la evaluación de parámetros fundamentales como la sobrerresistencia, la ductilidad y el factor de modificación de respuesta. El estudio consideró nueve arquetipos bidimensionales de marcos especiales arriostrados concéntricamente (SCBF), ubicados en la zona sísmica 3 y sobre suelos tipo C, D y E, de acuerdo con la norma chilena NCh433, generándose un total de 27 modelos estructurales. Para el diseño y análisis estructural se emplearon las normas AISC 360 y AISC 341, así como el software SAP2000, realizándose posteriormente un análisis no lineal estático (Pushover) conforme a las directrices del FEMA P695. Los resultados evidenciaron un sobredimensionamiento general de los elementos estructurales, reflejado en valores elevados de sobrerresistencia, ductilidad y factor de modificación de respuesta, concluyéndose que las edificaciones de baja y mediana altura presentan un comportamiento sísmico favorable, mientras que en edificaciones de gran altura se incrementa la probabilidad de colapso estructural.

(Calo, 2019), constituye un referente metodológico para la presente tesis, al evidenciar la importancia de evaluar el desempeño sísmico y la seguridad estructural de edificaciones de acero a partir de los parámetros normativos establecidos en la norma NCh433. En su investigación titulada “Desempeño sísmico de edificaciones con marcos arriostrados excéntricamente con enlaces cortos diseñados según la NCh433”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de edificaciones de acero con marcos arriostrados excéntricamente (EBF), empleando enlaces cortos como mecanismo de disipación de energía en el marco de la normativa chilena. El estudio fue de tipo aplicado, con nivel explicativo, y consideró como población a los sistemas estructurales con EBF, seleccionándose como muestra 55 modelos estructurales no lineales a partir de 135 combinaciones posibles, correspondientes a nueve arquetipos de marcos planos con alturas variables de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12 y 16 niveles, considerando la variabilidad de la demanda sísmica según las zonas sísmicas I, II y III, así como los tipos de suelo A, B, C, D y E establecidos en la NCh433. Para el análisis estructural se empleó la metodología FEMA P695, utilizando la plataforma OpenSees como instrumento principal, mediante la aplicación de análisis no lineal estático (Pushover) y análisis dinámico incremental (IDA), prestándose especial atención al modelado del comportamiento inelástico de los enlaces cortos a través del modelo propuesto por Radhman y Ghobarah, calibrado con resultados experimentales para acero ASTM A36. Los resultados evidenciaron que las edificaciones de hasta ocho niveles presentan una adecuada capacidad de incursión en el rango inelástico, lo que indica que los factores de reducción sísmica propuestos por la NCh433 conducen a diseños conservadores ($R^* < R$); sin embargo, en edificaciones de mayor altura se observó una sobrestimación de la capacidad estructural ($R^* > R$), lo cual fue confirmado mediante el análisis dinámico incremental, donde las razones de margen de colapso (CMR) alcanzaron valores elevados en estructuras de baja altura ($4 < CMR < 7$), mientras que en edificaciones de doce y dieciséis niveles los valores se aproximaron a la unidad ($CMR \approx 1$), sugiriendo un mayor riesgo de colapso en edificios altos diseñados conforme a la NCh433.



b) Antecedentes nacionales

(Jaico, y otros, 2021), constituyen un referente para la presente tesis, al aportar criterios para la evaluación de la configuración estructural y su influencia en el comportamiento sísmico de edificaciones que requieren ampliación en altura. En su investigación titulada el objetivo fue evaluar cómo la configuración estructural influye en el comportamiento sísmico de una edificación de dos niveles ubicada en la ciudad de Ica. El estudio tuvo un enfoque descriptivo y contempló un análisis exhaustivo de la configuración estructural tanto en planta como en altura. Los resultados del análisis en planta evidenciaron que la edificación no presentó problemas de torsión, debido a la coincidencia de los centros de masa y rigidez, así como a la adecuada disposición de pórticos en la dirección X. Asimismo, en la configuración en altura no se identificaron irregularidades significativas. Se concluyó que el comportamiento sísmico favorable de la estructura se debe principalmente a su adecuada configuración estructural y a la correcta disposición de sus elementos resistentes.

(Alvarado, 2022), desarrolló la investigación titulada “Respuesta sísmica para una edificación residencial de concreto armado acorde a las normas sudamericanas de la zona del Pacífico. Estudio de caso para Perú, Chile y Ecuador”, cuyo objetivo principal fue estimar la respuesta sísmica de una edificación de concreto armado representativa de residencias multifamiliares modernas de mediana altura en la zona sur del Perú, considerando las disposiciones de las normas sísmicas vigentes de Perú (E.030-2018), Chile (NCh433-2012) y Ecuador (NEC-2015). El estudio tuvo como finalidad destacar los aspectos más relevantes de dichas normativas e identificar posibles parámetros ausentes que influyen de manera significativa en la demanda estructural. La metodología empleada se basó en el análisis modal espectral para la estimación de la respuesta sísmica, evaluándose fuerzas cortantes, aceleraciones espectrales y desplazamientos relativos de entrepisos. Para ello, se consideraron variables como la zonificación sísmica, la tipología de suelos, la categoría de uso y el sistema estructural, estableciéndose además un esquema uniforme para la comparación de los límites de desplazamiento relativo entrepisos definidos en cada normativa. El análisis se realizó mediante modelos numéricos computacionales de una edificación de concreto armado de diez niveles, conformada por pórticos y muros estructurales. Entre los principales resultados se



identificó que la mayor demanda de aceleración a nivel de superficie en regiones costeras, para suelos rocosos ($V_s \geq 900$ m/s), corresponde a la normativa peruana, seguida por la ecuatoriana y la chilena. Asimismo, se observó que las disposiciones reglamentarias del Perú presentan las mayores demandas sísmicas y los límites más restrictivos para distintas condiciones de suelo y zonas sísmicas, evidenciando su mayor nivel de exigencia en comparación con las otras normativas analizadas.

(Chipana , y otros, 2022), desarrollaron la investigación titulada “Evaluación del comportamiento sísmico del Hospital San Juan de Dios Ayaviri, de acuerdo con las normas E.030-2003 y E.030-2018”, cuyo objetivo principal fue evaluar el comportamiento sísmico del Hospital San Juan de Dios de Ayaviri, ubicado en la provincia de Melgar, departamento de Puno, mediante la aplicación comparativa de la Norma Técnica Peruana E.030 en sus versiones 2003 y 2018. El estudio se desarrolló bajo un enfoque no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo, empleando como instrumento de evaluación las disposiciones normativas de la E.030 y utilizando el software ETABS para el procesamiento y análisis de las variables estructurales. La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico, considerando los pabellones A y B de la edificación hospitalaria, ambos de tres niveles, por ser representativos del sistema estructural existente y relevantes para el cumplimiento de los objetivos planteados. La recolección de información se sustentó en los requisitos establecidos para la ejecución del análisis dinámico modal espectral conforme a la Norma E.030, utilizando documentación técnica existente de la edificación, la cual fue verificada in situ con la finalidad de descartar modificaciones o variaciones respecto al diseño estructural original. Los resultados obtenidos evidenciaron que la respuesta estructural evaluada con la norma E.030-2018 presentó una reducción en comparación con la versión E.030-2003, con disminuciones comprendidas entre 26.19 % y 37.77 % en determinados parámetros de respuesta. Asimismo, se observó que los desplazamientos máximos y las derivas máximas de piso experimentaron incrementos que oscilaron entre 0.17 % y 200.00 % en los modelos optimizados de los pabellones A y B, mientras que las fuerzas cortantes se redujeron en un rango de 2.11 % a 27.11 %. Por otro lado, la incorporación de aisladores sísmicos en la base de las estructuras generó incrementos en los desplazamientos máximos del orden de 21.53 % a 39.57 %, acompañados de una reducción significativa de las



derivadas máximas de piso, comprendida entre 71.34 % y 85.28 %. En cuanto a la fuerza cortante máxima, se registró en el pabellón A una disminución de 21.34 % y 18.42 %, mientras que en el pabellón B se evidenció un ligero incremento de 3.59 % y 2.14 %. Finalmente, los resultados permitieron refutar la hipótesis alterna planteada, rechazándose la variación significativa del comportamiento sísmico en función de los desplazamientos máximos y derivadas de piso; sin embargo, para el parámetro de fuerza cortante basal se aceptó la variación observada, concluyéndose que, al tratarse de un decremento, el comportamiento sísmico de las estructuras existentes del Hospital San Juan de Dios de Ayaviri no presentaría variaciones significativas frente a eventos sísmicos que puedan generar daños relevantes en los elementos estructurales.

(Porras, 2022), desarrolló un estudio que analiza comparativamente la influencia de las versiones 2006 y 2018 de la norma E.030 en el diseño estructural y la capacidad sísmica de edificaciones educativas. En su tesis titulada “Influencia de la norma E.030-2006 y E.030-2018 en el diseño estructural del pabellón ‘G’ del Colegio José Granda – San Martín de Porres, 2022”, desarrolló una investigación con el propósito de analizar y determinar la capacidad estructural del pabellón “G” del citado centro educativo, tomando como referencia las disposiciones establecidas en las normas E.030 de los años 2006 y 2018. El objetivo general del estudio consistió en evaluar la influencia de dichas normativas en la capacidad estructural de la edificación, ubicada en el distrito de San Martín de Porres, mediante un análisis comparativo que consideró parámetros fundamentales del diseño sísmico, tales como el factor de zona sísmica, el factor de amplificación de suelo y el coeficiente de amplificación sísmica. La metodología empleada correspondió a una investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental y nivel descriptivo, utilizándose un muestreo no probabilístico. El modelamiento estructural se realizó mediante el software ETABS, empleándose cuadros comparativos para evaluar la influencia positiva o negativa de cada normativa en la respuesta estructural posterior a un evento sísmico. El análisis permitió verificar que el diseño estructural cumpla con los parámetros establecidos por la normativa vigente, garantizando que la edificación sea capaz de soportar adecuadamente la acción sísmica. Finalmente, el estudio contribuyó al conocimiento sobre la respuesta sísmica de edificaciones educativas, evidenciando la importancia de la



actualización normativa y su incidencia directa en la seguridad estructural, aspecto que guarda estrecha relación con la presente tesis.

c) Antecedentes locales

(Teves Torres, 2023), desarrolló una investigación orientada a evaluar el desempeño estructural de una edificación universitaria mediante análisis estático no lineal, aplicando criterios de desempeño estructural. En la dicha investigación, el objetivo fundamental fue determinar el desempeño estructural del bloque II de las aulas inteligentes de la Universidad Tecnológica de los Andes mediante la aplicación del análisis estático no lineal, empleando el método Pushover. La metodología utilizada fue de tipo básica, con enfoque cuantitativo, método deductivo, nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. El análisis permitió determinar la respuesta estructural de la edificación en el eje global “X”, donde se alcanzó un nivel de desempeño de Seguridad de Vida (LS), registrándose un desplazamiento máximo de 0.1658 m y una cortante basal actuante de 1312.7762 tonf. De manera similar, para el eje global “Y”, la estructura alcanzó un nivel de desempeño de Ocupación Inmediata (IO), con un desplazamiento máximo de 0.092085 m y una cortante basal de 973.8555 tonf. En concordancia con los resultados del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda, el autor señala que una gran proporción de viviendas particulares en el territorio nacional han sido construidas en concreto armado sin contar necesariamente con estudios de vulnerabilidad sísmica. En ese contexto, la investigación tuvo como finalidad contrastar y validar la aplicación de conceptos normativos de origen norteamericano en la realidad nacional, aportando criterios técnicos que puedan ser utilizados por estudiantes y profesionales de la ingeniería estructural, y contribuyendo al desarrollo del conocimiento en el marco de lo establecido por la Ley Universitaria N.º 30220.

(Auccahuasi, 2022), constituye un antecedente relevante y una referencia metodológica para la presente tesis, al analizar comparativamente la influencia de distintas versiones de la norma sísmica peruana en el diseño estructural y la capacidad resistente de edificaciones educativas. De acuerdo con el estudio realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) en el año 2007, la



ciudad de Abancay se encuentra clasificada como una zona de elevada actividad sísmica, lo que hace necesario evaluar y prever el comportamiento sismorresistente de las edificaciones esenciales frente a la ocurrencia de un sismo severo, con la finalidad de mitigar y prevenir posibles daños estructurales y no estructurales. El objetivo fundamental de la investigación fue evaluar la vulnerabilidad sísmica del diseño estructural del pabellón de Ingeniería de Minas de la sede central de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), mediante la aplicación de un análisis estático no lineal, empleando la metodología propuesta por el Dr. Miguel Mosqueira Moreno, la cual permite evaluar tanto la vulnerabilidad estructural como la no estructural de edificaciones existentes. La investigación presentó un alcance descriptivo, con un diseño no experimental. La población estuvo conformada por los bloques que integran la edificación, y se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia. Como parte del estudio, se realizó una evaluación preliminar y un análisis de la documentación técnica existente relacionada con la construcción del edificio; asimismo, se ejecutó el ensayo de esclerometría con la finalidad de estimar la resistencia a la compresión del concreto en los elementos estructurales. Con la información obtenida, se procedió al modelamiento de la estructura mediante el programa computacional ETABS, lo que permitió desarrollar el análisis estructural y formular las conclusiones y recomendaciones correspondientes. Los resultados evidenciaron que la edificación presenta irregularidad torsional y un sistema estructural conformado por pórticos de concreto armado, concluyéndose que la vulnerabilidad sísmica del diseño estructural del pabellón de Ingeniería de Minas de la sede central de la UNAMBA es alta, considerando el nivel de desempeño alcanzado, el comportamiento sísmico, el estado actual de la edificación y la estabilidad de sus tabiques.



3.2 Marco teórico

3.2.1 Configuración de diseño

“Las medidas de las dimensiones, así como columnas, vigas, losas, muros estructurales, caja de ascensor y escalera del proyecto se determinaron principalmente basándose en la literatura peruana sobre el pre-dimensionamiento de edificaciones.”, (Blanco, 1994).

“El concepto de configuración está relacionado con la respuesta de las edificaciones durante los eventos sísmicos: las edificaciones de configuración regular tienden a sufrir menos daños que las de configuración irregular”, (Domínguez, 2013).

3.2.2 Comportamiento sísmico

“El comportamiento sísmico de una estructura aporticada, se refiere a la capacidad de la estructura para resistir y disipar las fuerzas generadas durante un terremoto. En este tipo de estructuras, los marcos o pórticos actúan como el principal sistema de resistencia lateral, respondiendo a los movimientos sísmicos a través de la flexión de las vigas y columnas, lo que permite que la carga sísmica se distribuya y se controle de manera eficiente”, (Araujo, 2026).

3.2.3 Conceptos que sustentan la investigación

Los sismos, también conocidos como terremotos, son movimientos de la Tierra que generan vibraciones en su superficie. Pueden ser desencadenados por diversas causas, como la actividad volcánica, colapsos en cuevas subterráneas o explosiones. Sin embargo, los más notables son los sismos tectónicos, que resultan de movimientos súbitos en las placas terrestres, liberando una gran cantidad de energía almacenada en las rocas en forma de ondas vibratorias que se propagan por la corteza terrestre.

Estas vibraciones pueden representar un peligro para las construcciones en la superficie, ya que las fuerzas de inercia generadas por el movimiento pueden ocasionar daños significativos en los edificios.

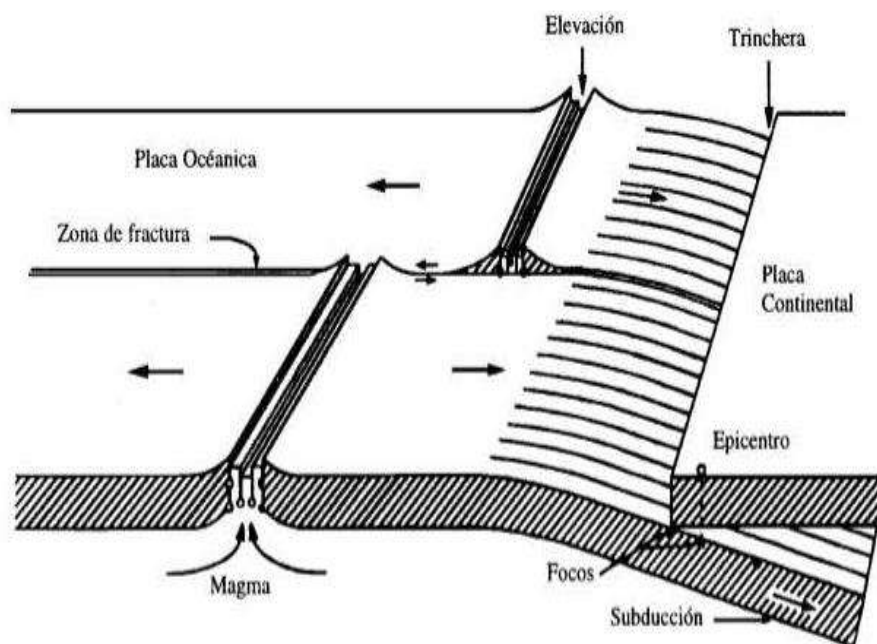


Además de las vibraciones, existen otros efectos sísmicos, como la licuefacción del suelo, deslizamientos de laderas y la formación de grietas en el terreno, que también pueden afectar las estructuras.

Los sismos se originan en zonas de contacto entre placas tectónicas, y se identifica un punto subterráneo denominado foco o hipocentro como el lugar de inicio del movimiento. El punto en la superficie terrestre directamente sobre el hipocentro se llama epicentro.

A nivel mundial, la actividad sísmica tiende a concentrarse en los bordes de las placas tectónicas, con una fuerte presencia en el conocido cinturón pacífico, que incluye la costa del Pacífico de Perú.

En Perú, la mayoría de los sismos ocurren en la zona de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana.



FUENTE: (Bazan, y otros 2004)

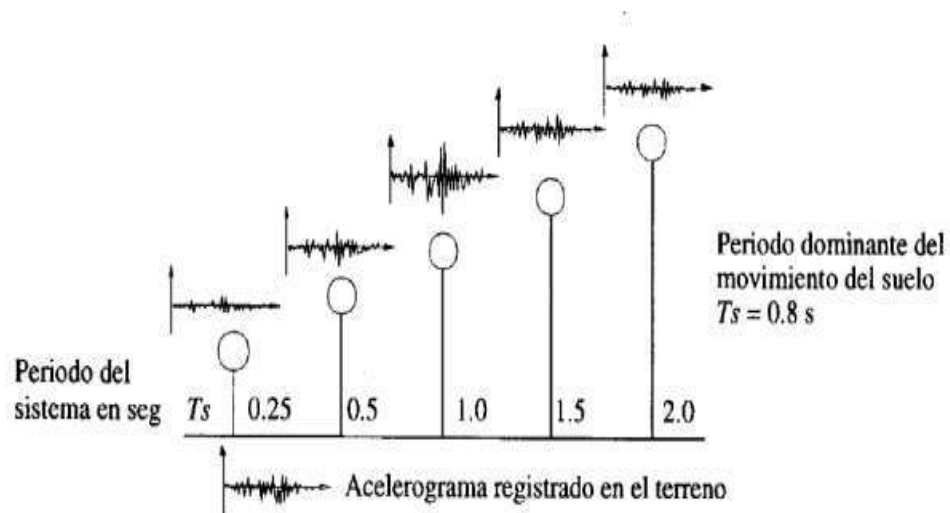
Figura 1 — Movimientos de placas y generación de sismos

3.2.4 Efectos sísmicos en los edificios de la acción sísmica

La vibración en un edificio depende de cómo se mueve el suelo y de las propiedades del edificio. Para sismos moderados, se pueden usar métodos de análisis lineales. Un edificio se puede simplificar como un sistema de un grado de libertad con un período similar al de la estructura. La amplitud de respuesta depende de la relación entre el período del edificio y el del suelo.

Un edificio real es más complejo y su respuesta es difícil de predecir. La intensidad del movimiento aumenta con la altura. A medida que la intensidad del sismo aumenta, las propiedades de la estructura cambian. Los materiales, como el acero y el concreto, se comportan de manera diferente bajo sollicitaciones elevadas.

Los elementos no estructurales, como revestimientos y paredes divisorias, también influyen en la rigidez. Después de cierto punto, la rigidez disminuye drásticamente, y entran en juego efectos de amortiguamiento más fuertes. Esto se llama ductilidad, que es la capacidad de mantener la resistencia ante deformaciones significativas.



Claves

T_s : Período de vibración expresado en segundo 5s

FUENTE: (Bazan, y otros 2004)

Figura 2 — Acelero grama registrado en el terreno



3.3 Marco conceptual

3.3.1 Parámetros para determinar la fuerza sísmica

Se utilizó la normativa peruana de diseño sismorresistente E.030-18 como punto de partida para comprender el sentido de cada norma internacional para análisis y realizaron comparaciones con los aspectos más notables de la norma chilena NCh433-2012 que será examinada.

3.3.2 Zonificación sísmica

La mayoría de las normas internacionales en cuanto al diseño sismorresistente tienen como objetivo principal que las estructuras puedan resistir sismos de distintas magnitudes. Esto implica que deben soportar sismos leves sin sufrir daños significativos, afrontar sismos moderados con daños que pueden repararse en elementos no estructurales y resistir sismos severos sin colapsar, aunque puedan presentar daños estructurales importantes. La razón detrás de este enfoque es que proporcionar una protección total contra todos los tipos de sismos no resulta económicamente viable. En estas normas, se representa el sismo de diseño mediante un factor que refleja la aceleración pico efectiva en la base rocosa, según las probabilidades previamente descritas. Este valor se obtiene a partir de mapas de zonificación, como se muestra. En el caso de la norma peruana diseño sismorresistente E.030-18, este factor de zona se representa con la letra Z. Este factor se entiende como la aceleración horizontal máxima en un suelo firme que tiene una probabilidad del 10% de ser superada en un período de 50 años. El factor Z se expresa en términos de la aceleración de la gravedad.

3.3.2.1 Zonificación sísmica en la norma peruana E 0.30-2018

Según esta norma está dividida en cuatro zonas las cuales se menciona en norma E.030-18 artículo 10.1 zonificación de factores de zona.



Tabla 2 — Factores de zona "Z" en Perú.

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

NOTA
 Tabla de zona sísmica de Perú
 FUENTE: (E.030 2018)



FUENTE: (E.030, 2018)

Figura 3 — Mapa de zonificación sísmica de Perú

3.3.2.2 Zonificación sísmica de la norma chilena NCh433

Según la norma chilena NCh433-2012 la zonificación sísmica está en tres zonas las cuales mencionan en el artículo 4.1 zonificación sísmica.

Tabla 3 — Factores de zona de norma chilena A_0

ZONA SÍSMICA	A_0
1	0.20g
2	0.30g
3	0.40g
NOTA: Tabla de la zona sísmica de Chile Claves: A_0 : Aceleración efectiva máxima	

3.3.3 Perfiles de suelo

La respuesta sísmica de los edificios está directamente influenciada por las vibraciones del suelo y el diseño estructural. En ocasiones, un edificio con la capacidad estructural para resistir un terremoto puede colapsar debido a las condiciones específicas del suelo en el que se encuentra. La geología local y las propiedades del suelo desempeñan un papel crucial en la dinámica del terreno, ya que afectan directamente a la aceleración experimentada en la base rocosa de la ubicación.

El paso de una onda sísmica a través de los estratos del suelo hasta alcanzar la cimentación de una estructura conlleva modificaciones en sus características. Esto ocurre porque el suelo actúa como un filtro, ajustando ciertos aspectos de la onda a sus propiedades dinámicas, lo que puede dar lugar a efectos de amplificación o atenuación de los movimientos. Además, otros factores, como el espesor del suelo y las características de amplitud y frecuencia de los movimientos originales, también influyen en este proceso.

3.3.3.1 *Perfiles de suelo de la norma peruana E.030-2018*

Dentro de la norma peruana E.030-2018, se aborda el impacto del suelo en los movimientos sísmicos mediante el factor de Suelo S . Este factor se calcula a partir de las ondas de corte en el suelo donde se va a fundar la edificación. Además, se realizan ensayos de penetración estándar

(SPT) para determinar estas propiedades. Estas propiedades se determinan para los 30 metros superiores del perfil de suelo, de acuerdo como lo indica en la norma E.030-2018.

Tabla 4 — Clasificación de los perfiles de suelo de la norma E.030-2018.

Clasificación de los perfiles de suelo			
Perfil	V_s	N_{60}	S_U
S_0	$> \frac{1500m}{s}$	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	100kPa a 100kPa
S_3	$< 180 \frac{m}{s}$	< 15	25kPa a 50kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

FUENTE: (E.030, 2018)

Claves:

V_s : Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte

N_{60} : Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar

S_U : Promedio ponderado de la resistencia al corte

3.3.3.2 *Perfiles de suelo de la norma chilena NCh433-2012*

La norma chilena NCh433-2012. Presenta un espectro que carece de una superficie plana para lograr la máxima aceleración, en cambio, esta alcanza su valor máximo solo en el momento T_0 , el cual varía según el tipo de suelo.

Tabla 5 — Clasificación y propiedades del suelo y roca, NCh433-12.

Tipo de suelo	Vs 30 (m/s)	RQD	qu (Mpa)	N1 (golpes/pie)	Su (Mpa)
A Roca suelto cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 1.0 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	-	-
B Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		≥ 0.4 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	-
C Suelo denso o firme	≥ 350		≥ 0.3 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	-
D Suelo medianamente denso o firme	≥ 180		-	≥ 30	≥ 0.05
E Suelo de compacidad, o consistencia mediana	≥ 400		-	≥ 20	< 0.05
F Suelos especiales	-	-	-	-	-

FUENTE: (NCH433, 2012)

Claves:

V_S: Velocidad de propagación de ondas de corte

q_u: Resistencia a la compresión simple del suelo

3.3.4 Factor de amplificación sísmica

La construcción aumenta la magnitud de la aceleración que experimenta en su base, en relación a su periodo fundamental de vibración y de acuerdo al perfil del espectro. En las regulaciones sísmicas, esta ampliación también está influenciada por las propiedades del suelo sobre el cual está fundada la estructura.

La normativa peruana para el diseño sísmico resistente E.030 2018 aborda la amplificación a través del factor C. Esto implica de acuerdo al periodo y los valores T_P y T_L.

3.3.4.1 Factor de amplificación sísmica de la norma peruana E.030-2018

De acuerdo a la característica de Abancay, se define el factor de amplificación sísmica C por las siguientes expresiones.

$$T < T_p \quad C = 2.5 \quad (1)$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T}\right) \quad (2)$$

$$T_L < T \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2}\right) \quad (3)$$

Nomenclatura:

T: Periodo fundamental de la estructura para el análisis o periodo de un modo en el análisis dinámico.

T_P: Periodo que define la plataforma del factor C.

T_L: Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

C: Factor de amplificación sísmica.

T: Representa el período conforme a la definición del período fundamental de vibración. Este coeficiente se entiende como el multiplicador que aumenta la aceleración de la estructura en comparación con la aceleración en el suelo.

3.3.4.2 Factor de amplificación sísmica de la norma chilena NCh433-2012

La norma chilena NCh433-12 incluye un valor de coeficiente sísmico denominado 'C', el cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{2.75 * S * A_0}{g * R} * \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n \quad (4)$$

S, n, T': Parámetros relativos al tipo de suelo.

A₀: Aceleración máxima efectiva, función de la ubicación geográfica. donde se emplazará la obra.

R: Factor de modificación de la respuesta de la estructura.

T*: Período de vibración del modo con mayor masa traslacional en cada una de las direcciones de la acción sísmica considerada en el análisis. En ningún caso el valor de C será menor que SA₀/6g. El valor de C no necesita ser mayor que la indicada tabla 6.



Tabla 6 — Valores máximos del coeficiente sísmico C

R	C máx.
2	0.90 SA_0/g
3	0.60 SA_0/g
4	0.55 SA_0/g
5.5	0.40 SA_0/g
6	0.35 SA_0/g
7	0.35 SA_0/g

FUENTE: (NCH433, 2012)

Claves:

S: Parámetros relativos al tipo de suelo

A₀: Aceleración máxima efectiva, función de la ubicación geográfica donde se emplazará la obra.

g: Aceleración de gravedad

$$A = \frac{1+4.5*\left(\frac{T_n}{T_0}\right)^p}{1+\left(\frac{T_n}{T_0}\right)^3} \quad (5)$$

T_n: Periodo de vibración del modo “n”.

T₀, p: Parámetros relativos al tipo de suelo de fundación según la clasificación de la Tabla 7.

Tabla 7 — Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo en Chile.

PARÁMETROS QUE DEPENDEN DEL TIPO DEL SUELO					
Suelo	S	T_0	T'	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0

NOTA:
S, n, T' Depende de parámetros relativos al tipo de suelo
 FUENTE: (NCh433, 2012)

3.3.5 Factor de uso o importancia

A pesar de la variedad de objetivos de rendimiento y la complejidad que implica tratar de cumplir con ellos, los códigos se limitan a contemplar un único factor de uso o importancia que ajusta el espectro sísmico en función de la categoría de uso de la edificación. Esto conlleva a asignar un nivel de rendimiento más fiable a la estructura, bajo la suposición de que se logra reduciendo las demandas de ductilidad del sistema en casos de terremotos poco comunes. En términos generales, cuanto más crítico sea el propósito para el que se destine la estructura, mayor será el valor de este coeficiente, lo que, a su vez, incrementa su capacidad de resistencia.

En la normativa peruana de diseño sismorresistente E.030-2018, este valor se representa mediante el factor de uso, denotado como factor U, de manera que la aceleración de la estructura se calcula teniendo en cuenta su nivel de importancia, lo que se expresa como ZUSC. Factor de importancia de la norma peruana.

3.3.5.1 Factor de importancia de la norma peruana E.030-18

Cada construcción debe ser categorizada de acuerdo a las clases mencionadas, según la norma E.030 - 18 se presentan en la tabla

Cada construcción debe ser categorizada de acuerdo a las clases mencionadas, según la norma E.030 - 18 se presentan en la tabla siguiente. En el caso de edificios con aislamiento sísmico en la base, se puede tomar en cuenta un valor de U igual a 1.

Observación 1: Las nuevas construcciones clasificadas como A1 en las zonas sísmicas 4 y 3 deberán contar con aislamiento sísmico en su base. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad a cargo tendrá la discreción de decidir si se emplea o no el aislamiento sísmico. En caso de no utilizarlo en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U debe ser al menos 1.5.

Observación 2: En estas edificaciones, se deberá garantizar la adecuada resistencia y rigidez para las fuerzas laterales, según el juicio del diseñador del proyecto.

Tabla 8 — Factor de importancia de la norma peruana

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	U
A) Edificaciones esenciales	A1: Centros de atención médica públicos y privados de niveles II y III, según la normativa del Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A) Edificaciones esenciales	<ul style="list-style-type: none"> A2: Las construcciones esenciales son edificaciones que brindan protección durante desastres, como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas de transporte masivo, locales municipales y centrales de comunicación. Instalación de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento. 	1.5

	<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universitarios. • Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. • Edificios que almacenan archivo e información esencial del estado 	
B) Edificaciones importantes	Son edificaciones donde se concentra un gran número de personas como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses y establecimientos penitenciarios o que resguardan bienes de alto valor, como museos y bibliotecas; asimismo, se incluyen depósitos de granos y otros almacenes estratégicos para el abastecimiento.	1.3
C) Edificaciones comunes	Estructuras habituales incluyen ejemplos como: Viviendas, oficinas, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios.	1
D) Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2
<p>NOTA: El valor de U se pone de acuerdo del tipo de edificación FUENTE: (E.030, 2018)</p>		

3.3.5.2 Factor de importancia de la norma chilena NCh433-2012

El factor de importancia o el coeficiente relativo al edificio de acuerdo a la categoría de ocupación respectiva, es un elemento de relevancia.

3.3.6 Factores de reducción de fuerzas sísmicas

El factor de amortiguamiento de fuerzas sísmicas se relaciona con las propiedades de absorción y disipación de energía de la estructura resistente, junto con la experiencia acumulada en el comportamiento sísmico de diversas configuraciones y materiales de construcción. En la normativa E.030-18, el factor de reducción de fuerzas sísmicas se simboliza como "R", lo que determina el coeficiente sísmico en esta norma como "ZUSC / R".

3.3.6.1 Factor de reducción de la norma peruana E.030-2018

El valor del coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina extrayéndolo del tipo de sistema estructural. En este caso, tomaremos el valor de $R=8$, por tratarse de un porticado de concreto armado (ver Tabla 9).

Tabla 9 — Tipos de sistemas estructurales de la norma E.030-2018

SISTEMA ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN (R_0)
Pórtico	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
NOTA: El valor R_0 se coloca de acuerdo que absorbe la fuerza cortante las columnas o placas FUENTE: (E.030, 2018)	

3.3.6.2 Factor de reducción de la norma chilena NCh433-2012

El valor de ajuste R_0 o R que modifica la respuesta de la estructura se encuentra definido en la Tabla 12. Si la estructura del edificio incluye sistemas con valores de R_0 o R distintos para diferentes direcciones horizontales, el análisis sísmico debe realizarse considerando el valor más bajo de R_0 o R .

Tabla 10 — Valores máximos de los factores de la norma NCh433-12

SISTEMA ESTRUCTURAL	MATERIAL ESTRUCTURAL	R	R_0
Pórticos	Acero estructural	4	5
	Concreto armado	7	11
Muros y sistemas arriostrados	Madera	5.5	7
	Albañilería confinada	4	4
	Albañilería armada	4	4
Cualquier tipo de estructuración o material que no puede ser clasificado en alguna de las categorías anteriores		2	-
<p>NOTA:</p> <p>Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta</p> <p>FUENTE: (NCh433, 2012)</p> <p>Clave:</p> <p>R factor de modificación respuesta estructural (análisis estático)</p> <p>R_0 factor de modificación respuesta estructural (análisis modal espectral)</p>			

3.3.7 Estimación del peso

El peso propio de la estructura se refiere a la combinación de todos los componentes estructurales, que incluyen la carga permanente carga muerta y una parte del peso adicional debida a las cargas variables, como la carga viva, en función del uso de la estructura. Además.

3.3.7.1 *Estimación del peso de la norma peruana E.030 – 2018*

Siguiendo la norma E.030-18, el cálculo del peso (P) implica la inclusión de un cierto porcentaje de la carga viva o sobrecarga, determinado según lo indicado en la Tabla 19 E.030-18, a la carga permanente y total de la estructura.

Tabla 11 — Estimación del peso en la norma peruana E.030-2018

Estimación del peso P	
Edificaciones	% Carga viva
Categoría A y B	50%
Categoría C	25%
Depósitos	80%
Azoteas	25%
Tabiques, silos y estructuras similares	100%
NOTA: Estimación de peso de acuerdo en que categoría de edificación	
FUENTE: (E.030, 2018)	

3.3.7.2 *Estimación del peso de la norma chilena NCh433-2012*

Para el cálculo de las masas según la norma sísmica chilena NCh433 (2012), se consideran las cargas permanentes más un porcentaje de la sobrecarga de uso: como mínimo 25 % en edificaciones de uso habitacional privado y 50 % en edificaciones de uso público con frecuente aglomeración. El peso total P de la edificación sobre el nivel basal se determina con estos criterios, pudiéndose considerar nula la sobrecarga en techos para este cálculo.

3.3.8 **Periodo fundamental de vibración**

El tiempo necesario para que la estructura complete un ciclo de vibración se denomina "periodo" (T) correspondiente a ese modo de vibración. El periodo fundamental es el más prolongado entre estos periodos y es de suma importancia,

ya que corresponde al periodo de vibración con la masa traslacional más significativa, lo que lo convierte en crítico para la integridad de la estructura.

3.3.8.1 Periodo fundamental de vibración de la norma peruana E.030-2018

El período fundamental de oscilación T en cada orientación se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (6)$$

Tabla 12 — Valores de periodo fundamental norma E.030-2018

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN	
$C_T = 35$	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: <ul style="list-style-type: none"> a) pórticos de concreto armado sin muros de corte. b) pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
$C_T = 45$	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: <ul style="list-style-type: none"> a) pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras. b) Pórticos de acero arriostrados.
$C_T = 60$	Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.
NOTA: C_T : La altura de edificación y dividido C_T nos da el periodo FUENTE: (E0.30, 2018)	



3.3.8.2 *Periodo fundamental de vibración de la norma chilena NCh433-2012*

El cálculo del periodo fundamental de vibración T^* en todas las direcciones de acción sísmica contempladas en el análisis debe ser realizado siguiendo un método justificado y basado en fundamentos de la norma chilena NCh433-2012.

3.3.9 Procedimiento de análisis dinámico

3.3.9.1 *Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes*

Este enfoque ilustra las cargas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales aplicadas en los centros de masas de cada nivel del edificio en dos direcciones perpendiculares. Estas fuerzas se determinan al distribuir la fuerza cortante en la base de la estructura en cada nivel, utilizando los parámetros definidos en secciones anteriores. En este análisis, no se requiere una evaluación precisa del período fundamental de vibración.

3.3.9.2 *Fuerza cortante en la base de la norma peruana E.030-2018*

La cantidad total de fuerza cortante en la base de la estructura, relacionada con la dirección en cuestión, se calculará utilizando la fórmula siguiente.

$$V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P \quad (7)$$

- *El valor de C/R no deberá considerarse menor que:*
 $C/R \geq 0.125$
- **V:** Fuerza cortante en la base de la estructura.
- **Z:** Factor de zona.
- **U:** Factor de uso o importancia.
- **C:** Factor de amplificación sísmica.
- **S:** Factor de amplificación del suelo.
- **R:** Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

3.3.9.3 *Fuerza cortante en la base de la norma chilena NCh433-2012*

La fuerza cortante basal esta dado por:



$$Q_0 = C * I * P \quad (8)$$

Donde:

- Q_0 : Esfuerzo de corte basal del edificio.
- P : Peso total del edificio sobre el nivel basal.
- I : Coeficiente relativo del edificio.
- C : Coeficiente sísmico.

3.3.10 Análisis dinámico modal espectral

Cualquier edificio puede ser diseñado utilizando los resultados de análisis dinámicos a través de una técnica conocida como "combinación modal espectral". Esto implica aplicar fuerzas sísmicas a la estructura, que se derivan de un espectro de aceleraciones.

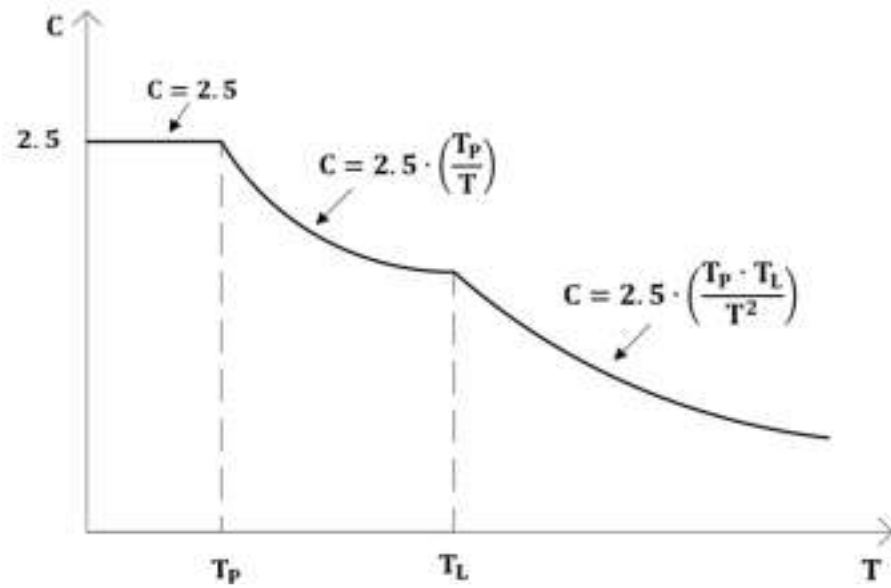
En este método, se emplean simultáneamente diferentes modos de vibración. Sin embargo, la mayoría de los códigos de diseño exigen que se consideren al menos un número mínimo de estos modos. Esto se hace para asegurarse de que el 90% de las masas efectivas de la estructura se incluyan en los cálculos de respuesta en cada dirección horizontal principal. La respuesta obtenida para cada modo de vibración se combina posteriormente utilizando algún criterio de combinación, como la "combinación cuadrática completa" (CQC) o la "raíz cuadrada de la suma de los cuadrados" (RCSC).

3.3.10.1 Aceleración espectral de la norma peruana E.030-2018

Se define la ecuación para calcular el espectro de diseño sísmica.

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g \quad (9)$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.



Claves:

T_p: Periodo corto

T_L: Periodo largo

C: Coeficiente de amplificación sísmica

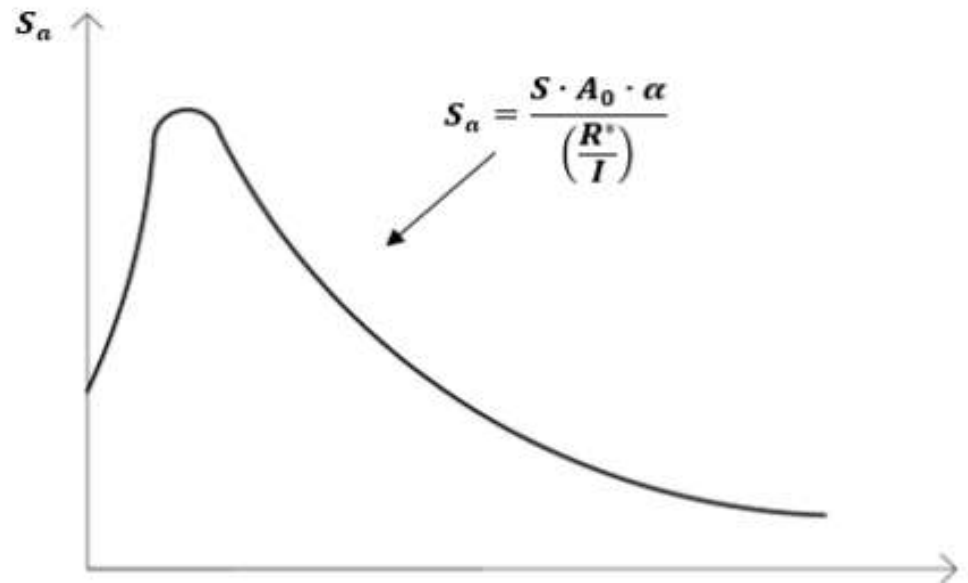
FUENTE: (E.030, 2018)

Figura 4 — Espectro de aceleraciones de diseño sísmica norma peruana

3.3.10.2 Aceleración espectral de la norma chilenas NCh433-12

Se define la ecuación para calcular el espectro de diseño sísmica.

$$S_a = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{\frac{R^2}{I}} \quad (10)$$



Claves:

S_a : Aceleración espectral

T: Periodo en (s)

FUENTE: (NCh433, 2012)

Figura 5 — Espectro de aceleraciones de respuesta diseño de la norma chilena

3.3.11 Determinación de desplazamientos laterales relativos

La diferencia en el desplazamiento lateral entre dos niveles seguidos, causada por las fuerzas sísmicas que actúan en la estructura, considerando tanto las deformaciones debidas a la traslación directa como las debidas a la traslación por torsión, se calcula de la siguiente manera

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1} \quad (11)$$

Donde:

- ❖ Δ_i : Desplazamiento lateral relativo del nivel
- ❖ δ_i ; δ_{i-1} : Desplazamientos laterales en los niveles i e $i - 1$, respectivamente

3.3.11.1 Desplazamientos laterales relativos de la norma peruana E.030-2018

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0.75R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y



elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. No deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla 13.

Tabla 13 —Límites para la distorsión de entrepiso de la norma E.030-2018

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISO	MATERIALES PREDOMINANTES $\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005
NOTA: $\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$: Limite de distorsión adimensional FUENTE: (E.030, 2018)	

3.3.11.2 Desplazamientos laterales relativos de la norma chilena NCh433-2012

La deriva extraída de Etabs no debe ser mayor que la altura de cada nivel multiplicada por 0.002. El desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en cualquier punto de la planta en cada una de las direcciones de análisis, se multiplica por altura de cada nivel. El desplazamiento relativo correspondiente medido en el centro de masas, en que h es la altura de entrepiso.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo básica, (Hernández y otros 2014), indica que la investigación básica, también denominada investigación pura, se orienta a ampliar los conocimientos científicos dentro de un campo específico, también según (Vásquez y otros 2023), la investigación básica busca comprender y profundizar los principios y conceptos fundamentales de un área del conocimiento, sin enfocarse en una aplicación práctica inmediata ni en la solución directa de problemas concretos. (pág. 18).

4.1.2 Nivel de investigación

La presente investigación fue de nivel descriptivo, (Hernández y otros 2014), indica la investigación de nivel descriptivo se orienta a detallar los fenómenos del objeto de estudio, mediante la medición y recopilación de información sobre las variables de interés.

4.2 Diseño de investigación

La presente investigación fue cuasi experimental, (Hernández y otros 2014), indica el diseño de investigación cuasi experimental adoptado es de naturaleza transversal, ya que permite examinar el estado de una o más variables y evaluar su relación en un momento específico del tiempo, también (Vásquez y otros 2023), los diseños cuasiexperimentales son similares a los diseños experimentales, pero no incluyen la manipulación de una variable independiente.

4.3 Descripción ética de la investigación

El presente estudio se desarrolló respetando las buenas prácticas de investigación, con una formación académica basada en la ética y en la observancia de los valores y principios institucionales de la universidad.



4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

La población de estudio estuvo conformada por edificaciones de concreto armado de cinco niveles ubicadas en Abancay Apurímac, con un sistema estructural de pórticos de columnas y vigas, clasificadas como viviendas multifamiliares de categoría común.

4.4.2 Método deductivo

Es perfecto para probar y validar teorías existentes y derivar conclusiones lógicas. Pertinente para obtener conclusiones validas y seguras, es útil para descubrir nuevas teorías, puede ser rígido.

4.5 Procedimiento

4.5.1 Ubicación del estudio

El análisis comparativo se llevó en la ciudad de Abancay, Apurímac, tomando como base el diseño sísmico de un edificio multifamiliar de cinco niveles construido en concreto armado, ubicado en una zona sísmica 2 según las normativas analizadas.

4.5.2 Perfiles de suelos

En el presente estudio, a partir del análisis de las normas sísmicas vigentes, se identificó un tipo de suelo intermedio, conformado principalmente por arena densa a media o grava arenosa, el cual resulta característico y común en la ciudad de Abancay, departamento de Apurímac. Este tipo de suelo presenta un comportamiento sísmico intermedio, ya que posee una rigidez y capacidad portante mayores que los suelos blandos, pero menores en comparación con suelos rocosos, lo que influye directamente en la amplificación de las aceleraciones sísmicas transmitidas a la estructura.

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.030-2018, los perfiles de suelo se clasifican en función de la velocidad promedio de propagación de ondas de corte (V_{s30}), así como de parámetros geotécnicos obtenidos mediante ensayos de campo, como el ensayo de penetración estándar (SPT).



4.5.3 Arquitectura del proyecto

Se examinó un edificio multifamiliar de cinco pisos, construido con sistema aporticado de concreto armado, cada piso tiene una altura de 3 metros. El terreno donde se construye tiene una superficie 112 metros cuadrados y el diseño es moderno, pensado para viviendas. Se distribuyen en áreas comunes como sala, comedor, dos dormitorios, cocina y un patio de servicio compartido, además de un departamento de tamaño mediano. Los siguientes cuatro pisos están destinados a departamentos. Se incluye un plano arquitectónico que muestra todos los detalles del proyecto en la figura 50.

4.5.4 Elementos estructurales de concreto armado

Tabla 14 —Características de elementos del concreto armado

Módulo de elasticidad del concreto:	$E_c = 15000 \sqrt{f'c} \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$
“Módulo de elasticidad del acero:” (E.060, 2018 pág. 50)	$E_c = 2000000 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$
Resistencia a compresión simple del concreto:	$f'c = 210 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$
Peso específico del concreto armado:	$\gamma_c = 2400 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3}$
Esfuerzo de fluencia del acero:	$f'y = 4200 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$
Módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto:	$G_c = \frac{E_c}{2.3} = 94508.98$
Módulo de Poisson del concreto:	$U_c = \frac{E_c}{2.3}$
NOTA: Fórmulas para determinar valores para Etabs FUENTE: (E.060, 2018)	

4.5.5 Predimensionamiento

4.5.5.1 Predimensionamiento de vigas

a) Vigas en eje “x”

$$H = \frac{Ln}{\alpha} \quad b = \frac{B}{20} \quad (12)$$

h: Peralte de la viga

Ln: Luz libre de la viga

b: Ancho de la viga

B: Ancho tributario

$$H_{\text{viga}} = \frac{L_{\text{libre}}}{10} \text{ a } \frac{L_{\text{libre}}}{12} \quad (13)$$

Tomaremos el promedio $h_{\text{viga}} = \frac{L_{\text{libre}}}{11}$

$$L_{\text{libre}} = 4.26 \text{ m}$$

$$H_{\text{peralte de viga}} = \frac{4.26 \text{ m}}{11} = 0.39 \text{ m} \Rightarrow \text{sera a } 0.45 \text{ m}$$

$$H_{\text{peralte de viga}} = 0.45 \text{ m}$$

$$B_{\text{base de la viga}} = \frac{B}{20} = \frac{4.39}{20} = 0.21 \text{ m}$$

$$B_{\text{base de la viga}} = 0.21 \text{ m} \cong 0.30 \text{ m como mínimo}$$

$$\therefore \mathbf{Vx = (30 \text{ cm x } 45 \text{ cm)}$$

b) Vigas en eje “y”

$$H = \frac{Ln}{\alpha} \quad b = \frac{B}{20} \quad (14)$$

h: Peralte de la viga

Ln: Luz libre de la viga será

b: Ancho de la viga

B: Ancho tributario

$$H_{\text{viga}} = \frac{L_{\text{libre}}}{10} \text{ a } \frac{L_{\text{libre}}}{12} \quad (15)$$

Tomaremos el promedio $h_{\text{viga}} = \frac{L_{\text{libre}}}{11}$

$$L_{\text{libre}} = 4.10 \text{ m}$$

$$H_{\text{peralte de viga}} = \frac{4.10 \text{ m}}{11} = 0.37 \text{ m} \Rightarrow \text{será a } 0.45 \text{ m}$$

$$H_{\text{peralte de viga}} = 0.45$$

$$B_{\text{base de la viga}} = \frac{B}{20} = \frac{3.88}{20} = 0.19 \text{ m}$$

$B_{\text{base de la viga}} = 0.19 \text{ m}$ será 0.25 m como mínimo pero se tomará 0.30 m

$$\therefore V_y = (30 \text{ cm} \times 45 \text{ cm})$$

4.5.5.2 Predimensionamiento de columnas área sección

$$B \times t = \frac{\Lambda P_g}{\eta f_c} \quad (16)$$

B x t: Área de sección transversal de columna

P_g : Carga de gravedad en columna (servicio)

Λ : Factores de seguridad

Λ : 1.10 columna central

Λ : 1.25 columna perimetral

Λ : 1.50 columna de esquina

H : Factores de seguridad

H : 0.30 columna central

H : 0.25 columna perimetral

H : 0.20 columna de esquina

Tabla 15 —Peso según categoría de edificación

Categoría de las edificaciones y factor “U” (E.030, 2018 pág. 18)		
Categoría A	Edificaciones esenciales	$P = 1500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Categoría B	Edificaciones importantes	$P = 1300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Categoría C	Edificaciones comunes	$P = 1000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
<p>Claves: P: Peso de edificación por m² FUENTE: (E.030, 2018)</p>		

a) **Columnas C1: Columnas de esquina**

Área tributaria de para columna C1 = 4.12 m²

$$B \times t = \frac{\lambda P_g}{\eta f_c} \Rightarrow b \times t = \frac{1.50 \times 4.12 \times 1 \times 5}{0.20 \times 2100} = 0.073$$

$$b = 0.30 \text{ m} \Rightarrow 0.30t = 0.073$$

$$t = \frac{0.073}{0.30} = 0.24 \text{ para mayor rigidez se tomará } \cong 0.40 \text{ m}$$

∴ C1: 30 cm x 40 cm

b) **Columnas C2: Columnas excéntricas**

Área tributaria de para columna C1 = 9.35 m²

$$B \times t = \frac{\lambda P_g}{\eta f_c} \Rightarrow b \times t = \frac{1.25 \times 8.49 \times 1 \times 5}{0.25 \times 2100} = 0.10$$

$$B = 0.40 \text{ m} \Rightarrow 0.40t = 0.10$$

$$T = \frac{0.10}{0.40} = 0.25 \text{ se tomará para mayor rigidez } \cong 0.50 \text{ m}$$

∴ C2 : 40 cm x 50 cm

c) **Columnas C1: Columnas de esquina**

Área tributaria de para columna C4 = 15.48 m²

$$b \times t = \frac{\lambda P_g}{\eta f_c} \Rightarrow b \times t = \frac{1.10 \times 15.48 \times 1 \times 5}{0.30 \times 2100} = 0.14$$

$$b = 0.50 \text{ m} \Rightarrow 0.50t = 0.14$$

$$t = \frac{0.14}{0.5} = 0.28 \text{ se tomará para mayor rigidez } \cong 0.40 \text{ m}$$

∴ C4: 50 cm x 50 cm

4.5.5.3 Predimensionamiento de losa aligerada

$$H = L_n/23 \quad S/C \leq 300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$H = L_n/20 \quad 300 < S/C \leq 300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

L_n : Longitud libre de lado mas largo

$$H = \frac{4.10}{23} = 0.18 \text{ m} = 18 \text{ cm} \cong 0.20 \text{ m}$$

∴ Losa de 20 cm



Tabla 16 —Resumen de dimensiones de elementos estructurales

Resumen de dimensiones de elementos		
Elemento estructural	Nomenclatura	Dimensiones
Viga en eje “X”	Vx	(30 cm x 45 cm)
Viga en eje “Y”	Vy	(30 cm x 45 cm)
Columna esquinera	C1	(30 cm x 40 cm)
Columna perimetral	C2	(40 cm x 50 cm)
Columna central	C4	(50 cm x 50 cm)
Losa aligerada	Losa	(20 cm)
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		

4.5.6 Metrado de carga

A continuación, se presenta el metrado de carga muerta y carga viva del edificio, que será utilizada en el proceso de modelado posterior.

4.5.6.1 Metrado de carga muerta vigas “x”

Tabla 17 —Metrado de carga de vigas eje “x”

Eje	Longitud (m)	Base (m)	Altura (m)	Peso Específico (ton m ³)	Peso (tonf)
Eje 1-1	6.51	0.30	0.45	2.40	2.11
Eje 2-2	6.51	0.30	0.45	2.40	2.11
Eje 3-3	6.51	0.30	0.45	2.40	2.11
Eje 4-4	6.51	0.30	0.45	2.40	2.11
Eje 5-5	6.51	0.30	0.45	2.40	2.11
$\Sigma =$					10.55
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					

4.5.6.2 *Metrado de carga muerta vigas “y”*

Tabla 18 —Metrado de carga vigas en eje “y”

Eje	Longitud (m)	Peralte (m)	Altura (m)	Peso Específico (tonf m ³)	Peso (tonf)
Eje A-A	12.31	0.30	0.45	2.4	3.99
Eje B-B	12.31	0.30	0.45	2.4	3.99
Eje C-C	12.31	0.30	0.45	2.4	3.99
Σ total =					11.97
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					

4.5.6.3 *Metrado de carga muerta columnas de esquina C1*

Tabla 19 —Metrado de cargas muerta columnas de esquina C1

Nivel	Altura (h)	he (m)	Área (m ²)	N.º (Veces)	Peso Específico (tonf m ³)	Peso (tonf)
1er	3	3	0.12	4	2.4	3.456
2do	3	3	0.12	4	2.4	3.456
3ro	3	3	0.12	4	2.4	3.456
4to	3	3	0.12	4	2.4	3.456
5to	3	1.5	0.12	4	2.4	1.728
Σ =						15.552
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA						

4.5.6.4 *Metrado de carga muerta columnas de excéntricas C2*

Tabla 20 —Metrado de carga muerta columnas excéntricas C2

Nivel	Altura (h)	he (m)	Área (m ²)	N.º (Veces)	Peso Específico (tonf m ³)	Peso (tonf)
1er	3	3	0.20	8	2.4	11.52
2do	3	3	0.20	8	2.4	11.52
3ro	3	3	0.20	8	2.4	11.52
4to	3	3	0.20	8	2.4	11.52
5to	3	1.5	0.20	8	2.4	5.76
Σ =						51.84
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIO						

4.5.6.5 *Metrado de carga muerta columna central C4*

Tabla 21 —Metrado de carga muerta columna central C4

Nivel	Altura (h)	he (m)	Área (m ²)	N.º (Veces)	Peso Específico (tonf m ³)	Peso (tonf)
1er	3	3	0.25	3	2.4	5.40
2do	3	3	0.25	3	2.4	5.40
3ro	3	3	0.25	3	2.4	5.40
4to	3	3	0.25	3	2.4	5.40
5to	3	1.5	0.25	3	2.4	2.70
					Σ =	24.30
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA						

4.5.6.6 *Metrado de losa de una dirección 20 cm*

Tabla 22 —Metrado de carga de losa aligerada en una dirección

Losa de una dirección 20 cm		
Área (m ²)	Peso losa 20 cm (tonf)	Peso (tonf)
89.40	0.3	26.82
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		

4.5.6.7 *Metrado de carga tabiquería*

Tabla 23 — Metrado de tabiquería

Tabiquería = 100 kgf/m ²		
Área (m ²)	Peso losa 20 cm (tonf)	Peso (tonf)
89.40	0.1	8.94
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		

4.5.6.8 *Metrado de carga acabado*

Tabla 24 —Metrados de acabados

Acabados = 100 kgf/m ²		
Área (m ²)	Peso losa 20 cm (tonf)	Peso (tonf)
89.40	0.1	8.94
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		

4.5.6.9 *Metrado de sobre carga S/C área*

Tabla 25 —Metrado de sobre carga de acuerdo del uso

S/C = 200 kgf/m ²		
Área (m ²)	Peso losa 20 cm (tonf)	Peso (tonf)
89.40	0.2	17.88
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		

4.5.6.10 *Metrado de carga sobre carga en azotea S/C*

Tabla 26 —Metrado de sobre carga azotea

Acabados = 100 kgf/m ²		
Área (m ²)	Peso Losa 20 cm (tonf)	Peso (tonf)
89.40	0.1	8.94
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		

4.5.6.11 *Resumen de metrado de cargas del edificio*

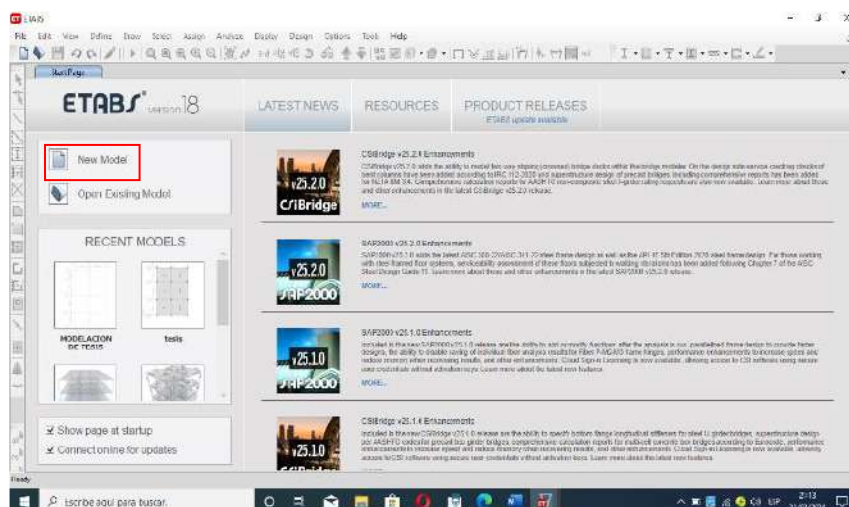
Tabla 27 — Resumen de metrado de cargas del edificio

Nivel	Vigas (tonf)	Columnas (tonf)	Losa (tonf)	Acabados (tonf)	Tabiquería (Tonf)	S/C (tonf)	CM (tonf)	CV (tonf)	Peso (tonf)
1er	22.51	20.38	26.82	8.94	8.94	17.88	87.59	17.88	92.06
2do	22.51	20.38	26.82	8.94	8.94	17.88	87.59	17.88	92.06
3ro	22.51	20.38	26.82	8.94	8.94	17.88	87.59	17.88	92.06
4to	22.51	20.38	26.82	8.94	8.94	17.88	87.59	17.88	92.06
5to	22.51	10.19	26.82	8.94	0.00	8.94	68.46	8.94	70.70
Total							∑ = 438.97 tonf		
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA									

Peso del edificio carga muerta y viva = 438.97 tonf

4.5.7 Configuración de modelación en Etabs V.2018

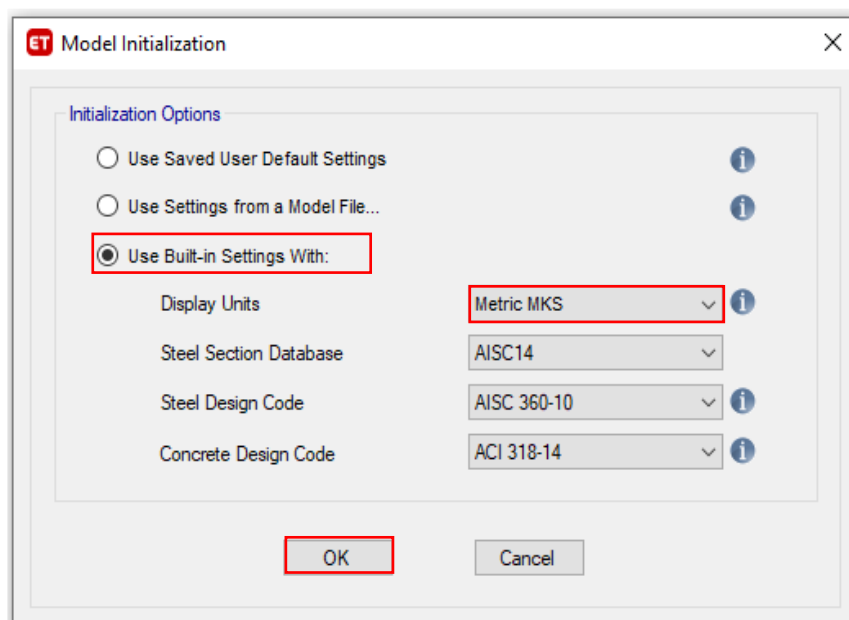
Paso 01. - Para abrir el programa Etabs, damos el clic en New Model.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 6 — Inicio para abrir nuevo modelo

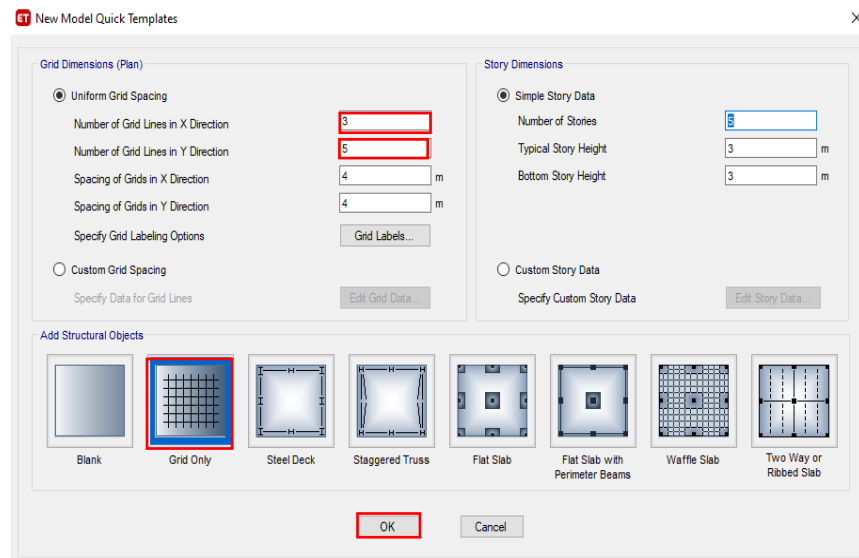
Paso 02. - Luego se escoge la opción use built-in settings with normalmente en nuestro caso sistema métrico con el sistema métrico MKS y finalmente ok.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 7 — Ventana de nuevo modelo

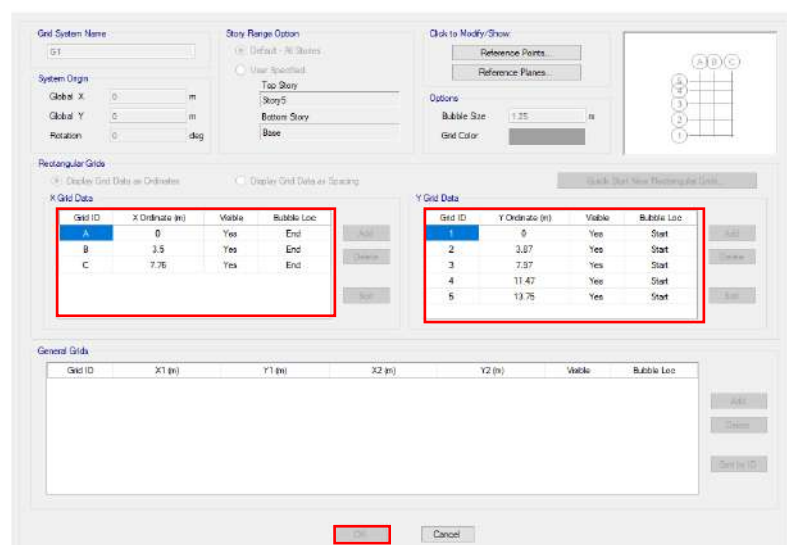
Paso 03.- En la parte inferior se selecciona grid only que indica que toda la estructura A continuación en la parte superior izquierda se coloca el número de eje en x en mi caso en 3 espacios en 5 en sentidos y distancias entre cada eje número.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 8 — Ventana para la elección de grilla

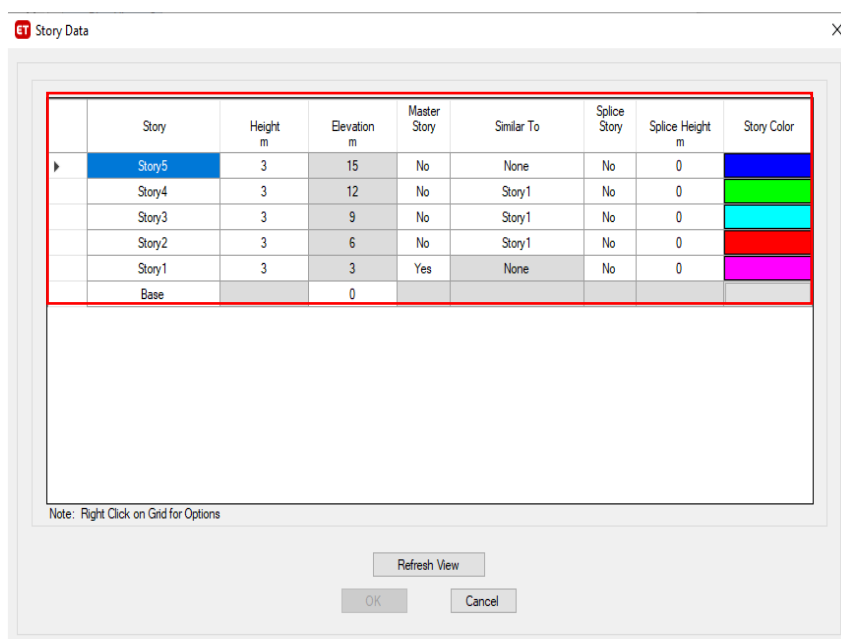
Paso 04.- Se elige la plantilla para poder representar visualmente los elementos estructurales que están definidos en los planos de la estructura entre ejes.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 9 — Ventana para dar espaciamentos entre ejes

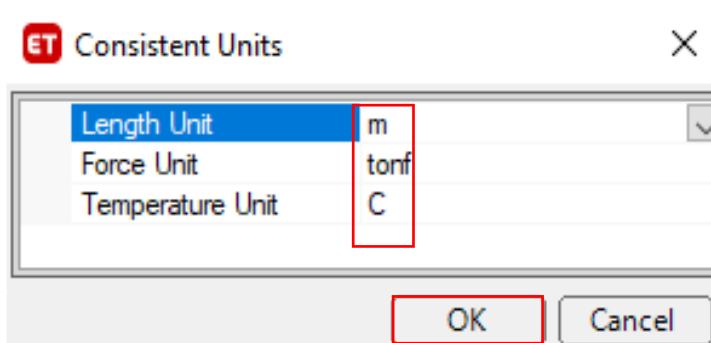
Paso 05.- Se selecciona la plantilla de la cuadrícula exclusivamente con el propósito de ilustrar de manera visual los componentes estructurales que han sido especificados en los planos de la estructura.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 10 — Ventana para ingresar altura de cada piso

Paso 06. - Para hacer el dibujo, es recomendable cambiar las unidades a metros, toneladas como se muestra.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

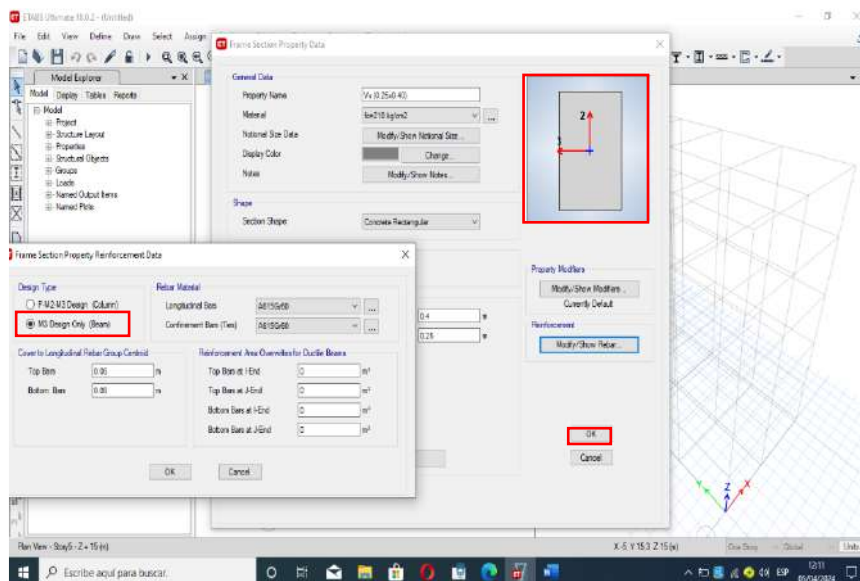
Figura 11 — Configuración de unidades en Etabs v.2018

Paso 07. - Posteriormente, se procede a establecer las propiedades de los materiales, centrándose únicamente en las del concreto. Para ello, se accede al menú principal y se seleccionará la opción "Define - Material Properties".

FUENTE: (ETABS V, 2018)

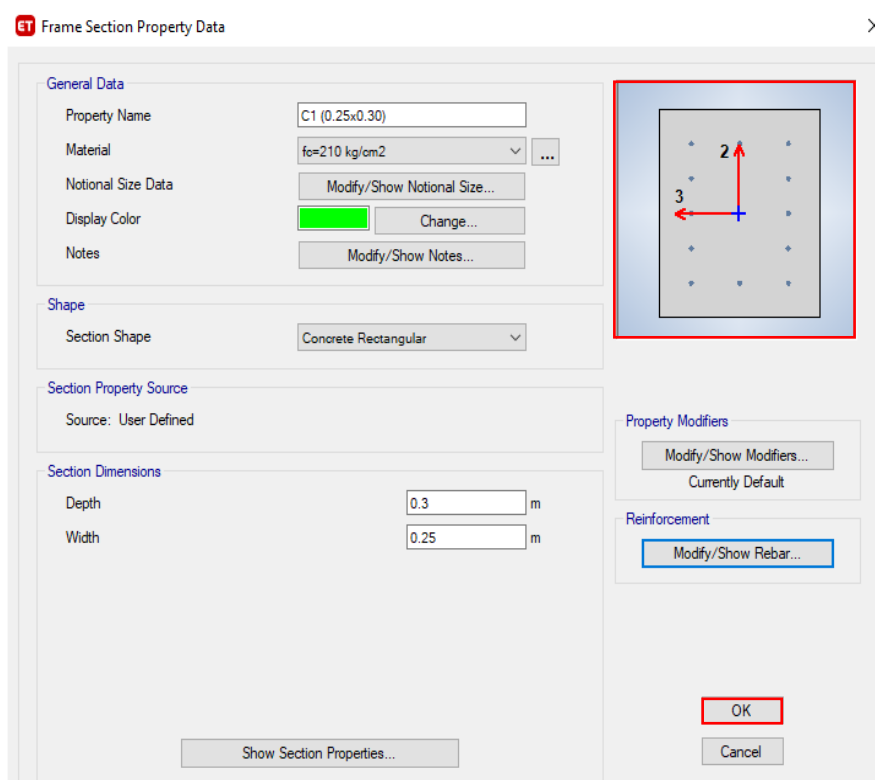
Figura 12 — Propiedad del concreto f'_c

Paso 08. - Definición de sección y elementos y área. Luego se procederá a especificar las secciones y la resistencia de las vigas, columnas y losa que conformarán la estructura. Para ello, se accederá al menú principal y se seleccionará la opción "define - section properties - frame sections". Se comprueba la configuración de la sección de vigas, columna y losa de acuerdo al plano de estructuras.



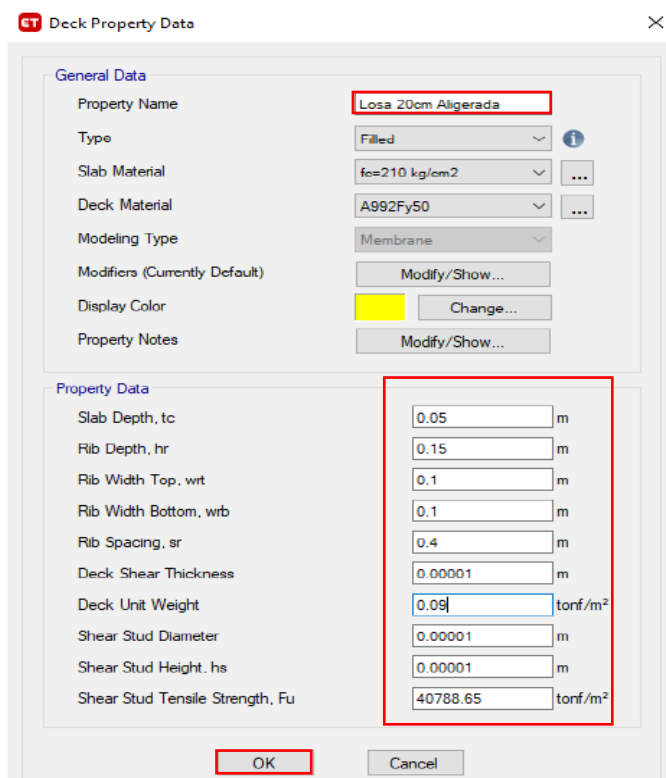
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 13 — Características de la sección de viga



FUENTE: (ETABS V, 2018)

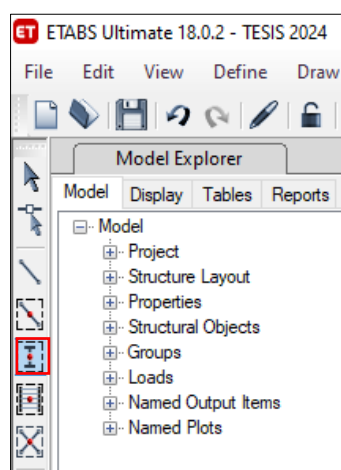
Figura 14 — Características de la sección de columna



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 15 — Configuración de la losa aligerada de un espesor 20 cm

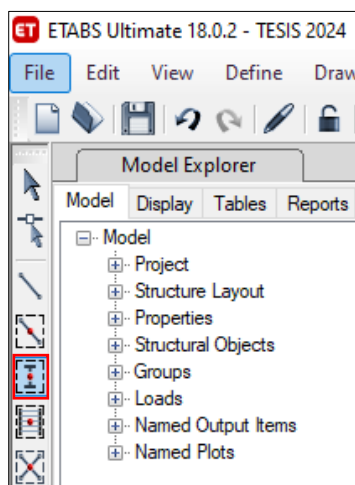
Paso 08. - El icono utilizado para representar las columnas en el modelo se encuentra disponible en la barra de herramientas de dibujo, siendo fácilmente identificable



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 16 — Ícono para dibujar las columnas

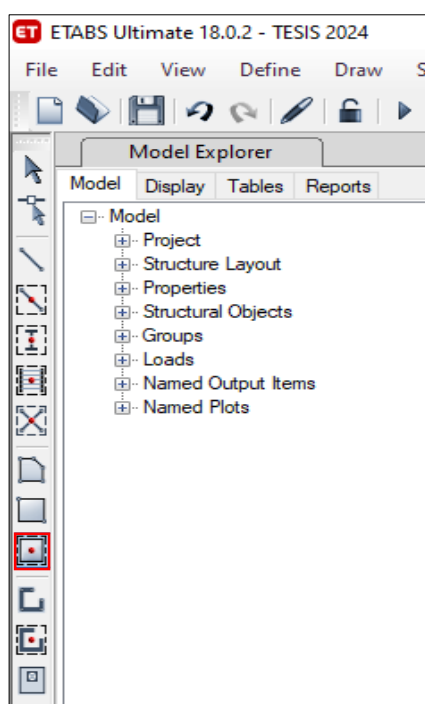
Paso 09. - En la barra de herramientas de dibujo, se puede notar el icono designado para dibujar las vigas en el modelo.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

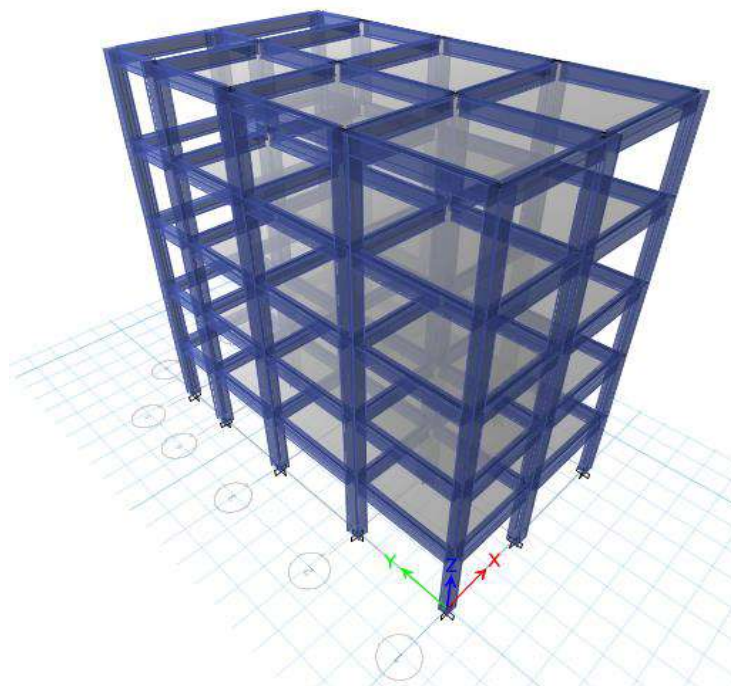
Figura 17 — Ícono para dibujar las vigas

Paso 10. - En la barra de herramientas de dibujo, se puede identificar el icono utilizado para representar las losas en el modelo.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

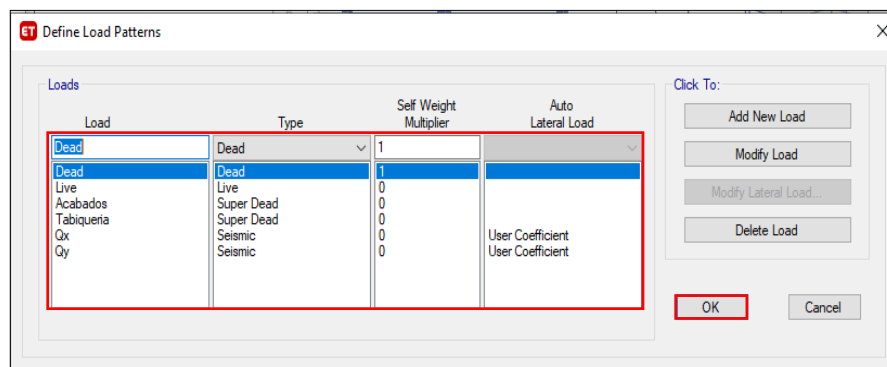
Figura 18 — Ícono para graficar la losa de 20 cm



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 19 — Modelación de infraestructura

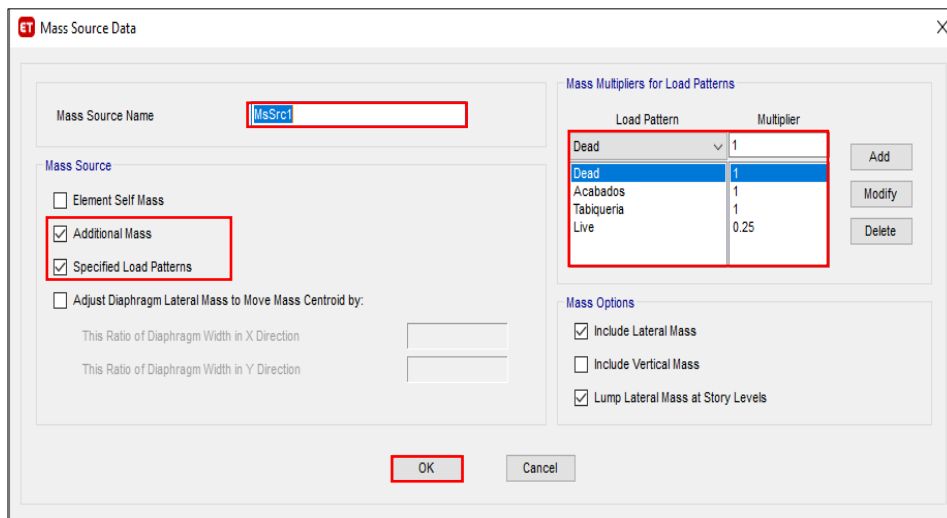
Paso 11.- Designación de cargas de gravedad y cargas de sismo posteriormente, se activará la casilla "specified load patterns" y se seleccionará "ok". Luego, se accederá al menú y se elegirá "define - load patterns". Se agregarán las cargas vivas, las cargas muertas, las cargas de tabiquería y acabados, así como las cargas sísmicas tanto en el eje X como en el eje Y. Para las cargas sísmicas, se seleccionará "user coefficient" y finalmente se hará clic en "ok".



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 20 — Definición de los patrones de carga

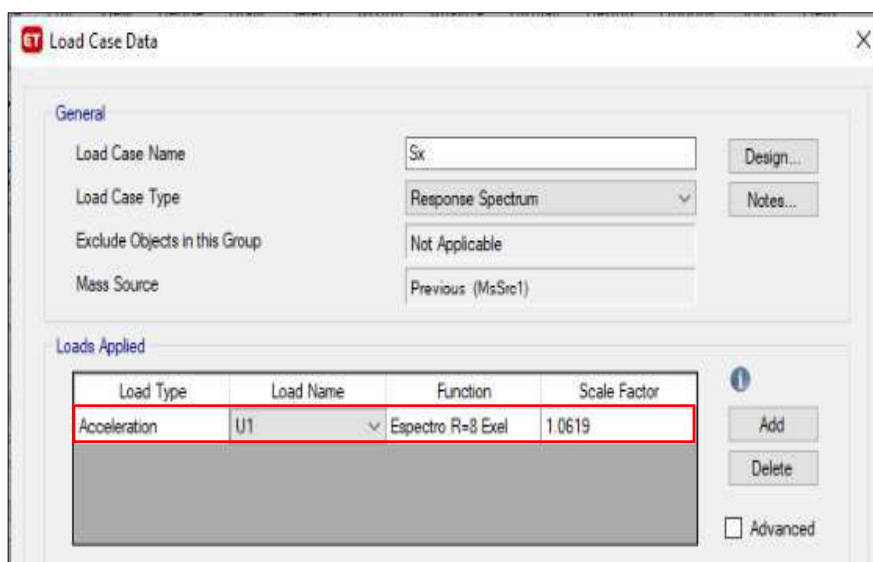
Paso 12.- Configuración del peso sísmico, norma peruana y chilena, la normativa E.030-2018 y NCh433-12 establece que el peso sísmico es igual al 100% de la carga muerta más el 25% de las cargas vivas.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

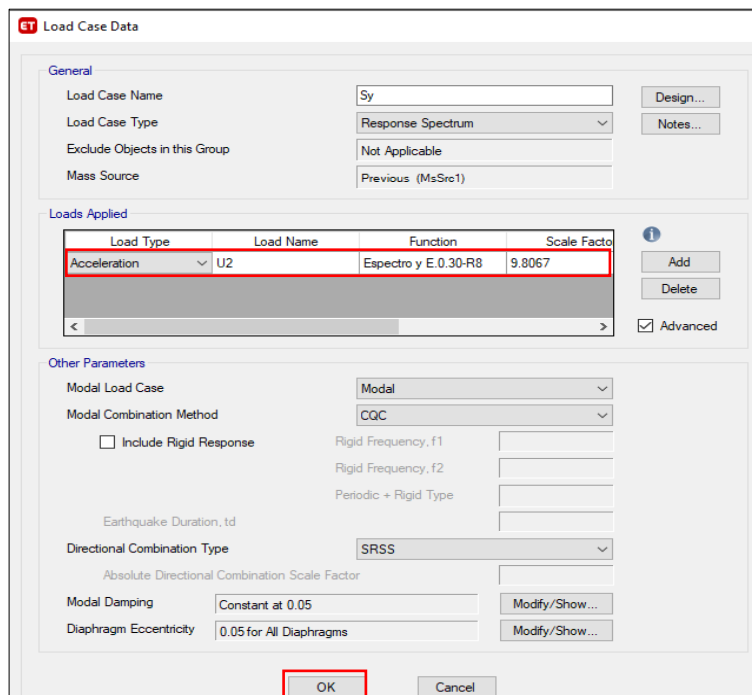
Figura 21 — Definir la fuente de masa del modelo

Paso 13.- Configuración de sismo en “x” y “y” tramo elástico norma E.030-18 y NCh433-12.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

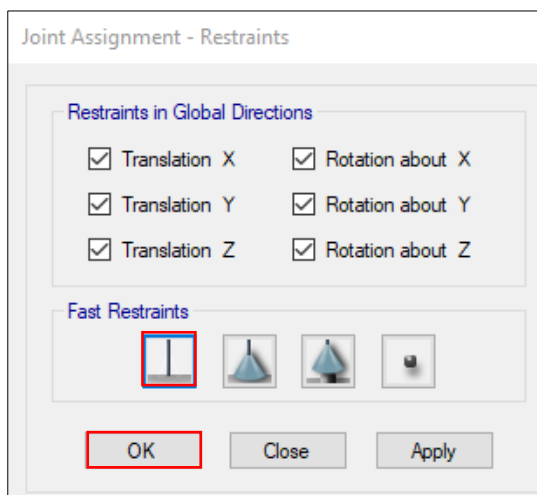
Figura 22 — Configuración sismo dinámico en “x” factor de escalamiento



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 23 — Configuración sismo dinámico en “y”

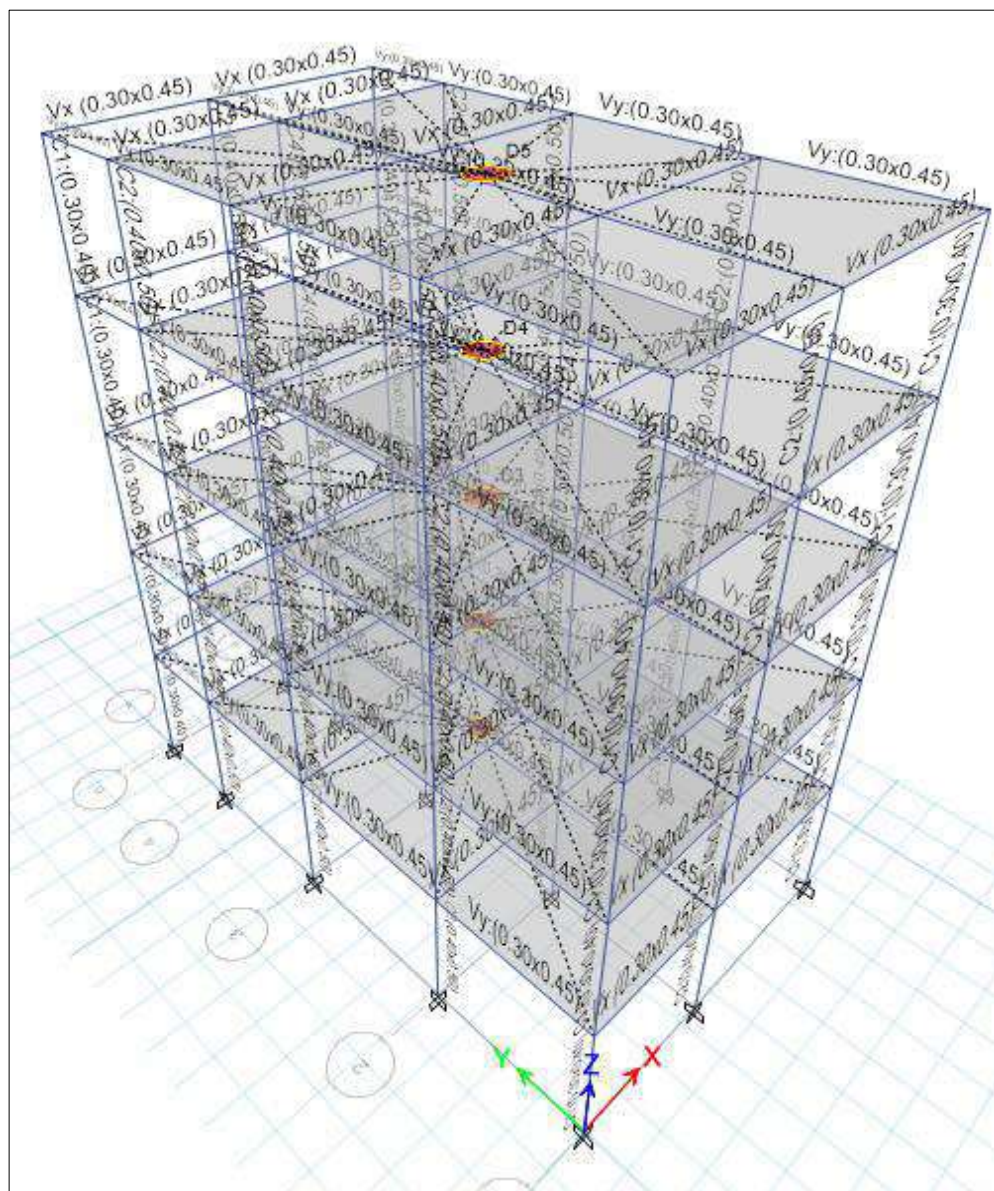
Paso 14.- Restricción en la base se debe restringir la base como empotrado donde restrinja las traslaciones y rotaciones.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 24 — Tipo de restricciones en los apoyos empotradas

Paso 15.- Designación de diafragma rígido. Se agrega la condición de diafragma rígido para cada piso se pueda trasladar en conjunto.



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 25 — Asignación de diafragma rígida

4.5.8 Resultado de fuerza cortante basal norma peruana E.030-2018

El factor de suelo S depende del tipo de zona sísmica y del tipo de suelo considerado en la investigación. La investigación ha contemplado suelo intermedio. Los parámetros de sitio utilizados en el análisis se encuentran definidos en la parte sombreada de la Tablas se determina la fuerza cortante de la norma peruana.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * P \quad (17)$$

4.5.8.1 Factores de zona

Se considera el factor de zona para la ciudad de Abancay, ubicada en la zona sísmica $Z=2$. Este valor de la zona sísmica implica un nivel moderado de riesgo sísmico.

Tabla 28 —Factor de zona sísmica

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

FUENTE: (E.030, 2018)

Clave:
Z: Factor de zona sísmica

4.5.8.2 Factor de suelo

Se considera el suelo intermedio

Tabla 29 —Parámetros de sitio según Z y S

FACTOR DE SUELO (S)				
Zona	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z_3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z_2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z_1	0.80	1.00	1.60	2.00

FUENTE: (E.030, 2018)

Tabla 30 —Parámetros de sitio “ T_P ” y “ T_L ”

PERIODOS “ T_P ” y “ T_L ”				
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_P	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L	3.0	2.5	2.0	1.6

FUENTE: (E.030, 2018)

4.5.8.3 Sistema estructural

El tipo de sistema estructural para la norma E.030 2018. Es pórticos de concreto armado, se garantiza que al menos el 80% de la fuerza cortante en la base se distribuye y actúa sobre las columnas. En situaciones donde también existan muros estructurales, estos se diseñan de manera que puedan resistir una fracción adecuada de la acción sísmica total, considerando su rigidez relativa en el sistema estructural. (E.030, 2018).

4.5.8.4 Periodo fundamental de vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estima utilizando la siguiente expresión para la norma E.030-2018.

Tabla 31 — Valor adaptado para para C_T

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN	
$C_T = 35$	Pórticos.
$C_T = 45$	Pórticos con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
$C_T = 60$	Sistema dual de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.
Clave: C_T: Periodo fundamental de vibración según el tipo de edificación FUENTE: (E.030, 2018)	

T = Periodo

H_n = Altura de edificio

$$\therefore T = \frac{h_n}{C_T} \rightarrow \frac{15}{35} = 0.428 \text{ s}$$

4.5.8.5 Factor de uso o importancia

Cada estructura se clasifica según las categorías especificadas para su uso.

Tabla 32 —Factor de uso de la norma E.030-2018

CATEGORÍA DE EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	U
A	Edificaciones esenciales	1.5
B	Edificaciones importantes	1.3
C	Edificaciones comunes	1.0
D	Edificaciones temporales	(*)

FUENTE: (E.030, 2018)

Clave:

U: Factor de uso peso en tonf por m2

4.5.8.6 Factor de coeficiente de reducción

Los sistemas estructurales se categorizan según los materiales empleados y el sistema de estructuración sísmicamente resistente aplicado en cada dirección de análisis.

Tabla 33 —Factor de importancia

Sistemas estructurales	R_0
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

FUENTE: (E.030, 2018)

4.5.8.7 Factor de amplificación sísmica “C”

De acuerdo con las características del sitio, se define el factor de amplificación sísmica C mediante las siguientes expresiones.

Tabla 34 — Factor de amplificación sísmica

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA C	
$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T_L < T$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$
FUENTE: (E.030, 2018)	

4.5.8.8 Estimación de peso “P”

Tabla 35 — Estimación de peso

EDIFICACIÓN DEL PESO (P)	
Edificaciones	Carga viva
Categoría A y B	50%
Categoría C	25%
Depósitos	80%
Azoteas y techos en general	25%
Tanques, silos y similares	100%
FUENTE: (E.030, 2018)	

4.5.8.9 Fuerza cortante basal de la edificación

A continuación, se determina la fuerza cortante de la edificación utilizando los coeficientes sísmicos especificados en la norma E.030 2018.

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P \quad (18)$$

El valor de C/R no se considera menor que

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{2.5}{8} = 0.3125 \geq 0.11$$

Tabla 36 — fuerza cortante basal según la norma e.030-2018

PARÁMETROS	DIRECCIÓN X-X
CM: Carga muerta	CM = 419.73 tonf
CV: Carga viva	CV = 17.80 tonf
CVT: Carga viva de techo	CVT = 2.23 tonf
P: Peso de edificio	P = 439.76 tonf
I: Coeficiente al edificio	I = 1
Z: Factor de zona	Z = 0.25
U: Factor de uso	U = 1
C: Factor de Amplificación sísmica	C = 2.5
S: Factor de suelo	S = 1.20
R: Coeficiente de básico de reducción	R = 8
V: Fuerza Cortante basal	V = -41.14 tonf
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	

$$V = \frac{Z*U*C*S}{R} * P = \frac{0.25*1*2.5*1.2}{8} * 438.97$$

Peso de metrado manual P = 439.76 tonf

Peso de resultado de Etabs P= 438.97 tonf

$$\therefore V = 41.15 \text{ tonf} \leftarrow$$

ETABS Base Reactions

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Base Reactions

Filter:

	Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
▶	Qx	LinStatic	-41.1391	0	0	0	-438.763	293.4901
	Qy	LinStatic	0	-41.1391	0	438.763	0	-173.7388

FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 26 — Fuerza cortante basal de la edificación



4.5.8.10 Distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i * V \quad (19)$$

$$A_i = \frac{P_i * (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j * (h_j)^k} \quad (20)$$

$$T_x = 0.476$$

$$T_y = 0.411$$

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.476	0.7419	0.0006
Modal	2	0.411	0.0019	0.8274
Modal	3	0.365	0.0837	0.0048
Modal	4	0.15	0.0968	0.0001
Modal	5	0.131	0.0003	0.1081
Modal	6	0.117	0.0125	0.0006
Modal	7	0.083	0.0337	0.0001
Modal	8	0.073	0.0002	0.0374
Modal	9	0.066	0.0057	0.0002
Modal	10	0.056	0.0147	3.89E-05
Modal	11	0.05	0.0001	0.0163
Modal	12	0.045	0.0027	0.0001

FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 27 — Periodo en los 12 modos de vibración

4.5.8.11 Cálculo de distribución de fuerzas sísmicas por entre piso

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$A_i = \frac{P_i (h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j (h_j)^k}$$

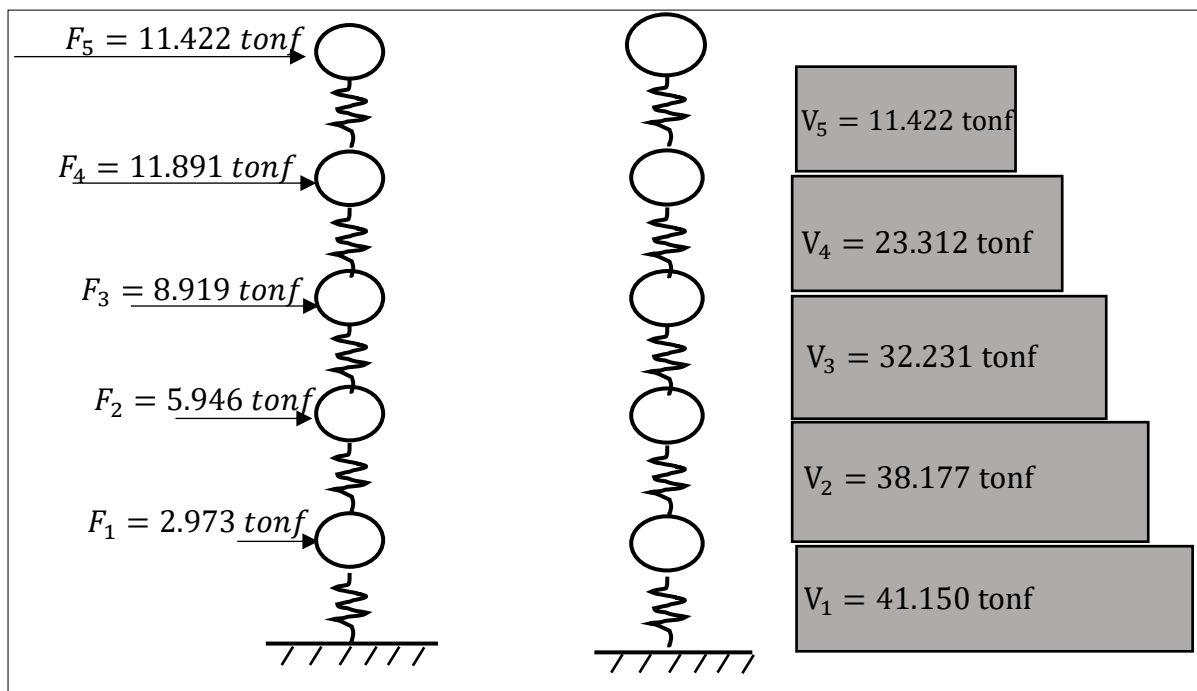
Tabla 37 — Cálculo fuerza cortante en altura

PESOS (tonf) (P)	ALTURA (m)	ALTURA ACUMULADA	PRODUCTO PH ^K	PORCENTAJE α _i	FUERZA SÍSMICA
P1=92.06	h1=3.00	H1=3.00	P ₁ H ₁ ^K = 276.173	α _i = 0.072	α ₁ V = F ₁ = 2.973
P2=92.06	h2=3.00	H2=6.00	P ₂ H ₂ ^K = 552.346	α ₂ = 0.144	α ₂ V = F ₂ = 5.946
P3=92.06	h3=3.00	H3=9.00	P ₃ H ₃ ^K = 828.519	α ₃ = 0.217	α ₃ V = F ₃ = 8.919
P4=92.06	h4=3.00	H4=12.00	P ₄ H ₄ ^K = 1104.692	α ₄ = 0.289	α ₄ V = F ₄ = 11.891
P5=70.74	h5=3.00	H5=15.00	P ₅ H ₅ ^K = 1061.05	α ₅ = 0.278	α ₅ V = F ₅ = 11.422
			∑ P * H ^K = 3822.7	∑ α = 1	∑ F = 41.151

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



$$F_i = \alpha_i * V \quad V = 41.15$$



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 28 — Distribución de fuerzas y fuerza cortante en la base

4.5.9 Resultado de fuerza cortante basal norma chilena NCh433-12

La fuerza cortante en la base según la norma chilena (NCh433, 2012) se calcula utilizando la expresión siguiente. Sistema de pórticos para la norma NCh433-12. Las acciones gravitacionales, así como las fuerzas sísmicas en ambas direcciones de análisis, son resistidas por los pórticos en el sistema estructural. Esto implica que los pórticos de concreto armado se diseñan y construyen para soportar tanto las cargas verticales como las horizontales generadas por la gravedad y los movimientos sísmicos. (NCh433, 2012).

$$Q_0 = C * I * P \quad (21)$$



4.5.9.1 Valores de aceleración efectiva A_0

Tabla 38 —Valor de coeficiente A_0

ZONA SÍSMICA	A_0
1	0.20g
2	0.30g
3	0.40g

NOTA: El texto se ha extraído el documento original de la Nch433-12
FUENTE: (NCH433, 2012)

4.5.9.2 Valores de parámetros que dependen del tipo del suelo

Tabla 39 —Valores de los parámetros que dependen del tipo del suelo

Suelo	s	T_o (s)	T' (s)	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
F	*	*	*	*	*

NOTA: El texto se ha extraído el documento original de la Nch433-12
FUENTE: (NCh433, 2012)

Claves:
S: Tipo de suelo
n y p: Dependen del periodo de vibración

Tabla 40 — Categoría de ocupación de edificios y otras

NATURALEZA DE LA OCUPACIÓN	CATEGORÍA OCUPACIÓN	VALOR (I)
Esta categoría abarca estructuras de bajo riesgo, como instalaciones agrícolas y áreas de almacenamiento pequeñas, que no se clasifican en otras categorías de importancia	I	0.60
Todos los edificios y estructuras diseñados para la residencia privada o para uso público, excluyendo aquellas clasificadas en las Categorías I, III y IV.	II	1.00
Edificaciones y estructuras que albergan contenido de gran valor, como bibliotecas, museos, cárceles, entre otros.	III	1.20
Edificios y estructuras que son considerados gubernamentales, municipales, de servicios públicos o de utilidad pública, tales como cuarteles de policía, centrales eléctricas y telefónicas, hospitales, cuerpos de bomberos, entre otros.	IV	1.20
<p>NOTA: El texto se ha extraído el documento original de la Nch433-2012</p> <p>FUENTE: (NCH433, 2012)</p> <p>Claves</p> <p>I: Importancia de la edificación</p>		

4.5.9.3 *Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta*

Tabla 41 —Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta

Sistema estructural	Material estructural	R	R ₀
Pórticos	Acero estructural		
	a) Marcos corrientes	4	5
	b) Marcos intermedios	5	6
	c) Marcos especiales	7	11
	d) Marco de vigas enrejadas	6	10
	Hormigón armado	7	11

NOTA: El texto se ha extraído el documento original de la Nch433-2012
 FUENTE: (NCH433, 2012)
Claves:
R₀: Modificación de respuesta estructural análisis estático
R: Modificación de respuesta estructural análisis espectral

4.5.9.4 *Periodo fundamental*

El periodo fundamental de vibración para cada dirección x-x, y-y detallado anteriormente.

$$T_x = 0.556 \text{ s}$$

$$T_y = 0.501 \text{ s}$$



ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted
Filter:

	Case	Mode	Period sec	UX	UY
▶	Modal	1	0.476	0.7419	0.0006
	Modal	2	0.411	0.0019	0.8274
	Modal	3	0.365	0.0837	0.0046
	Modal	4	0.15	0.0968	0.0001
	Modal	5	0.131	0.0003	0.1081
	Modal	6	0.117	0.0125	0.0006
	Modal	7	0.083	0.0337	0.0001
	Modal	8	0.073	0.0002	0.0374
	Modal	9	0.066	0.0057	0.0002
	Modal	10	0.056	0.0147	3.89E-05
	Modal	11	0.05	0.0001	0.0163
	Modal	12	0.045	0.0027	0.0001

Figura 29 — Resultado de Periodos de la estructura

FUENTE: (ETABS V, 2018)

4.5.9.5 Valores máximos del coeficiente sísmico “C”

Tabla 42 — Valores máximos del coeficiente sísmico C

R	C_{max}
2	$0.90 \frac{SA_0}{g}$
3	$0.60 \frac{SA_0}{g}$
4	$0.55 \frac{SA_0}{g}$
5.5	$0.40 \frac{SA_0}{g}$
6	$0.35 \frac{SA_0}{g}$
7	$0.35 \frac{SA_0}{g}$

NOTA: se toma el valor menor obtenido
FUENTE: (NCh433, 2012)

Claves:
R: Factor de respuesta análisis estático
 C_{max} : valor máximo de coeficiente sísmico

4.5.9.6 Fuerza cortante estático NCh433-12

$$Q_0 = C * I * P$$

$$C = \frac{2.25 * S * A_0}{g * R} * \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n \quad (22)$$

Tabla 43 — Resultado de la fuerza cortante de la norma chilena.

PARÁMETROS	DIRECCIÓN X-X
CM: Carga muerta	CM = 419.73 tonf
CV: Carga viva	CV = 17.80 tonf
CVT: Carga viva de techo	CVT = 2.23 tonf
P: Peso de edificio	P = 439.76 tonf
C: Coeficiente sísmico	C = 0.0945
I: Coeficiente al edificio	I = 1
A ₀ : Valor de aceleración efectiva	A ₀ = 0.30
S: Parámetros relativo al tipo de suelo	S = 1.20
R: Factor de reducción	R = 7
T': son parámetros relativos al tipo de suelo de fundación	T' = 0.85
T*: son parámetros relativos al tipo de suelo de fundación	T* = 0.625
T ₀ = periodo	T ₀ = 0.75
n: son parámetros relativos al tipo de suelo de fundación	n = 1.80
C _{min} coeficiente sísmico minimo	C _{min} = 0.060
C _{max} Coeficiente sísmico maximo	C _{max} = 0.126
Q: El esfuerzo de corte basal	Q = 35.59 tonf
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	

Cálculo de fuerza cortante basal

$$Q_0 = C * I * P$$

$$C = \frac{2.75 * S * A_0}{R * g} * \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n \quad (23)$$

Suelo tipo E

$$S = 1.3 \quad T' = 1.35 \quad n = 1.80$$

Zona sísmica

$$A_0 = 0.3g$$

Categoría del edificio

$$II \rightarrow I = 1.0$$



Factor de reducción sísmica

$$R = 7$$

$$C = \frac{2,75 \cdot 1,3 \cdot 0,3g}{7 \cdot g} * \left(\frac{1,35}{0,476} \right)^{1,80} = 0,64$$

$$C_{\min} = \frac{0,9 \cdot A_0 \cdot S}{g} = \frac{0,9 \cdot 0,3g \cdot 1,3}{g} = 0,351$$

$$C_{\max} = \frac{0,35 \cdot 1,3 \cdot 0,3g}{g} = 0,137$$

$$F = 1,25 - 0,5q \quad (0,5 \leq q \leq 1,0) \quad f = 0,75$$

$$C_{\max} = 0,137 * 0,75 = 0,102$$

$$C_{\max} = 0,102$$

$$C = 0,64 > C_{\max} \Rightarrow C_{\max} = 0,102$$

$$C = 0,102$$

Metrado manual en exel P = 439.76 tonf

Metrado obtenido de Etabs P = 438.97 tonf

$$\therefore Q = 0,102 * 1 * 438,97 = 44,77 \text{ tonf}$$

4.5.9.7 Distribución de la fuerza sísmica en altura

Para estructuras de no más de 5 pisos la fuerza sísmica horizontales se pueden calcular por la expresión.

$$F_K = \frac{A_K P_K}{\sum_{j=1}^N A_j P_j} Q_0 \quad (24)$$

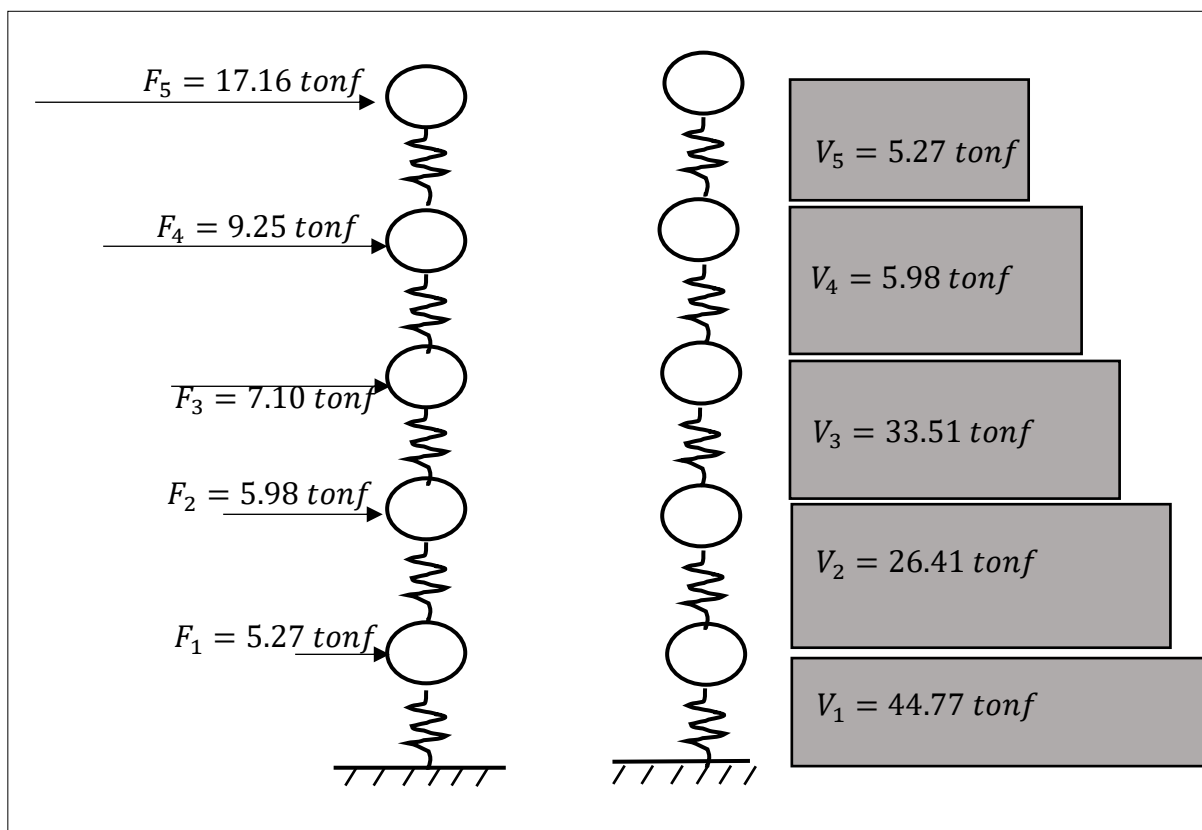
$$A_K = \sqrt{1 - \frac{Z_{K-1}}{H}} - \sqrt{1 - \frac{Z_K}{H}} \quad (25)$$

Tabla 44 — Cálculo de fuerzas sísmicas horizontales

PISO	PESO	Z _K	Z _K /H	1 - Z _K /H	$\sqrt{1 - \frac{Z_K}{H}}$	A _K	A _j P _j	F _K	Q ₀
	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00				
1er	92.06	3.00	0.20	0.80	0.89	0.11	9.719	5.27	44.77
2do	92.06	6.00	0.40	0.60	0.77	0.12	11.031	5.98	39.50
3ro	92.06	9.00	0.60	0.40	0.63	0.14	13.085	7.10	33.51
4to	92.06	12.00	0.80	0.20	0.45	0.19	17.053	9.25	26.41
5to	70.74	15.00	1.00	0.00	0.00	0.45	31.634	17.16	17.16
	438.97						82.522	44.770	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$Q_0 = 44.77 \text{ tonf}$



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Figura 30 — Distribución de fuerzas sísmica y fuerza cortante en la base

4.5.10. Fuerza cortante dinámica E.030-2018

En el análisis de la fuerza cortante en el primer entrepiso de un edificio, se establece que, para estructuras regulares, el valor obtenido no debe ser inferior al 80% del calculado según lo especificado en el artículo 25 de norma E.030-18.

En el análisis de la fuerza cortante en el primer entrepiso de un edificio, para estructuras regulares, se determina que el valor calculado, al multiplicar la fuerza estática basal por el 80%, no debe exceder en mucho a la fuerza cortante dinámica obtenida.

Tabla 45 — Resultados de fuerza córtate dinámica E.030-18

Table story forces						
Story	Output case	Case type	Stepe	Location	VX	VY
Story 5	Sx	Lin resp spec	Max	Top	8.4428	9.2134
Story 4	Sx	Lin resp spec	Max	Top	17.4288	19.0366
Story 3	Sx	Lin resp spec	Max	Top	24.4365	26.7135
Story 2	Sx	Lin resp spec	Max	Top	29.2208	31.9910
Story 1	Sx	Lin resp spec	Max	Top	31.4241	34.4689

FUENTE: (ETABS V, 2018)

4.5.11. Fuerza cortante dinámica NCh433-12

Tabla 46 — Resultados de fuerza córtate dinámica NCh433-12

Table story forces						
Story	Output case	Case type	Stepe	Location	VX	VY
Story 5	Sx	Lin resp spec	Max	Top	9.1733	9.3877
Story 4	Sx	Lin resp spec	Max	Top	19.5094	19.9739
Story 3	Sx	Lin resp spec	Max	Top	27.6727	28.3457
Story 2	Sx	Lin resp spec	Max	Top	33.1104	33.9643
Story 1	Sx	Lin resp spec	Max	Top	35.4477	36.4334

FUENTE: (ETABS V, 2018)

4.5.12 Espectro de aceleración sísmica norma peruana E.030-2018

Se determina el espectro de diseño sísmico para E.030-2018 Para la Ciudad Abancay.

$$S_a = \frac{Z*U*C*S}{R} * g \quad (26)$$

4.5.12.1 Factor de amplificación sísmica

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de C

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

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

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

Tabla 47 — Valores del espectro de aceleración sísmica

Espectro de aceleración sísmica de la norma E.030 2018			
Ubicación	Abancay	Z_2	0.25
Categoría	Vivienda	U	1.00
Tipo de suelo	Suelo intermedio	S	1.20
		T_P	0.60
		T_L	2.00
Factor de reducción	OCBF	R_x	8.00
	OCBF	R_x	8.00
Gravedad	*	g	9.81
NOTA: Parámetros para determinar el espectro para Abancay			
FUENTE: (E.030, 2018)			

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

Tabla 48 — Espectro de diseño para ciudad Abancay

T	S_a	C
0.00	0.9197	2.50
0.05	0.9197	2.50
0.10	0.9197	2.50
0.15	0.9197	2.50
0.20	0.9197	2.50
0.25	0.9197	2.50
0.30	0.9197	2.50
0.35	0.9197	2.50
0.40	0.9197	2.50
0.45	0.9197	2.50
0.50	0.9197	2.50
0.55	0.9197	2.50
0.60	0.9197	2.50
0.65	0.8489	2.31

0.70	0.7883	2.14
0.75	0.7358	2.00
0.80	0.6898	1.88
0.85	0.6492	1.76
0.90	0.6131	1.67
0.95	0.5809	1.58
1.00	0.5518	1.50
1.05	0.5255	1.43
1.10	0.5016	1.36
1.15	0.4798	1.30
1.20	0.4598	1.25
1.25	0.4415	1.20
1.30	0.4245	1.15
1.35	0.4088	1.11
1.40	0.3942	1.07
1.45	0.3806	1.03
1.50	0.3679	1.00
1.55	0.3560	0.97
1.60	0.3449	0.94
1.65	0.3344	0.91
1.70	0.3246	0.88
1.75	0.3153	0.86
1.80	0.3066	0.83
1.85	0.2983	0.81
1.90	0.2904	0.79
1.95	0.2830	0.77
2.00	0.2759	0.75
2.05	0.2626	0.71
2.10	0.2503	0.68
2.15	0.2388	0.65
2.20	0.2280	0.62
2.25	0.2180	0.59
2.30	0.2086	0.57

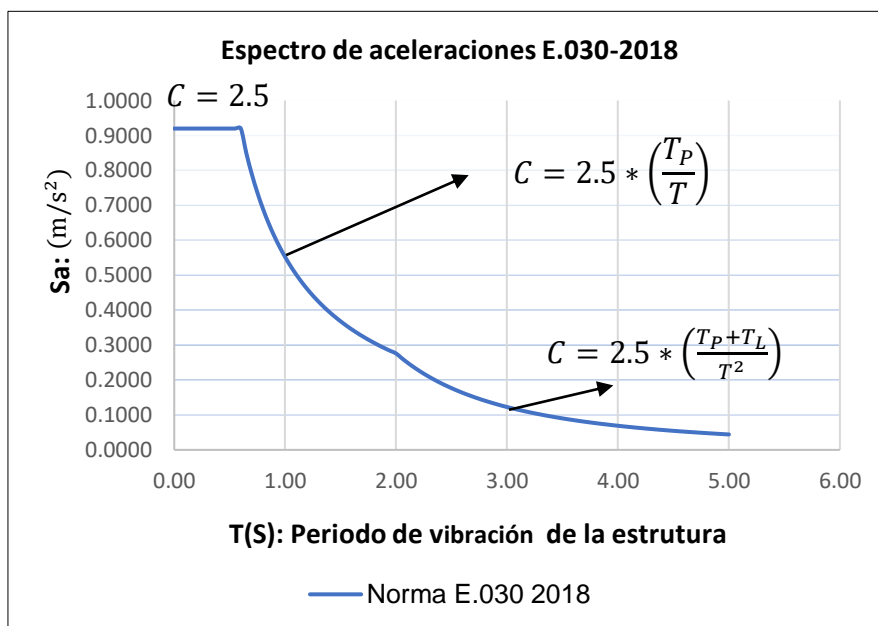


2.35	0.1998	0.54
2.40	0.1916	0.52
2.45	0.1839	0.50
2.50	0.1766	0.48
2.55	0.1697	0.46
2.60	0.1633	0.44
2.65	0.1572	0.43
2.70	0.1514	0.41
2.75	0.1459	0.40
2.80	0.1408	0.38
2.85	0.1359	0.37
2.90	0.1312	0.36
2.95	0.1268	0.34
3.00	0.1226	0.33
3.05	0.1186	0.32
3.10	0.1148	0.31
3.15	0.1112	0.30
3.20	0.1078	0.29
3.25	0.1045	0.28
3.30	0.1013	0.28
3.35	0.0983	0.27
3.40	0.0955	0.26
3.45	0.0927	0.25
3.50	0.0901	0.24
3.55	0.0876	0.24
3.60	0.0852	0.23
3.65	0.0828	0.23
3.70	0.0806	0.22
3.75	0.0785	0.21
3.80	0.0764	0.21
3.85	0.0745	0.20
3.90	0.0726	0.20
3.95	0.0707	0.19



4.00	0.0690	0.19
4.05	0.0673	0.18
4.10	0.0657	0.18
4.15	0.0641	0.17
4.20	0.0626	0.17
4.25	0.0611	0.17
4.30	0.0597	0.16
4.35	0.0583	0.16
4.40	0.0570	0.15
4.45	0.0557	0.15
4.50	0.0545	0.15
4.55	0.0533	0.14
4.60	0.0522	0.14
4.65	0.0510	0.14
4.70	0.0500	0.14
4.75	0.0489	0.13
4.80	0.0479	0.13
4.85	0.0469	0.13
4.90	0.0460	0.12
4.95	0.0450	0.12
5.00	0.0441	0.12

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 31 — Espectro de diseño de aceleración norma E.030-201

4.5.12.2 Espectro de aceleración sísmica norma chilena NCh433-12

Se determina el espectro de diseño sísmico para NCh433-12 Para la Ciudad de Abancay de siguiente manera.

Tabla 49 — Valores del espectro de aceleración sísmica

Espectro de aceleración sísmica de la norma NCh433-12			
Ubicación	Abancay	A_0	0.30
Categoría	Vivienda	II	1.00
Tipo de suelo	E	S	1.30
		T_0	1.20
		T'	1.35
		n	1.80
		p	1.00
Factor de reducción	OCBF	R_x	7.00
	OCBF	R_x	7.00
Gravedad	*	g	9.81
NOTA: Valores determinar para espectro de diseño Abancay FUENTE: (NCH433, 2012)			



$$S_a = \frac{S * A_o * \alpha}{\frac{R^*}{I}} \quad (27)$$

Tabla 50 — Espectro de diseño para ciudad Abancay

$\Phi_a =$	$\frac{S * A_o * \alpha}{\frac{R^*}{I}}$	$\alpha = \frac{1 + 4.5 * \left(\frac{T_n}{T_o}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_o}\right)^3}$
0.00	0.39	1.0000
0.05	0.46	1.1874
0.10	0.54	1.3742
0.15	0.61	1.5595
0.20	0.68	1.7419
0.25	0.75	1.9201
0.30	0.82	2.0923
0.35	0.88	2.2565
0.40	0.94	2.4107
0.45	1.00	2.5529
0.50	1.05	2.6811
0.55	1.09	2.7935
0.60	1.13	2.8889
0.65	1.16	2.9661
0.70	1.18	3.0246
0.75	1.20	3.0644
0.80	1.20	3.0857
0.85	1.20	3.0895
0.90	1.20	3.0769
0.95	1.19	3.0495
1.00	1.17	3.0088
1.05	1.15	2.9567
1.10	1.13	2.8951
1.15	1.10	2.8256



1.20	1.07	2.7500
1.25	1.04	2.6698
1.30	1.01	2.5865
1.35	0.98	2.5012
1.40	0.94	2.4150
1.45	0.91	2.3288
1.50	0.87	2.2434
1.55	0.84	2.1593
1.60	0.81	2.0769
1.65	0.78	1.9967
1.70	0.75	1.9190
1.75	0.72	1.8438
1.80	0.69	1.7714
1.85	0.66	1.7018
1.90	0.64	1.6350
1.95	0.61	1.5711
2.00	0.59	1.5099
2.05	0.57	1.4514
2.10	0.54	1.3956
2.15	0.52	1.3423
2.20	0.50	1.2915
2.25	0.48	1.2431
2.30	0.47	1.1970
2.35	0.45	1.1530
2.40	0.43	1.1111
2.45	0.42	1.0712
2.50	0.40	1.0331
2.55	0.39	0.9969
2.60	0.38	0.9623
2.65	0.36	0.9293
2.70	0.35	0.8979
2.75	0.34	0.8678
2.80	0.33	0.8392

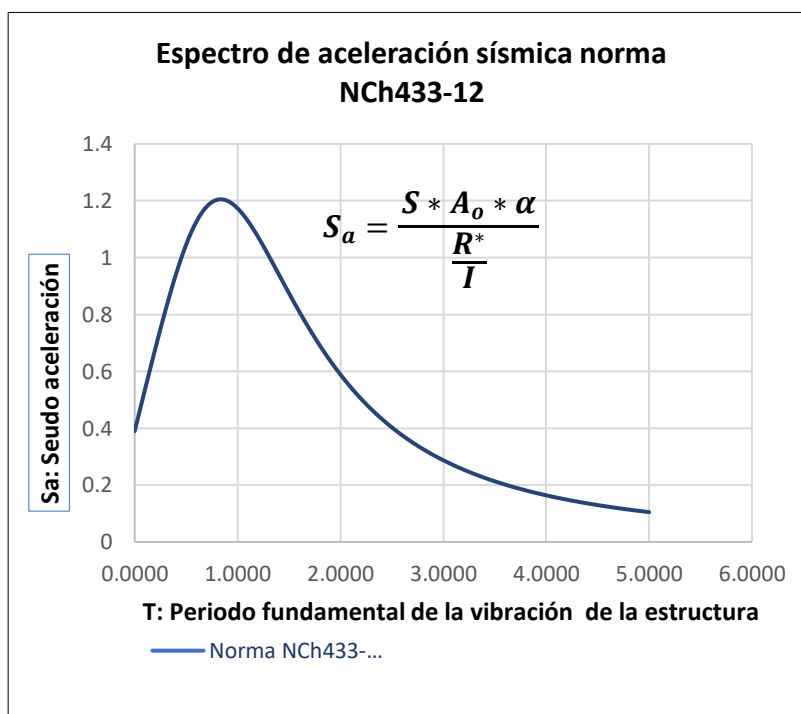


2.85	0.32	0.8118
2.90	0.31	0.7857
2.95	0.30	0.7607
3.00	0.29	0.7368
3.05	0.28	0.7140
3.10	0.27	0.6922
3.15	0.26	0.6712
3.20	0.25	0.6512
3.25	0.25	0.6320
3.30	0.24	0.6136
3.35	0.23	0.5960
3.40	0.23	0.5791
3.45	0.22	0.5628
3.50	0.21	0.5472
3.55	0.21	0.5323
3.60	0.20	0.5179
3.65	0.20	0.5040
3.70	0.19	0.4907
3.75	0.19	0.4779
3.80	0.18	0.4656
3.85	0.18	0.4537
3.90	0.17	0.4423
3.95	0.17	0.4313
4.00	0.16	0.4206
4.05	0.16	0.4104
4.10	0.16	0.4005
4.15	0.15	0.3910
4.20	0.15	0.3818
4.25	0.15	0.3729
4.30	0.14	0.3643
4.35	0.14	0.3560
4.40	0.14	0.3479
4.45	0.13	0.3402



4.50	0.13	0.3327
4.55	0.13	0.3254
4.60	0.12	0.3183
4.65	0.12	0.3115
4.70	0.12	0.3049
4.75	0.12	0.2985
4.80	0.11	0.2923
4.85	0.11	0.2863
4.90	0.11	0.2805
4.95	0.11	0.2748
5.00	0.11	0.2693

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 32 — Espectro de diseño de aceleración sísmica norma NCh433-12

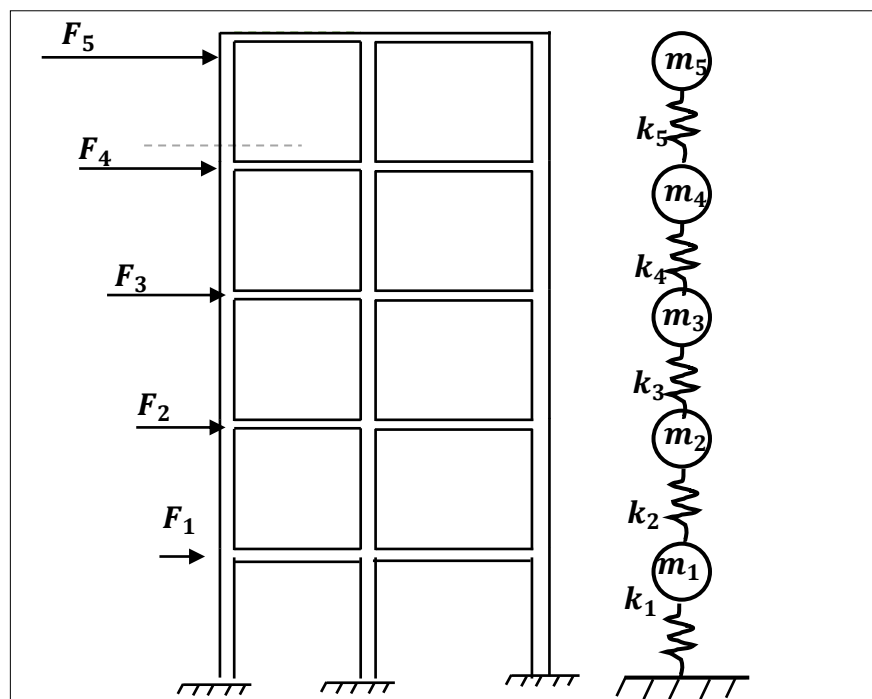
4.5.13 Resultado de las derivas

4.5.13.1 Derivas de la norma peruana E.030-2018

En estructuras regulares, los desplazamientos laterales se obtienen multiplicando los resultados del análisis lineal y elástico por 0.75R.

Tabla 51 — Límite de distorsiones del entrepiso

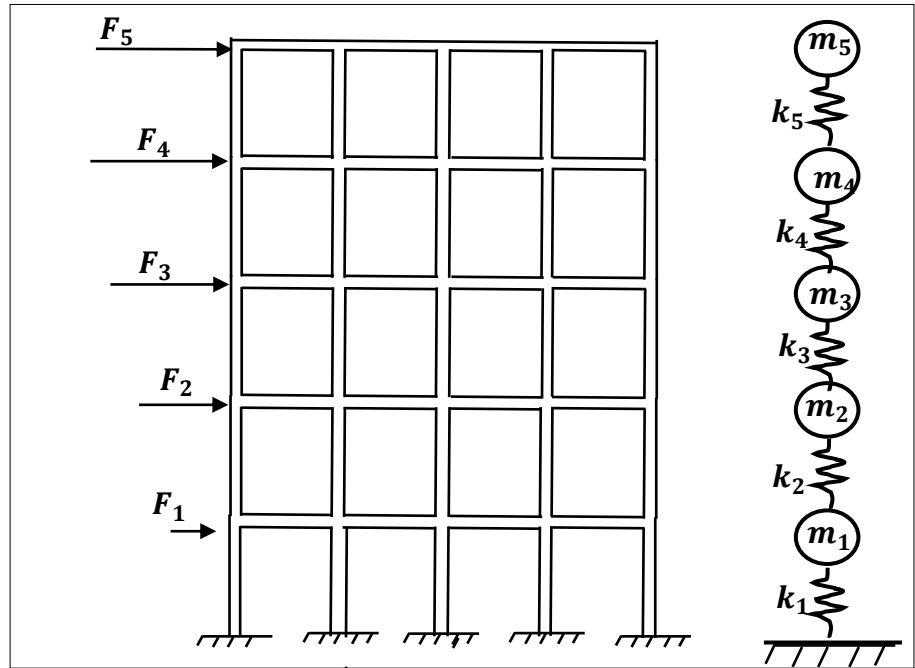
Límites para la distorsión del entrepiso	
Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificaciones de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005
FUENTE: (E.030, 2018)	



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

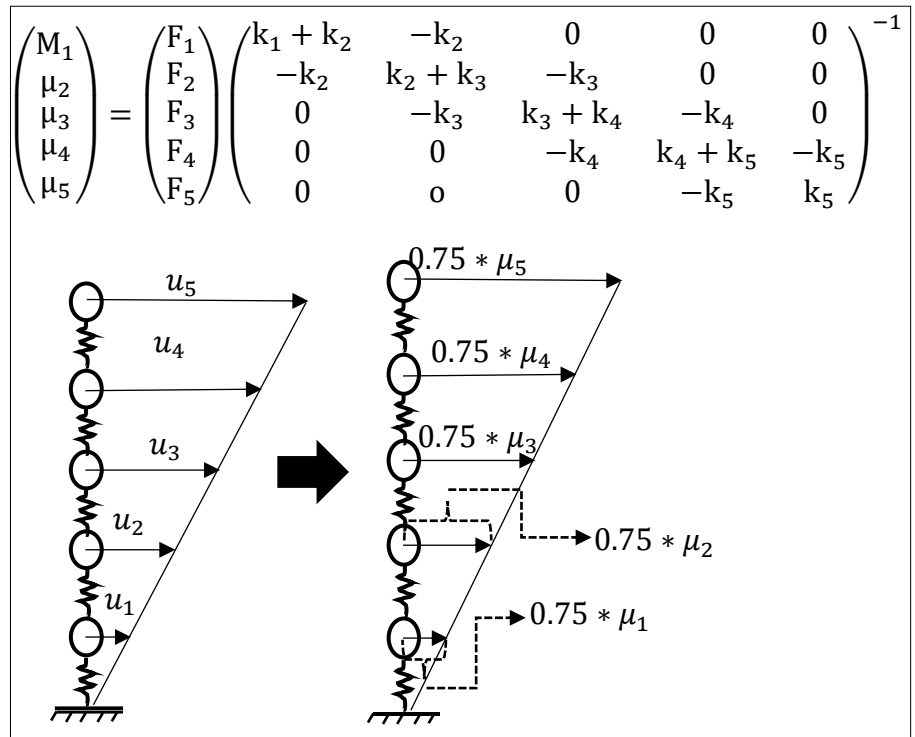
Figura 33 — Corte de elevación “A-A” de la edificación





FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 34 — Corte de elevación “B-B” de la edificación

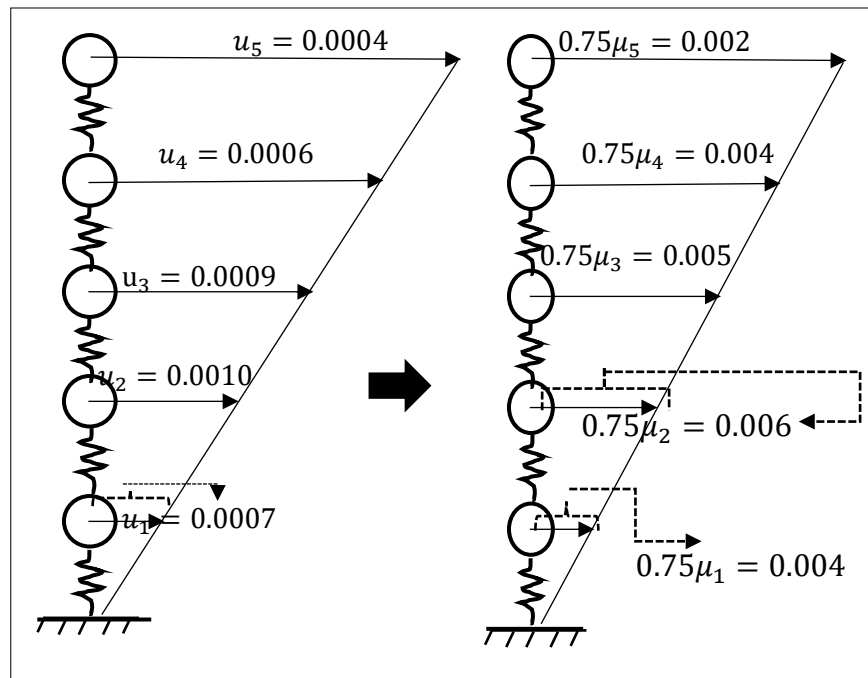


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 35 — Desplazamiento lateral y multiplicado por 0.75R

4.5.13.2 Desplazamientos laterales en ambos sentidos

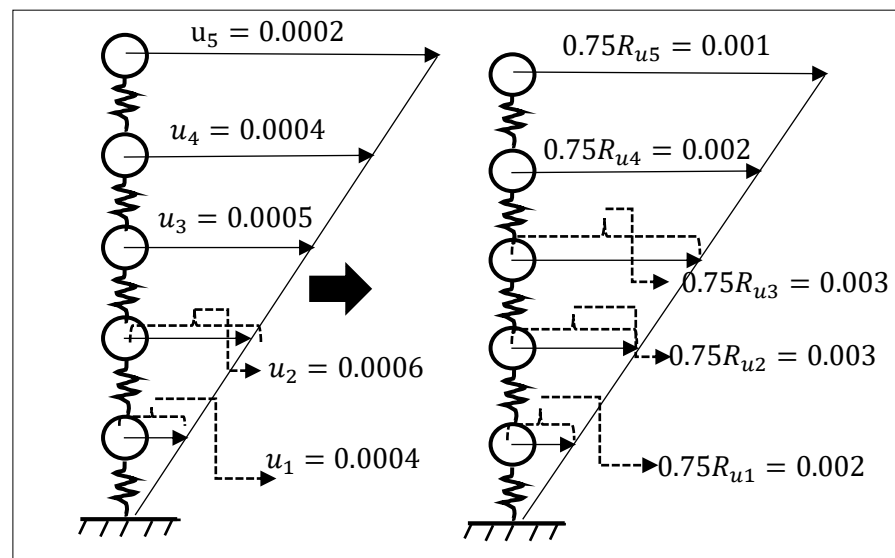
- Desplazamiento en dirección “X-X”



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 36 — Desplazamiento lateral y multiplicado por 0.75R en el eje “X-X”

- Desplazamiento en dirección “Y-Y”



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 37 — Desplazamiento lateral y multiplicado por 0.75R en el eje “Y-Y”

4.5.13.3 Cálculo de los desplazamientos deriva o distorsiones de entrepisos

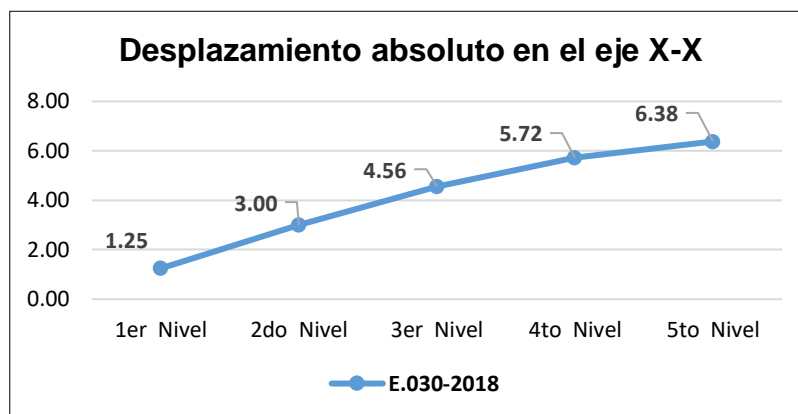
- Análisis en la dirección “X-X” norma E.030-18

Tabla 52 —Análisis de la distorsión según la normativa E.030-18.

0.75R*Drift	Drift	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$	Cumple
0.004	0.0007	0.007	cumple
0.006	0.0010	0.007	cumple
0.005	0.0009	0.007	cumple
0.004	0.0006	0.007	cumple
0.002	0.0004	0.007	cumple
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			

Tabla 53 —Desplazamiento absoluto en cm

Piso	Desplazamiento absoluto (m)	Desplazamiento absoluto (cm)
1er nivel	0.012	1.2
2do nivel	0.030	3.0
3er nivel	0.046	4.6
4to nivel	0.057	5.7
5to nivel	0.064	6.4
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA		



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 38 — Desplazamiento absoluto en el eje “Y-Y” en unidad (cm)

- Análisis en la dirección “Y-Y” norma E.030-18

Tabla 54 — Análisis de comparación si cumple la distorsión en eje “Y-Y”

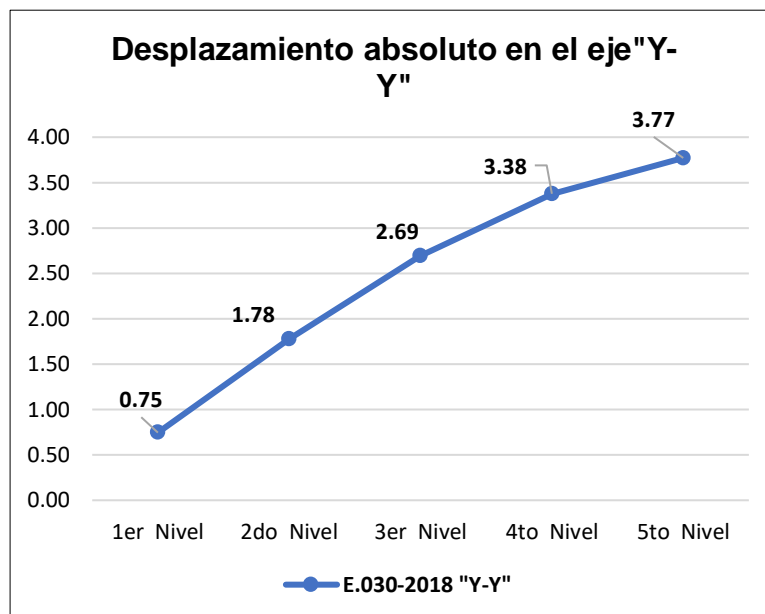
$0.75R \cdot \text{Drift}$ t	Drift	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$	Cumple
0.002	0.0004	0.007	cumple
0.003	0.0006	0.007	cumple
0.003	0.0005	0.007	cumple
0.002	0.0004	0.007	cumple
0.001	0.0002	0.007	cumple

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 55 — Desplazamiento absoluto en unidad en cm eje “Y-Y”

Nº Piso	Desplazamiento absoluto (m)	Desplazamiento absoluto (cm)
1er nivel	0.007	0.75
2do nivel	0.018	1.78
3er nivel	0.027	2.69
4to nivel	0.034	3.38
5to nivel	0.038	3.77

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 39 — Desplazamiento absoluto en el eje “Y-Y” en unidad (cm)

4.5.13.4 Resultado de las derivas norma NCH433-12

- Análisis en la dirección “X-X”

Tabla 56 — Comparación si cumple la distorsión norma NCh433-12 eje “X-X”

Piso	Altura piso (m)	Drift	Δ/h	$0.002h$	cumple
1	3	0.005	0.005	0.006	cumple
2	3	0.008	0.008	0.006	no cumple
3	3	0.007	0.007	0.006	no cumple
4	3	0.005	0.005	0.006	cumple
5	3	0.003	0.003	0.006	cumple

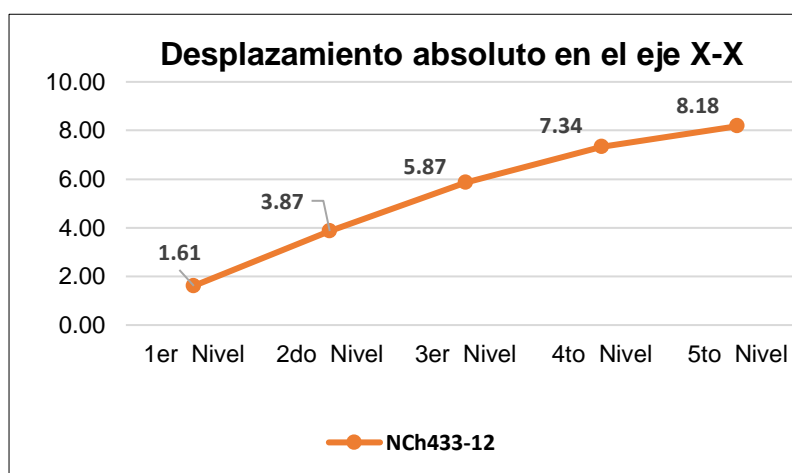
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Tabla 57 — Desplazamiento absoluto en unidad en cm eje “X-X” norma NCh433-12

Piso	Desplazamiento absoluto (m)	Desplazamiento absoluto (cm)
1er nivel	0.016	1.613
2do nivel	0.039	3.866
3er nivel	0.059	5.866
4to nivel	0.073	7.339
5to nivel	0.082	8.179

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 40 — Desplazamiento absoluto en eje “X-X” norma NCh433-12

- Análisis en la dirección “Y-Y”

Tabla 58 — Comparación si cumple la distorsión en eje “y-y” norma NCh433-12

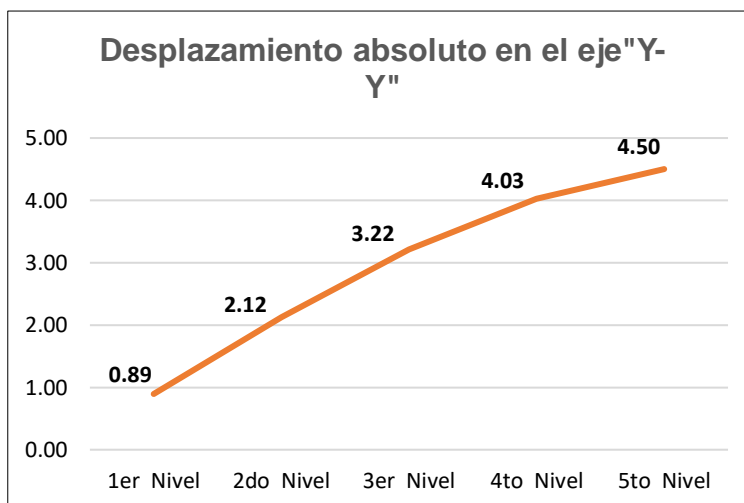
N° Piso	Desplazamiento absoluto (m)	Desplazamiento absoluto (cm)
1er nivel	0.009	0.894
2do nivel	0.021	2.123
3er nivel	0.032	3.216
4to nivel	0.040	4.030
5to nivel	0.045	4.502

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 59 — Desplazamiento absoluto en unidad en cm eje “Y-Y” norma NCh433-12

piso	Altura piso (m)	Drift	0.002h	cumple
1	3	0.003	0.006	cumple
2	3	0.004	0.006	cumple
3	3	0.004	0.006	cumple
4	3	0.003	0.006	cumple
5	3	0.002	0.006	cumple

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 41 — Desplazamiento absoluto en el eje “X-X” en unidad (cm)

4.6 Técnica e instrumentos

4.6.1 Técnicas

Para analizar el estudio, se empleó la técnica de estudio y análisis documental, utilizando planos, normas de diseño sismo-resistente.

- Reglamento Nacional de Edificaciones, norma de diseño sismorresistente (E.030, 2018)
- norma chilena de diseño sísmico de edificios (NCh433, 2012).

4.6.2 Instrumentos

- Software Etabs v.18
- Microsoft Office Exel
- Software Autodesk AutoCAD v.18.

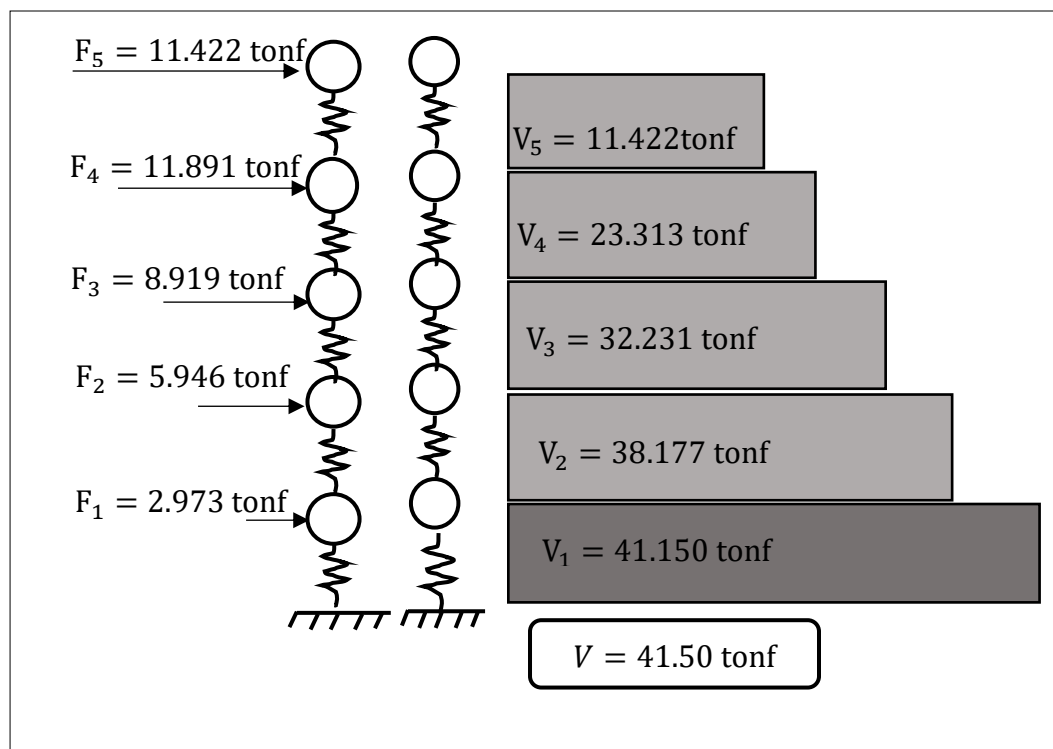
4.6.3 Ratios

- Periodo fundamental de vibración $T = \frac{h_n}{c_t}$ 0.1s por nivel
- Metrado de carga para una edificación común de categoría C
 $1000 \frac{kg}{m^2}$ o $1 \frac{tonf}{m^2}$.

4.7 Análisis y estadístico

4.7.1 Análisis estadístico de fuerza cortante norma E.030-2018

El análisis de la fuerza cortante actúa en cada nivel de piso y en el centro de masa, el cual se calcula de acuerdo con los parámetros de la norma E.030-2018, que se detalla en la tabla N° 39.



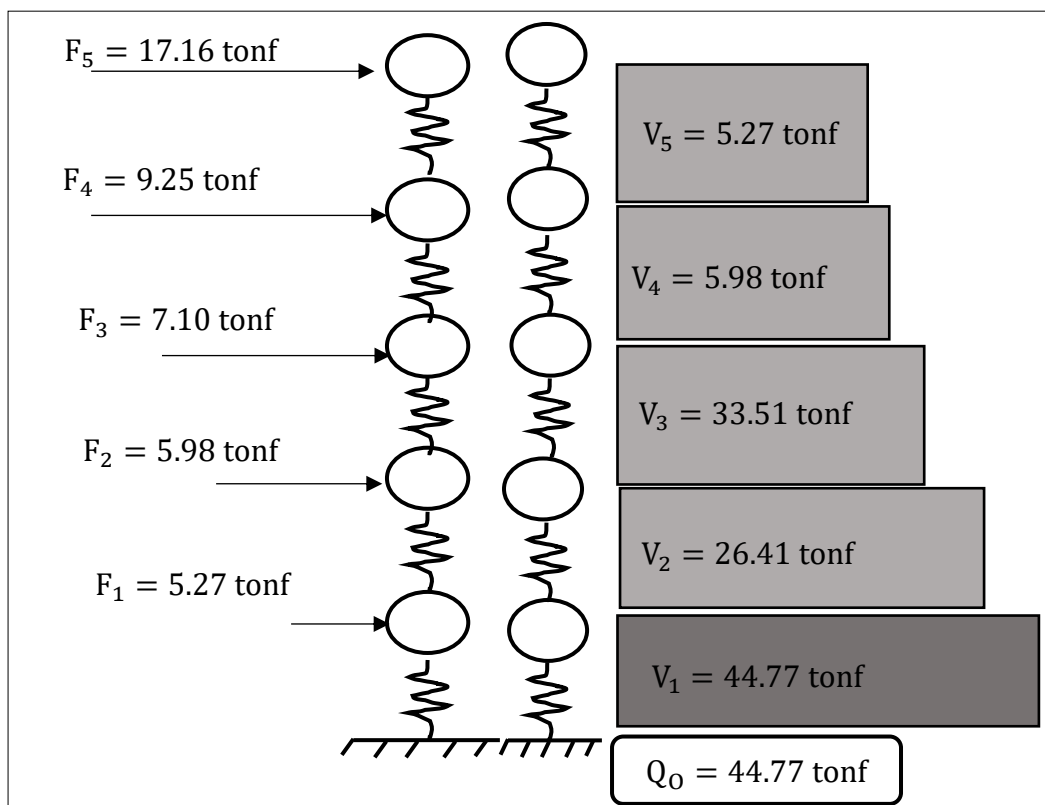
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 42 — Análisis estadístico de fuerza cortante norma E.030-2018



4.7.2 Análisis estadístico de fuerza cortante norma NCh433-12

El análisis de la fuerza cortante actúa en cada nivel de piso y en el centro de masa, el cual se calcula de acuerdo con los parámetros de la norma NCh433-12, que se detalla en la tabla N° 47.



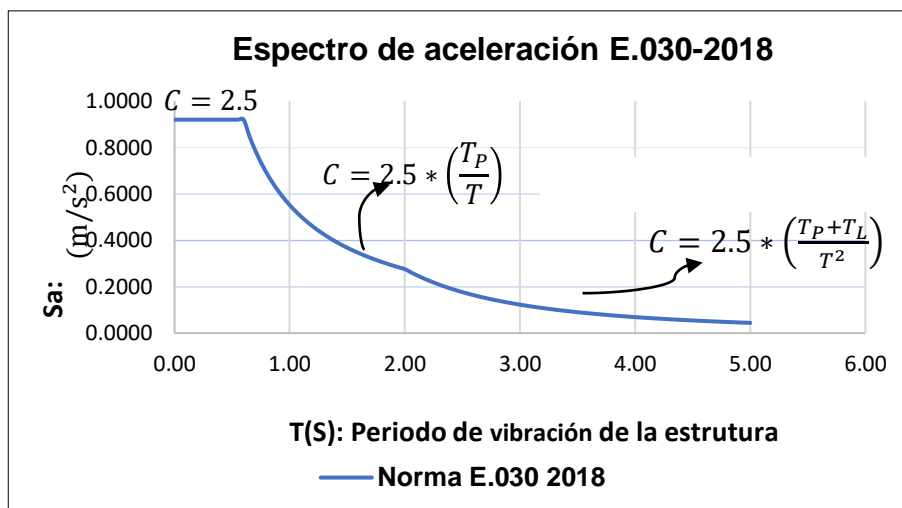
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 43 — Análisis estadístico de fuerza cortante norma NCh433-12

4.7.3 Análisis estadístico del espectro de aceleración sísmica de la norma E.030-18

El espectro de aceleración sísmica para ciudad de Abancay se realizó de acuerdo a los parámetros de la norma E.030-2018 los cuales se detalla en las tablas 48 y 49.



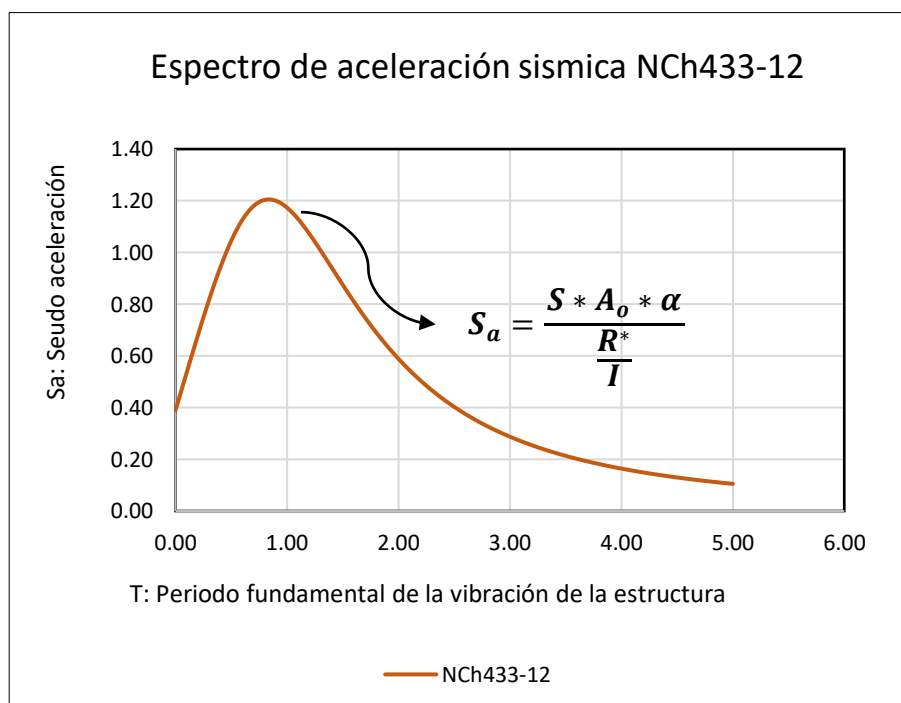


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 44 — Espectro de diseño norma E.030-2018

4.7.4 Análisis estadístico del espectro sísmico según la norma NCh433-12

El espectro de aceleración sísmica para ciudad de Abancay se realizó de acuerdo a los parámetros de la norma NCh433-12 los cuales se detalla en las tablas 50 y 51.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 45 — Espectro de diseño norma NCh433-12



4.7.4.1 Análisis estadístico del desplazamiento lateral la norma E.030-18

Para calcular los desplazamientos inelásticos, se sigue lo estipulado en la norma E.030-2018 del capítulo V, donde se multiplica el desplazamiento elástico por 0.75. Este desplazamiento elástico se determina mediante un enfoque matricial utilizando la ley de Hooke. Los detalles de este proceso se encuentran en las figuras 31, 32, 33 y 34, así como en las tablas 53 y 54. (E.030, 2018).

Tabla 60 —Desplazamiento elástica e inelástica eje x-x norma E.030-2018

Piso	Altura piso (m)	0.75R*Drift	Drift	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$	Cumple
1	3	0.002	0.0004	0.007	Cumple
2	3	0.003	0.0006	0.007	Cumple
3	3	0.003	0.0005	0.007	Cumple
4	3	0.002	0.0004	0.007	Cumple
5	3	0.001	0.0002	0.007	Cumple
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					

Tabla 61 —Desplazamiento elástica e inelástica eje y-y norma E.030-2018

Piso	Altura piso (m)	0.75R*Drift	Drift	$\frac{\Delta_i}{h_{ei}}$	Cumple
1	3	0.004	0.0007	0.007	Cumple
2	3	0.006	0.0010	0.007	Cumple
3	3	0.005	0.000	0.007	Cumple
4	3	0.004	0.0006	0.007	Cumple
5	3	0.002	0.0004	0.007	Cumple
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					

4.7.4.2 Análisis estadístico del desplazamiento lateral la norma NCh433-12

Para calcular los desplazamientos inelásticos, se sigue la norma NCh433-12 en su artículo 5.9, que especifica en el apartado 5.9.4 la necesidad de multiplicar 0.002 por la altura del entrepiso y el desplazamiento elástico. Los detalles de este proceso se presentan en la figura 38, así como en las tablas 59 y 60.

Tabla 62 — Desplazamiento eje X-X norma NCh433-12

Piso	Altura piso (m)	Drift	Δ/h	$0.002h$	Cumple
1	3	0.005	0.005	0.006	Cumple
2	3	0.008	0.008	0.006	No cumple
3	3	0.007	0.007	0.006	No cumple
4	3	0.005	0.005	0.006	Cumple
5	3	0.003	0.003	0.006	Cumple
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					

Tabla 63 — Desplazamiento eje Y-Y norma NCh433-12

Piso	Altura piso (m)	Drift	Δ/h	$0.002h$	cumple
1	3	0.003	0.003	0.006	Cumple
2	3	0.004	0.004	0.006	Cumple
3	3	0.004	0.004	0.006	Cumple
4	3	0.003	0.003	0.006	Cumple
5	3	0.002	0.002	0.006	Cumple
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

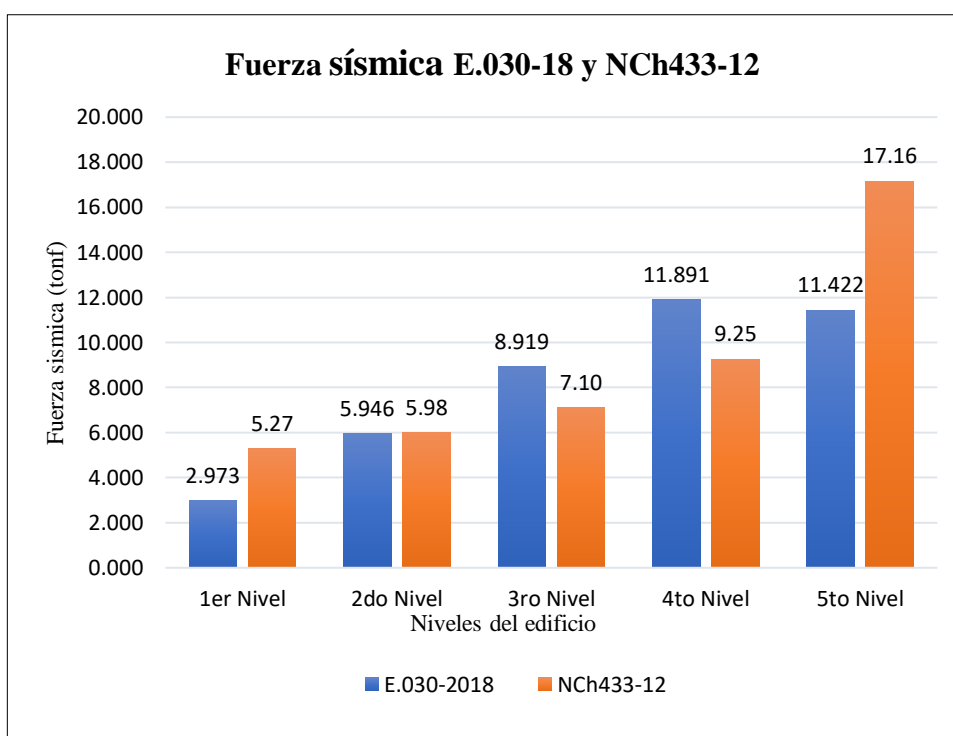
5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Fuerza cortante basal

Se determinó la fuerza cortante basal bajo las normativas E.030-18 y NCh433-12, se observó una diferencia del 8% a favor de la norma NCh433-12. Esta disparidad se explica por la inclusión en la normativa chilena de valores mínimo y máximo del coeficiente sísmico, lo que asegura una mayor seguridad estructural en las edificaciones sísmica.

$$V = 41.150 \text{ tonf E.030-2018}$$

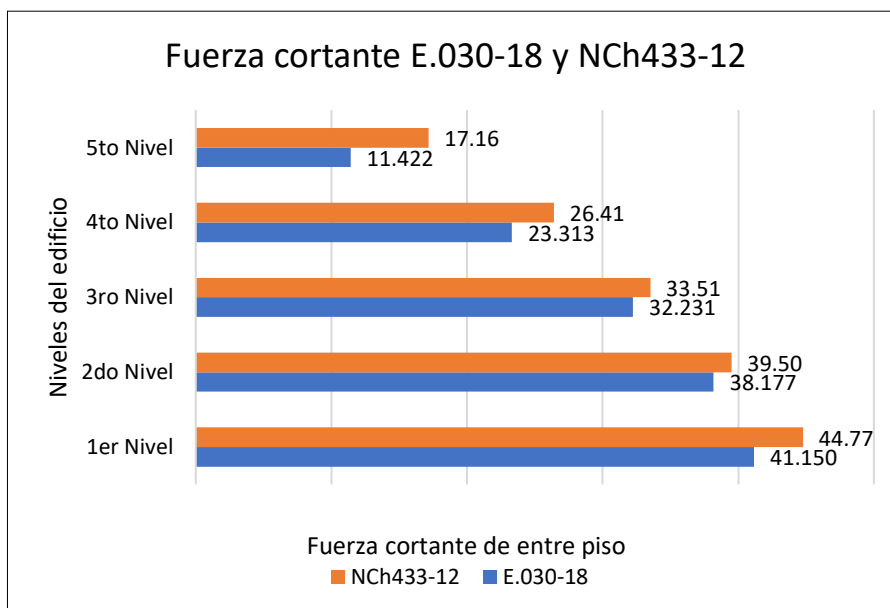
$$Q_0 = 44.77 \text{ tonf NCh433-12}$$



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 46 — Comparación de fuerza sísmica E.030-18 con NCh433-12



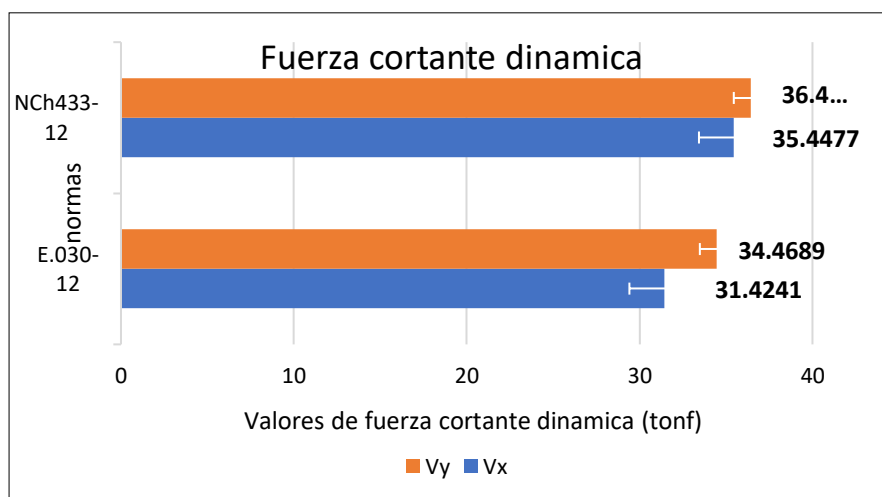


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 47 — Comparación de fuerza cortante E.030-18 y NCh433-12

5.1.2 Fuerza cortante dinámica

Se determinó que la fuerza cortante dinámica calculada según la norma NCh433-12 es mayor, como se muestra en la figura 45. Esto se debe a que el factor de escalamiento es la unidad, lo que resulta relevante para el diseño estructural de cualquier tipo de edificación.



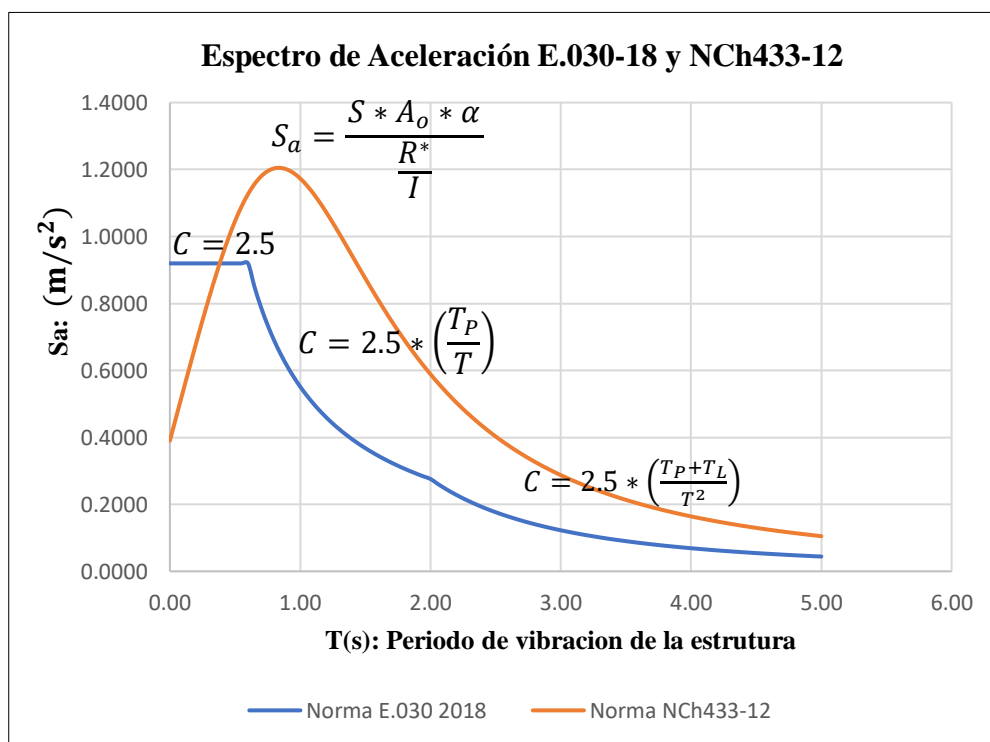
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 48 — Comparación de fuerza dinámica de la norma E.03-18 y NCh433-12



5.1.3 Espectro de aceleración sísmica

En el estudio comparativo entre las normativas NCh433-12 y E.030-2018, se encontró que la aceleración espectral según la primera es un 2% mayor que según la segunda. La principal diferencia entre ambas normativas reside en el factor de amplificación α , ajustado para cada modo de vibración. Este factor varía según las características de la zona sísmica, siendo menor en la normativa NCh433-12 para períodos de vibración más cortos.



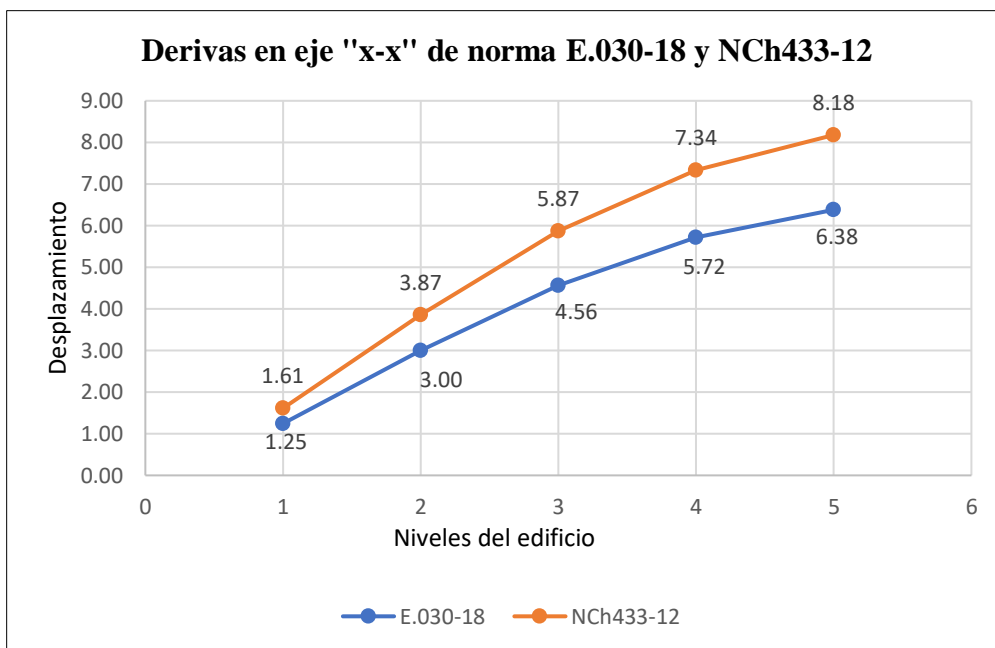
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 49 — Comparación de espectro de diseño E.030-18 con NCh433-12

5.1.4 Desplazamientos o derivas

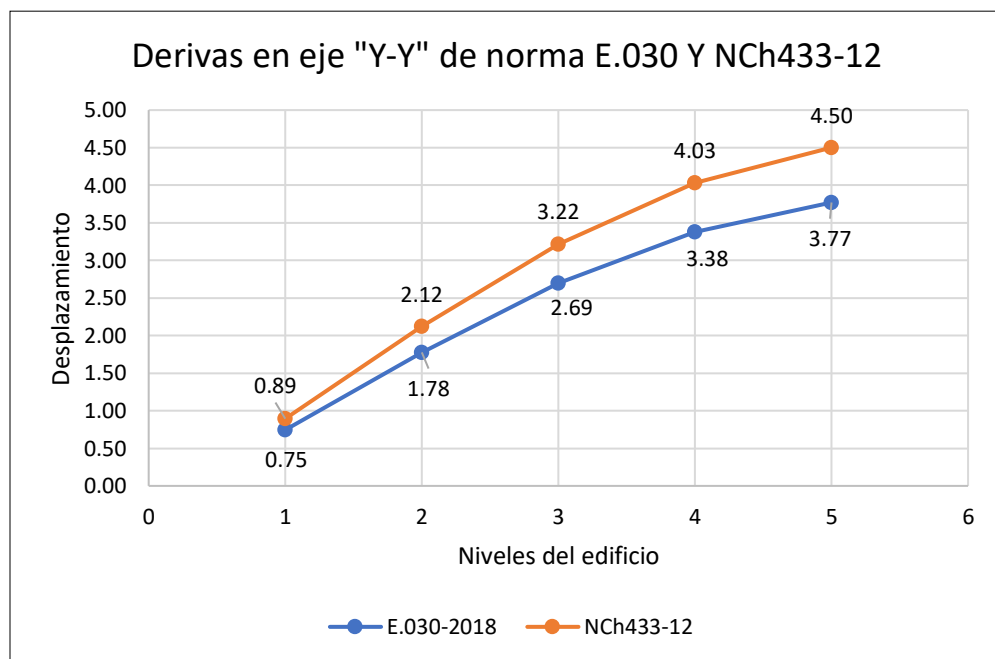
Se determinó según las normativas E.030-18, se observa que, si cumple con el límite de distorsiones entre pisos establecido en la tabla N.º 11, tanto en el eje "x-x" como en el eje "y-y". Sin embargo, conforme a la normativa NCh433-12, se supera el límite establecido en el capítulo 5.9.2, que especifica que las distorsiones no deben exceder el 0.002h. Esta superación del límite se observa en el segundo y tercer nivel analizado en el sentido "x-x", mientras que en el sentido "y-y" sí se cumple con el límite establecido.





FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 50 — Desplazamientos absolutos en eje x-x E.030-18 con NCh433-12



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 51 — Desplazamientos absolutos en eje y-y E.030-18 con NCh433-12

5.2 Contrastación de hipótesis

En la presente investigación, se observó que la fuerza cortante basal según la norma NCh433-12 es un 8% mayor a la norma E.030-2018. Los resultados muestran que para la norma NCh433-12, la fuerza cortante basal es de 44.77 toneladas de fuerza, mientras que para la norma E.030-2018 es de 41.15 toneladas de fuerza. En términos de seguridad, la norma más eficiente es la NCh433-12, ya que ofrece una mayor fuerza basal, lo que puede traducirse en una mejor capacidad para resistir terremotos. Por otro lado, en cuanto a economía, la norma E.030-2018 es más eficiente, ya que requiere una menor fuerza cortante basal, lo que puede implicar menores costos en la construcción. Estos hallazgos sugieren un equilibrio delicado entre la seguridad estructural y los costos económicos asociados con el cumplimiento de las normativas de construcción. Presenta mayores valores en fuerza cortante dinámica la NCh433-12 a la normativa E.030-2018 en un 11% como se predijo en la hipótesis.

La norma NCh433-12 y la norma E.030-2018 son eficientes en el espectro de diseño, la norma chilena muestra una respuesta más alta en el registro de respuesta sísmica lo sucedido el sismo del 22 de mayo de 1960, con una magnitud de 9.5, es el más grande registrado en la historia del planeta tierra.

La norma E.030-2018 cumple con el límite establecido para la distorsión del entrepiso, siendo menor que el límite especificado. Sin embargo, la norma chilena NCh433-12 supera las distorsiones permitidas a 0.002h, lo que implica que se necesita una mayor rigidez en la estructura para cumplir con los estándares de la norma.

5.3 Discusión

Se concluye que la norma chilena NCh433-12 presenta un enfoque más conservador y brinda mayores niveles de seguridad en el diseño estructural para la ciudad de Abancay; sin embargo, su aplicación implica un mayor costo constructivo. Por otro lado, el diseño realizado conforme a la norma peruana E.030-18 cumple con los requisitos de seguridad estructural establecidos y resulta más económico. Estos resultados coinciden con las conclusiones del autor Alfaro, quien señala una tendencia similar al comparar ambas normativas.

El autor concluyó que la aplicación de la norma chilena NCh433 conduce a menores desplazamientos y derivas en comparación con la norma peruana E.030-16, lo que evidencia un comportamiento estructural más rígido y una mayor capacidad de control de deformaciones ante sismos. Este resultado sugiere que la NCh433 adopta criterios de diseño más conservadores, orientados a mejorar el desempeño sísmico de la edificación, (Alfaro, 2017)

Finalmente, se concluyó que con la norma sísmica NCh433, según su procedimiento de análisis y el método para calcular el espectro de diseño, se obtuvieron resultados menores en comparación con la norma E.030, tanto en deformaciones laterales como en las derivas de entrepiso.

Figura 52 — Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación.

FUENTE: (Alfaro, 2017)

Esto indica que, según el método y las fórmulas de la norma chilena, el edificio parecería ser más rígido o más estable ante un sismo en comparación con los resultados de la norma peruana, (Retamozo, y otros 2018).

Concluyentemente, se concluyó que con la norma chilena NCH 433-2012, según su procedimiento de análisis y el método para calcular el espectro de diseño, se obtuvieron resultados menores en comparación con la norma peruana NTP E.030-2016, tanto en deformaciones laterales como en las derivas de entrepiso.

Figura 53 — Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación.

FUENTE: (Retamozo, y otros 2018)

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La comparación de la configuración de diseño de acuerdo a las normas E.030-18 y NCh433-12 en comportamiento sísmico de una edificación aporticado de 5 niveles en Abancay 2024 ha obtenido valores favorables en ambas normas. Sin embargo, se puede resaltar que la norma NCh433-12 ofrece mayor seguridad, ya que sus parámetros son más exigentes, especialmente en las distorsiones permitidas. En cambio, la norma E.030-18 cumple con los requisitos establecidos, lo cual contribuye a la seguridad de la población y a la protección de la edificación aporticado de 5 niveles en Abancay, Apurímac.

La comparación de la fuerza cortante basal para una edificación aporticado de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-18 y NCh433-12 en Abancay 2024, se concluye que la norma NCh433-12 presenta una ventaja del 8% en cuanto a la fuerza cortante basal, estos resultados sugieren que el diseño basado en la norma NCh433-12 es más eficiente en términos de seguridad.

Al comparar los resultados, se observa que la fuerza cortante dinámica según la norma NCh433-12 es un 11% mayor en comparación con la norma E.030-18. Además, ambas normas presentan fuerzas cortantes dinámicas inferiores a las fuerzas cortantes estáticas. Las normativas establecen que debe existir una fuerza cortante dinámica mínima, la cual se determina como un porcentaje de la fuerza cortante estática. Por esta razón, es indispensable realizar el cálculo de la cortante estática, ya que este valor es fundamental para determinar el factor de escalamiento que se aplicará en el diseño estructural.

En conclusión, la norma NCh433-12 presenta valores máximos de espectro de diseño que son un 25% mayores en comparación con la norma E.030-18. Esto se debe a que cada país elabora su espectro de diseño basándose en el historial sísmico de la región.



En el caso de Chile, el registro del terremoto más grande del mundo justifica que los valores del espectro de diseño establecidos por esta norma sean superiores a los de otras normativas.

La comparación de los desplazamientos laterales evaluados bajo las normas E.030-18 y NCh433-12 de una edificación aporticada de 5 niveles, realizada en Abancay 2024, mostró que los desplazamientos eran considerablemente menores para la norma E.030-18, siendo un 25% inferiores a los de la norma NCh433-12. Este resultado subrayó la eficacia y el cumplimiento de la normativa E.030-18 en términos de control de desplazamientos laterales, lo que sugirió su preferencia en la práctica de diseño sísmico para edificaciones en zonas vulnerables como Abancay. En relación con el límite de distorsión entre pisos, que establece un máximo de 0.007 m de desplazamiento lateral elástico, los cálculos realizados, considerando un factor de reducción sísmica de 0.75R, resultaron en valores inferiores a la mínima distorsión especificada por la norma E.030-2018 para su diseño. Sin embargo, se observó que la norma NCh433-12 no cumplió con este requisito de distorsión mínima, superando dicho límite en dos niveles de la edificación, aunque sí cumplió en el eje Y-Y. Esta discrepancia sugirió que la aplicación de la norma NCh433-12 era más rigurosa en términos de control de distorsiones, lo que podría implicar la necesidad de reforzar la rigidez de la estructura mediante el aumento de dimensiones en columnas, vigas, placas o muros estructurales.



6.2 Recomendaciones

Se recomienda que las edificaciones aporticadas de concreto armado en Abancay se diseñen con la norma NCh433-12 para asegurar una mayor seguridad estructural ante eventos sísmicos, dado su enfoque riguroso en el control de distorsiones. Esto también es muy favorable para dejar una junta sísmica entre edificaciones.

Se recomienda dar capacitación a Ingenieros y Arquitectos en la aplicación de ambas normativas, asegurando un entendimiento profundo de sus diferencias y beneficios, para mejorar la calidad del diseño en construcciones en Abancay, Apurímac. Esto permitirá que, cuando un propietario solicite diseñar con la normativa NCh433-12, también se pueda considerar la norma E.030-18 u otras normativas pertinentes.

No se recomienda realizar edificaciones mixtas que combinen albañilería confinada con pórticos de concreto, ya que esta mezcla no es adecuada desde el punto de vista estructural. Sin embargo, es posible construir edificaciones mixtas combinando pórticos, sistemas duales y muros estructurales, lo cual sí resulta viable. Una combinación inadecuada sería similar a mezclar pórticos de concreto con estructuras de madera, lo que no es recomendable.

Se recomienda aumentar las dimensiones de columnas, vigas o muros estructurales para lograr una buena rigidez, lo cual permitirá alcanzar la distorsión mínima establecida por la norma NCh433-12 en una edificación común de sistema estructural aporticado de 5 niveles en Abancay. Esto haría que la estructura sea más rígida y segura, conforme a lo indicado en la norma NCh433-12.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, Victor. 2017. *“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA NORMA PERUANA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE Y LA NORMA CHILENA NCH433 DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS, Y SU APLICACIÓN A UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO”*. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, Tacna : 2017.

Alvarado, Juan Alonso. 2022. *Respuesta sísmica para una edificación residencial de concreto armado acorde a las normas sudamericanas de la zona del Pacífico. Estudio de caso para Perú, Chile y Ecuador*. UNIVERSIDAD PERUANA UNION, Juliaca : 2022.

Aucahuasi, Oscar David. 2022. *“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del diseño estructural del pabellón de ingeniería de.”* UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC, Abancay : 2022.

Bazan, Enrique y Meli, Roberto. 2004. *Diseño sísmico de edificios*. México : LIMUSA, 2004.

Blanco, Armado Antonio. 1994. *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima : Consejo Departamental de Lima, 1994.

Calo, Byron Patricio. 2019. *Desempeño sísmico de edificaciones con marcos arriostrados excéntricamente con enlaces cortos diseñados según la NCh433*. UNIVERSIDAD DE CHILE, Santiago : 2019.

Capuñay, Jorgue. 2021. *EL TERREMOTO DE 1970 Lecciones no aprendidas*. Trujillo : Edición, Universidad César Vallejo, 2021. 0003.

Chipana , Juan Jose y Parqui , Fidel. 2022. *Evaluación del comportamiento sísmico del Hospital San Juan de Dios Ayaviri, de acuerdo a normas E.030 - 2003 y E.030 - 2018*. Universidad Nacional Del Altiplano, Juliaca : 2022.

Construcción, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la. 2018. *Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima, Perú : Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, 2018. E.020 – RNE.

Domínguez, Mauricio. 2013. *Configuración y Arquitectura*. Universidad del Valle. Cali. Colombia, Colombia : Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, 2013.

E.030. 2018. *Reglamento Nacional de Edificaciones - E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima/San Borja : Autor, 2018.

E.060. 2018. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima Perú : Oscar Vasquez S.A.C, 2018.



Hernández, C. Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. 2014. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. MÉXICO : Naucalpan de Juárez, Edo. de México, 2014.

Jaico, Karen y Jayo, Emilio Valentin. 2021. *Evaluacion de la configuracion estructural y comportamientos sismico de una edificacion de dos niveles con fines de Amplificacion, Ica, 2021*. Universidad Cesar Vallejo, Ica : 2021.

Jaico, Karen y Jayo Guzmán, Emilio Valentín. 2021. *Evaluación de la Configuración Estructural y Comportamiento Sísmico de una Edificación de dos Niveles con Fines de Ampliación, Ica, 2021*. Universidad Cesar Vallejo, ICA : 2021.

Jilberto , Sergio Andrés. 2020. *Estimación de Los parámetros de diseño sísmico en marcos arriostrados concéntricamente, según NCh433*. Universidad de Chile, Santiago : 2020.

NCh433. 2012. *Norma Chilena Oficial. Diseño Sísmico de Edificios*. Santiago : Instituto Nacional de Normalización, 2012.

Porras, Jesus Alexander. 2022. *Influencia de la norma E 0.30 2006 y E 0.30 2018 del diseño estructural del pabellón “G” – Colegio José Granda – San Martín de Porres 2022*. Universidad Cesar Vallejo, s.l. : 2022.

Retamozo, Fernando y Milachay Loayza, Willian Marcelo. 2018. *Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030-2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA : 2018.

Teves Torres, Rommel Dimas. 2023. *Aplicación del análisis estático no lineal en la determinación del desempeño estructural del bloque II de las aulas inteligentes de la Universidad Tecnológica de los Andes – 2021*. Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay : Universidad Tecnológica de los Andes, 2023.

Vásquez, Abbon Alex, y otros. 2023. *MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Ciudad Jardín Mz. B3 Lt. 2, Puno – Perú : Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2023.



ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticado de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024”

Tabla 64 —Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la más eficiente configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticado de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>PE1: ¿Cuál es la fuerza cortante basal</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Comparar la configuración de diseño de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012 en el comportamiento sísmico en una edificación aporticado de 5 niveles, en Abancay 2024.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>OE1: Comparar la fuerza cortante basal estático en el diseño</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Mejor de la configuración de diseño sísmico de una edificación aporticado de 5 niveles en Abancay 2024, aplicando las normas E.030-2018 y NCh433-2012.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>HE1: Mejorar de la fuerza cortante basal estática en el diseño Sísmico de una edificación aporticado</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Configuración de diseño según las normas E.030-2018 y NCh433-2012</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Comportamiento sísmico</p>	<p>V: Fuerza cortante basal</p> <p>Espectro de diseño</p>	<p>Z: Zona sísmica</p>	<p>Método:</p> <p>Deductivo</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica.</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Descriptivo.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Cuasi experimental.</p>
					<p>U: Factor de uso</p>	
<p>C: Factor de amplificación sísmica</p>						
<p>S: Factor de suelo</p>						
<p>R: Coeficiente básico de reducción</p>						
<p>Sa: Aceleración espectral respuesta de diseño</p>						
<p>T: Periodo fundamental de la estructura</p>						

<p>más eficiente en el diseño sísmico estático de una edificación aporticado de 5 niveles, según las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?</p>	<p>sísmico, de una edificación aporticado de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024</p>	<p>de 5 Niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.</p>		<p>Desplazamientos laterales</p>	<p>Concreto armado deriva $\frac{\Delta_i}{h_{ei}} =$ 0.007</p>	<p>Población: Edificación de concreto armado de sistema aporticado</p>
<p>PE2: ¿Cuál es la fuerza dinámica más eficiente en el diseño sísmico dinámico de una edificación aporticado de 5 niveles, según las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?</p> <p>PE3: ¿Cuál es la configuración más eficiente del espectro de diseño sísmico para una edificación aporticado de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?</p>	<p>OE2: Comparar la fuerza cortante dinámica en el diseño sísmico, de una edificación aporticado de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.</p> <p>OE3: Comparar el espectro de diseño sísmico, de una edificación aporticado de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.</p>	<p>HE2 Mejorar de la Fuerza Cortante dinámico en el Diseño Sísmico de una Edificación Aporticado de 5 Niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.</p> <p>HE3: Mejorar del espectro de diseño sísmico de una edificación aporticado de 5 Niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.</p>		<p>Estático y dinámico</p>	<p>Estático</p> <hr/> <p>Dinámico</p>	<p>Técnicas: norma E.030-12 y NCh433-12.</p> <p>Instrumento: Etabs v-18</p>

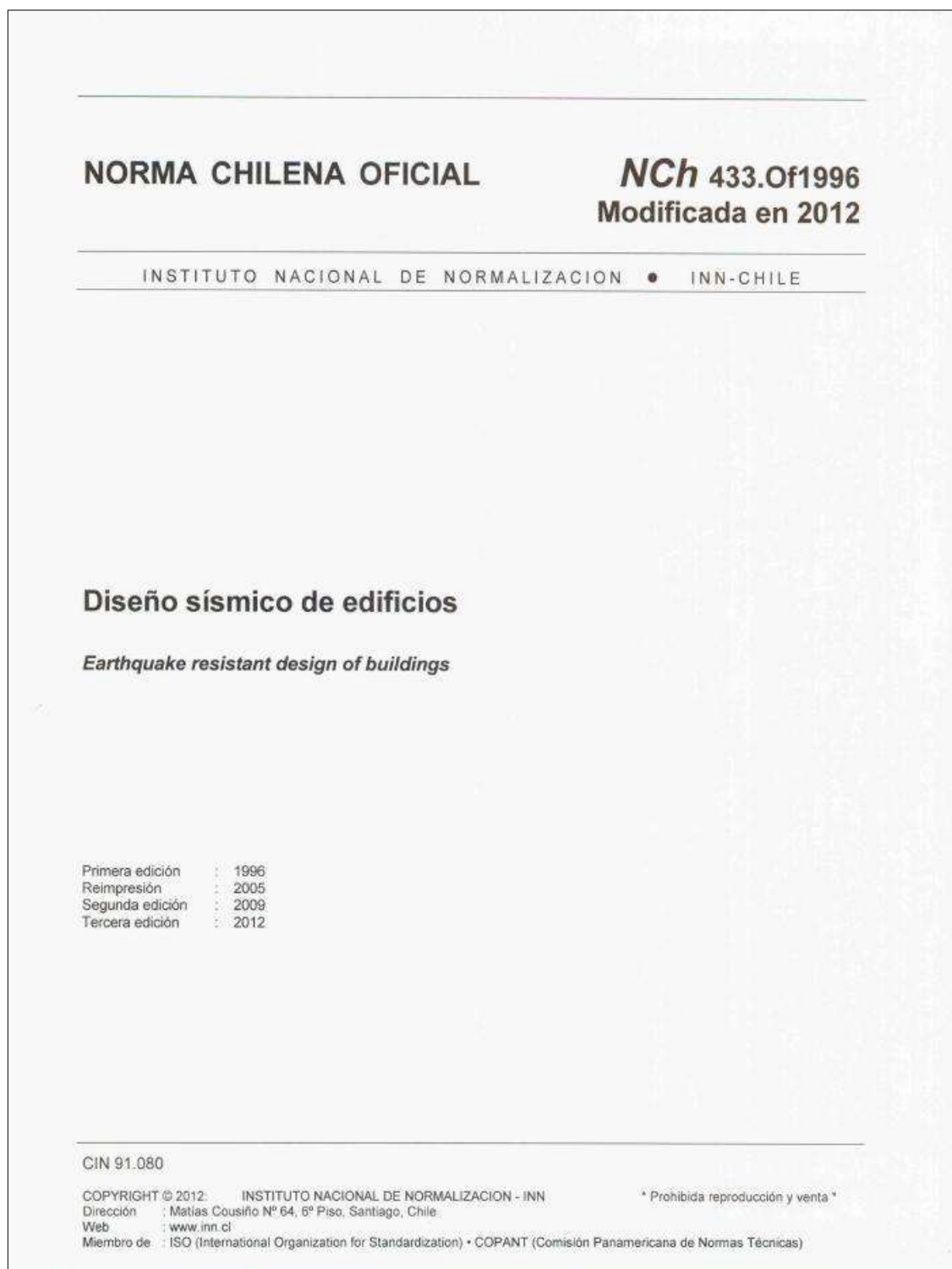
<p>PE4: ¿Cuál es la configuración de diseño sísmico más eficiente para minimizar el desplazamiento lateral en una edificación aporticado de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay en 2024?</p>	<p>OE4: Comparar el desplazamiento lateral en el diseño sísmico, de una edificación aporticado de 5 niveles de acuerdo con las normas de E.030-2018 y NCh433-12, en Abancay 2024.</p>	<p>HE4: Mejorar del desplazamiento lateral en el diseño sísmico de una edificación Aporticado de 5 Niveles de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-12 en Abancay 2024.</p>				
<p>FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA</p>						



FUENTE: (E.030, 2018)

Figura 54 — Reglamento Nacional de Edificaciones. norma técnica E.030-18

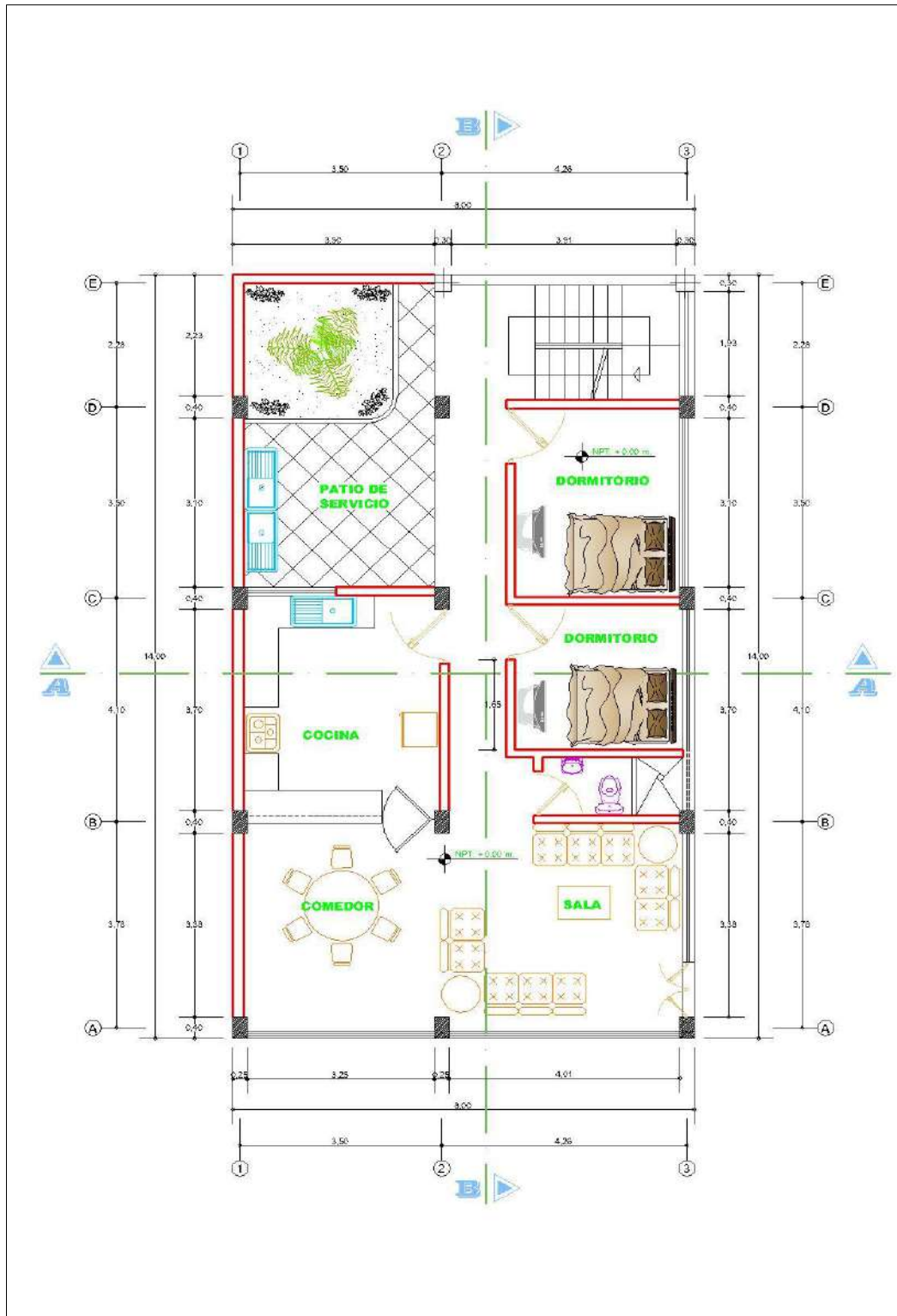




FUENTE: (NCH433, 2012)

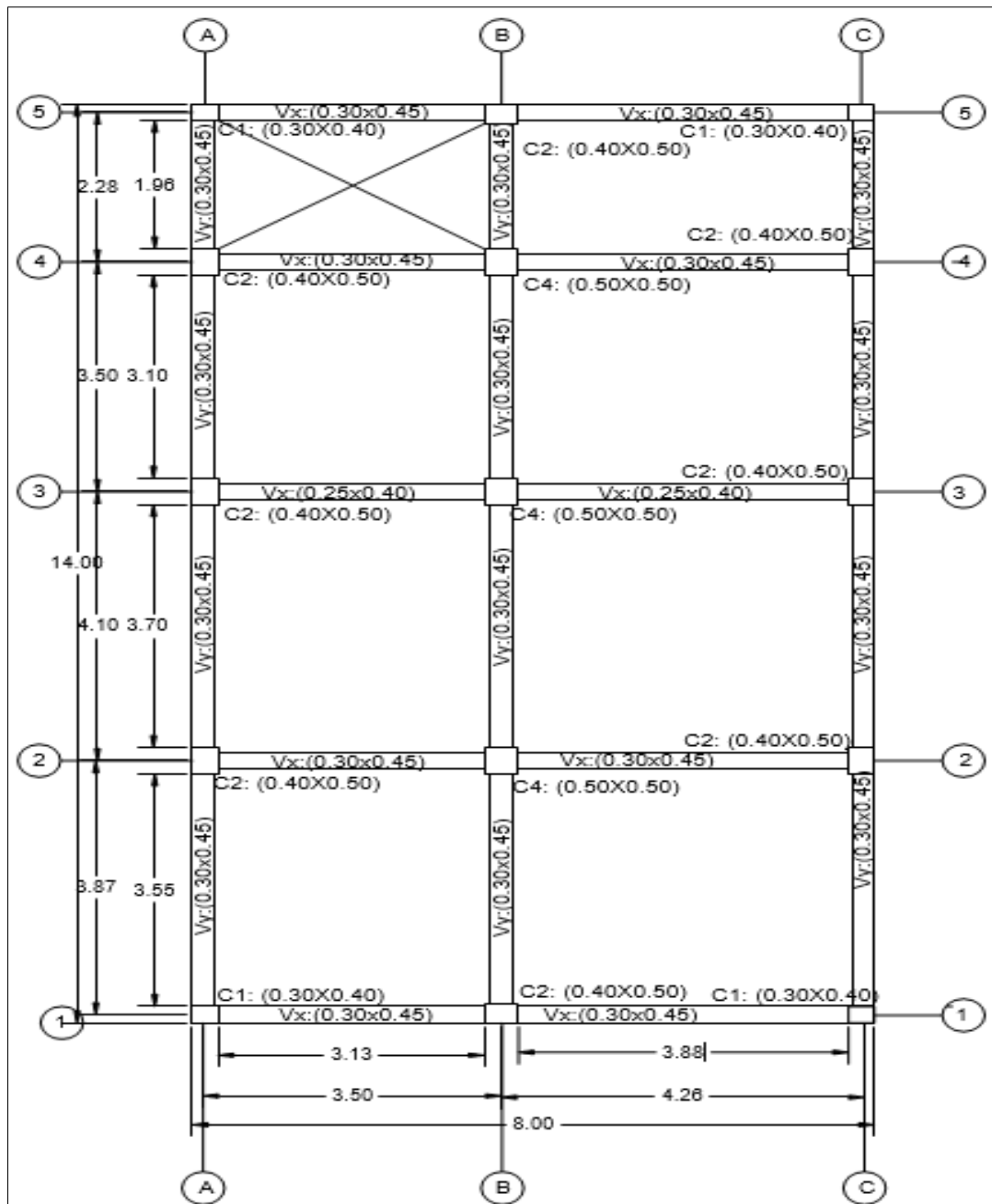
Figura 55 — norma Chile Oficial, Instituto Nacional de normalización





FUENTE: MAJINH S.A.C ABANCAY APURÍMAC

Figura 56 — Plano en planta arquitectura

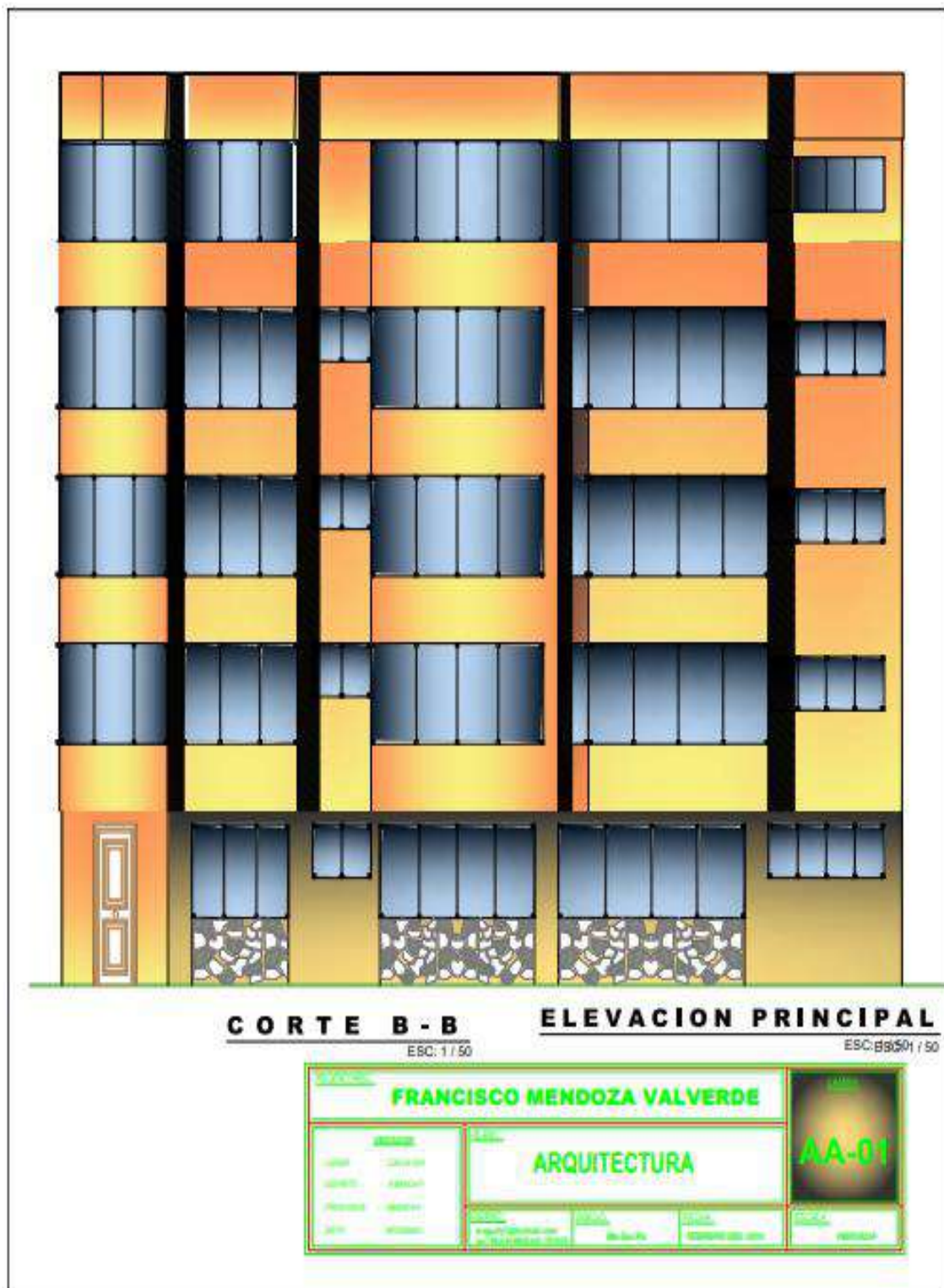


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 57 — Distribución de los elementos estructurales

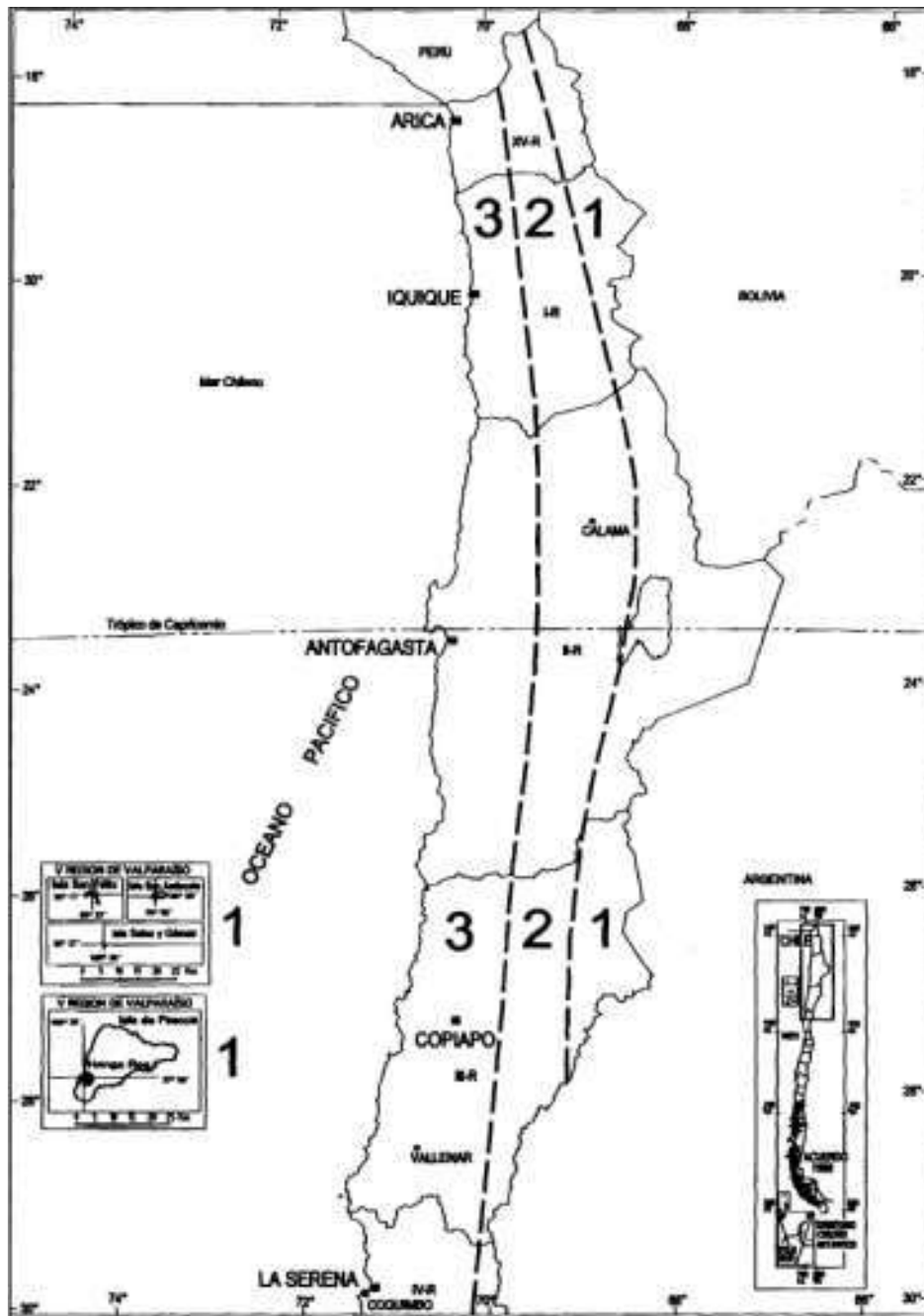


Figura 58 — Elevación lateral de la edificación eje (A-A)
FUENTE: MAJINH S.A.C ABANCAY APURÍMAC



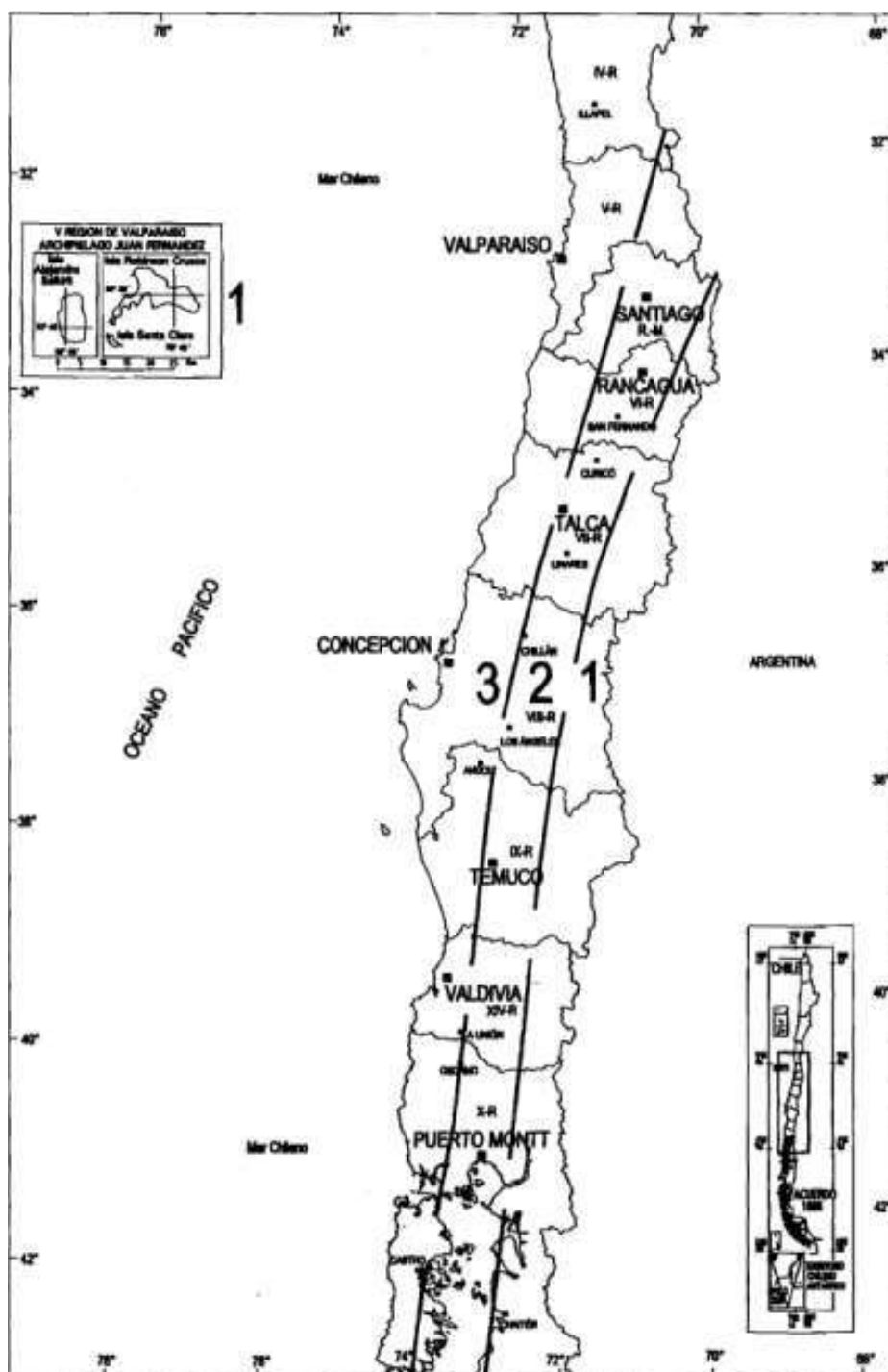
FUENTE: MAJINH S.A.C ABANCAY APURÍMAC

Figura 59 — Elevación lateral de la edificación eje (B-B)



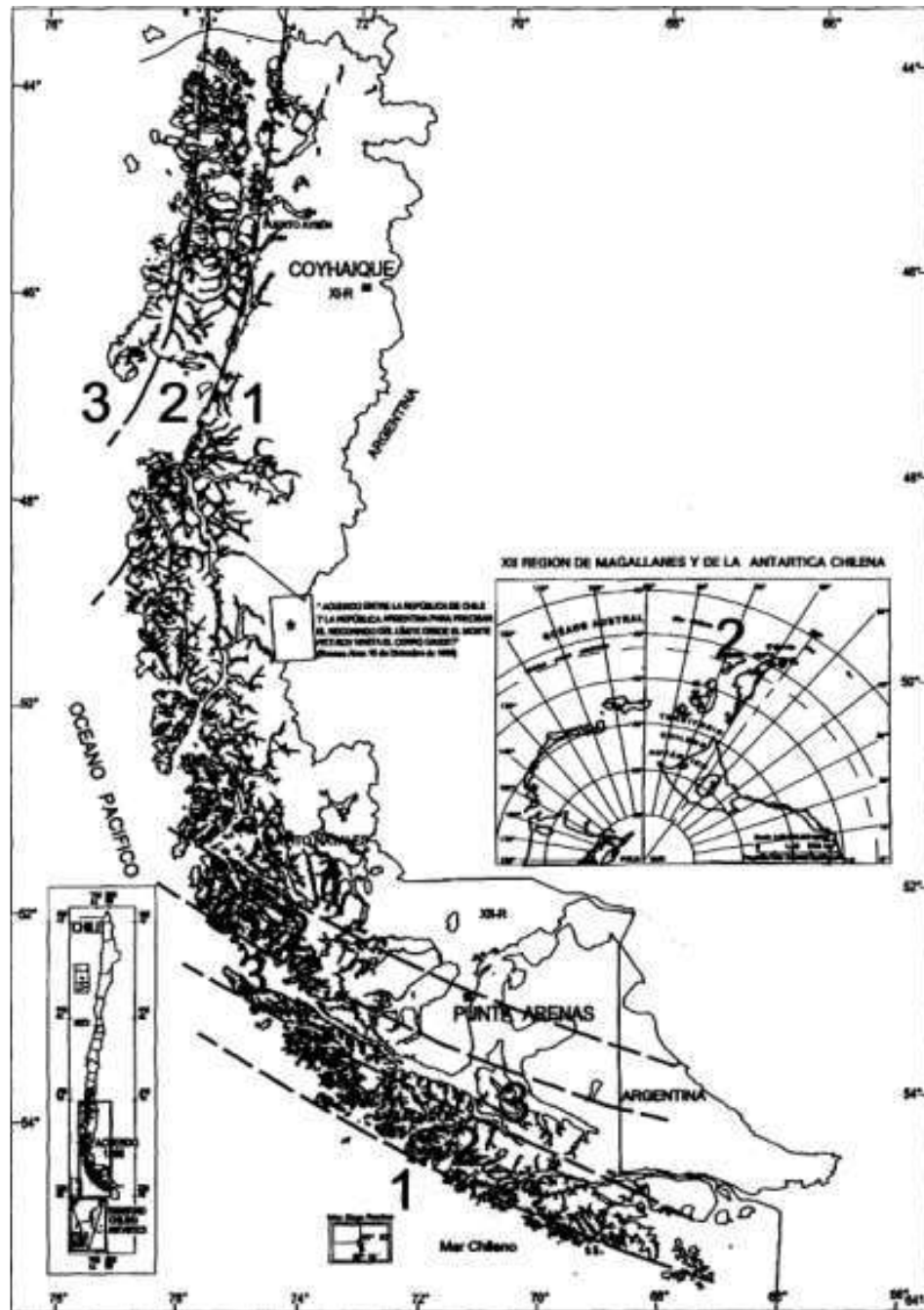
FUENTE: (NCH433, 2012)

Figura 60 — Zonificación sísmica de la regional I, II, III y XV.



FUENTE: (NCh433, 2012)

Figura 61 — Zonificación de las Regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XIV



FUENTE: (NCH433, 2012)

Figura 62 — Zonificación sísmica de las regiones XI y XII

Tabla 65 —Categoría de edificios y otras estructuras en la norma NCh433-12.

NATURALEZA DE LA OCUPACIÓN	CATEGORÍA OCUPACIÓN	VALOR I
Esta categoría de importancia se refiere a edificaciones y estructuras que no encajan en las categorías de ocupación II, III o IV, y que presentan un riesgo mínimo en caso de fallo. Esto incluye instalaciones agrícolas, estructuras provisionales y pequeñas áreas de almacenamiento.	I	0.60
Esta categoría de factor de importancia se refiere a diferentes tipos de edificios y estructuras. En primer lugar, menciona aquellos que no pertenecen a las categorías de ocupación I, III o IV y que, si fallan, podrían poner en riesgo otros edificios de esas categorías. Luego, habla de edificios que albergan contenido de gran valor, como bibliotecas y museos. Además, se incluyen lugares donde suele haber muchas personas, como salas de reuniones, estadios, escuelas, cárceles, grandes tiendas y centros comerciales con áreas extensas. En resumen, se abordan diferentes tipos de edificios en función de su uso y su importancia.	II	1.00
<p>Esta categoría de importancia se refiere a edificios y estructuras que no están en la categoría de ocupación IV y que almacenan sustancias peligrosas, como productos químicos o residuos. En estos casos, si se pueden demostrar de manera satisfactoria que la liberación de estas sustancias no representa un peligro para el público, se clasificarán como estructuras de ocupación II. En resumen, se trata de cómo se categorizan y evalúan los edificios que almacenan sustancias peligrosas para garantizar la seguridad pública.</p> <p>Esta categoría de importancia se refiere a edificios y estructuras con categorías de ocupación específicas. Son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edificios gubernamentales, municipales y de servicios públicos, como cuarteles de policía, centrales eléctricas y radioemisoras. 	III	1.20

<ul style="list-style-type: none"> • Edificios esenciales en caso de catástrofe, como hospitales, postas de primeros auxilios y refugios de emergencia. • Estructuras auxiliares necesarias para operar edificios de categoría IV durante una emergencia. • Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares para aviones de emergencia. • Edificios de importancia para la defensa nacional. <p>Edificios que almacenan sustancias peligrosas en cantidades superiores a las establecidas por la autoridad competente y que pueden ser clasificados como estructuras de ocupación II si se demuestra que no representan una amenaza para el público. Sin embargo, esta clasificación no se permite si los edificios también cumplen funciones esenciales o de utilidad pública</p>		
<p>Esta categoría de importancia se refiere a edificios y estructuras con categorías de ocupación específicas. Son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edificios gubernamentales, municipales y de servicios públicos, como cuarteles de policía, centrales eléctricas y radioemisoras. • Edificios esenciales en caso de catástrofe, como hospitales, postas de primeros auxilios y refugios de emergencia. • Estructuras auxiliares necesarias para operar edificios de categoría IV durante una emergencia. • Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares para aviones de emergencia. • Edificios de importancia para la defensa nacional. <p>representan una amenaza para el público. Sin embargo, esta clasificación no se permite si los edificios también cumplen funciones esenciales o de utilidad pública</p>	IV	1.20
<p>FUENTE: (NCH433, 2012)</p>		



AUTORIZACIÓN DEL PROPIETARIO DEL EDIFICIO

Yo, **Francisco Mendoza Valverde**, con Documento de Identidad **DNI: 31010439**, propietario del edificio ubicado en Dirección Patibamba sector Llañucancha, Valle de Manño Abancay Apurímac, mediante el presente documento, autorizo a **Adan Jose Orihuela Ccorimanya**, con Documento de Identidad **DNI: 47732546**, quien se encuentra realizando una investigación académica para su tesis titulada "Configuración de diseño en el comportamiento sísmico en una edificación aporticada de 5 niveles, de acuerdo con las normas E.030-2018 y NCh433-2012, en Abancay 2024", a utilizar el edificio mencionado para fines de estudio de investigación.

Esta autorización se otorga exclusivamente para fines académicos y de investigación, y estará vigente durante el desarrollo de la investigación. Cualquier uso adicional o modificación del alcance de esta autorización deberá ser comunicado y aprobado previamente.

En señal de conformidad, firmo el presente documento en ciudad de Abancay 15 de octubre del 2024

Firma del Propietario:



Francisco Mendoza Valverde
DNI: 31010439

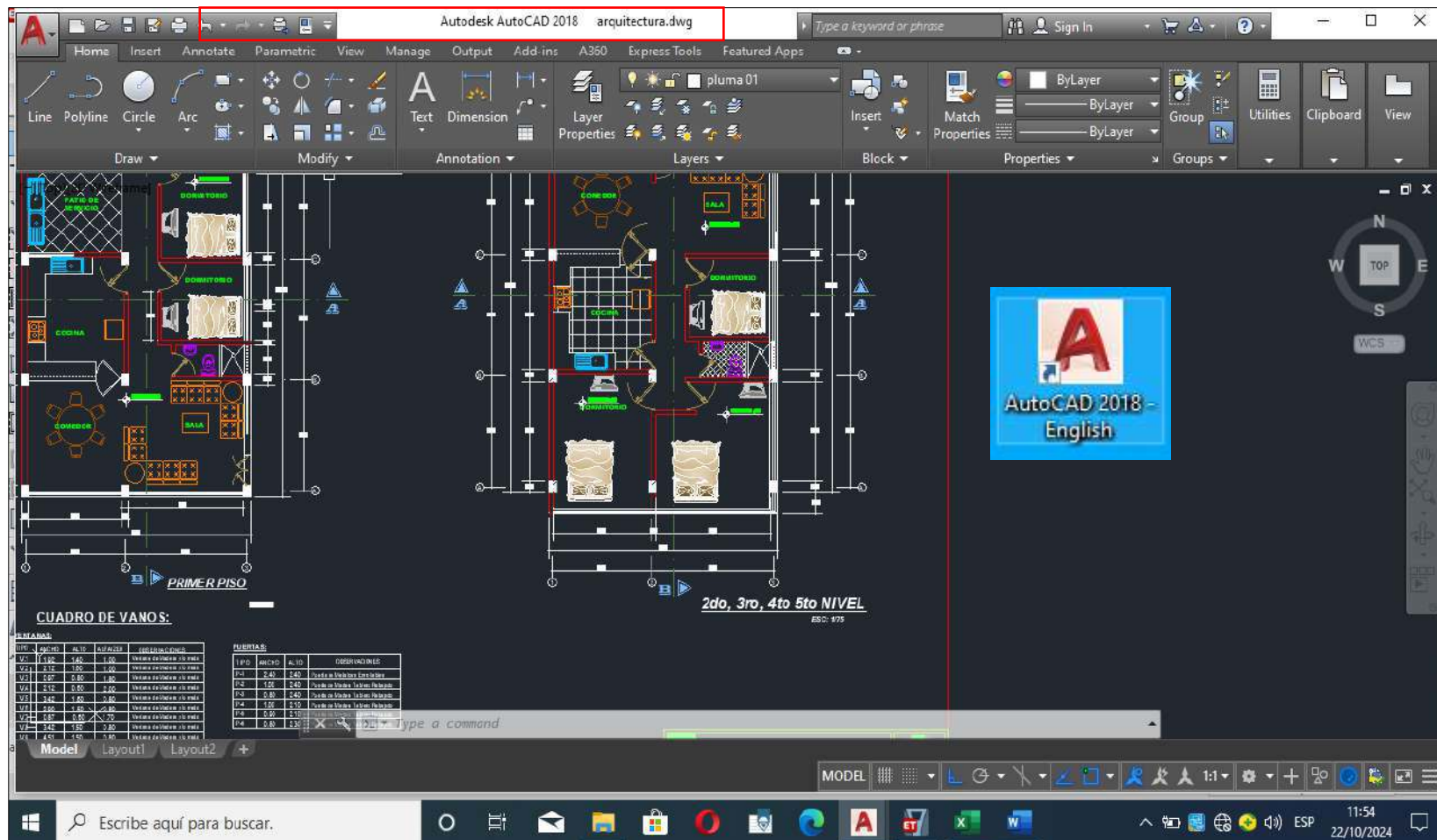
Firma del Investigador



Adan Jose Orihuela Ccorimanya
DNI: 47732546

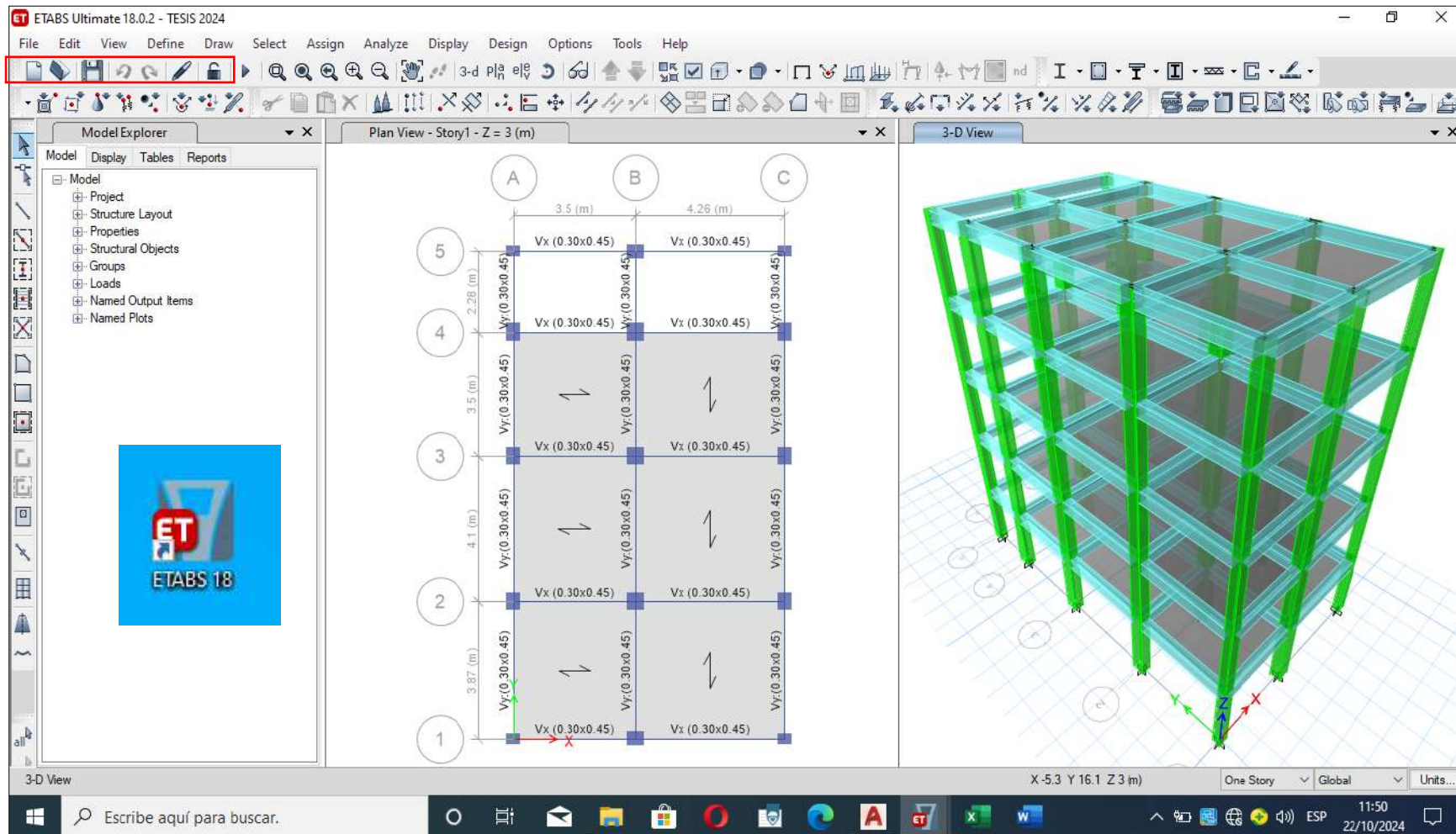
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 63 — Carta de autorización de propietario



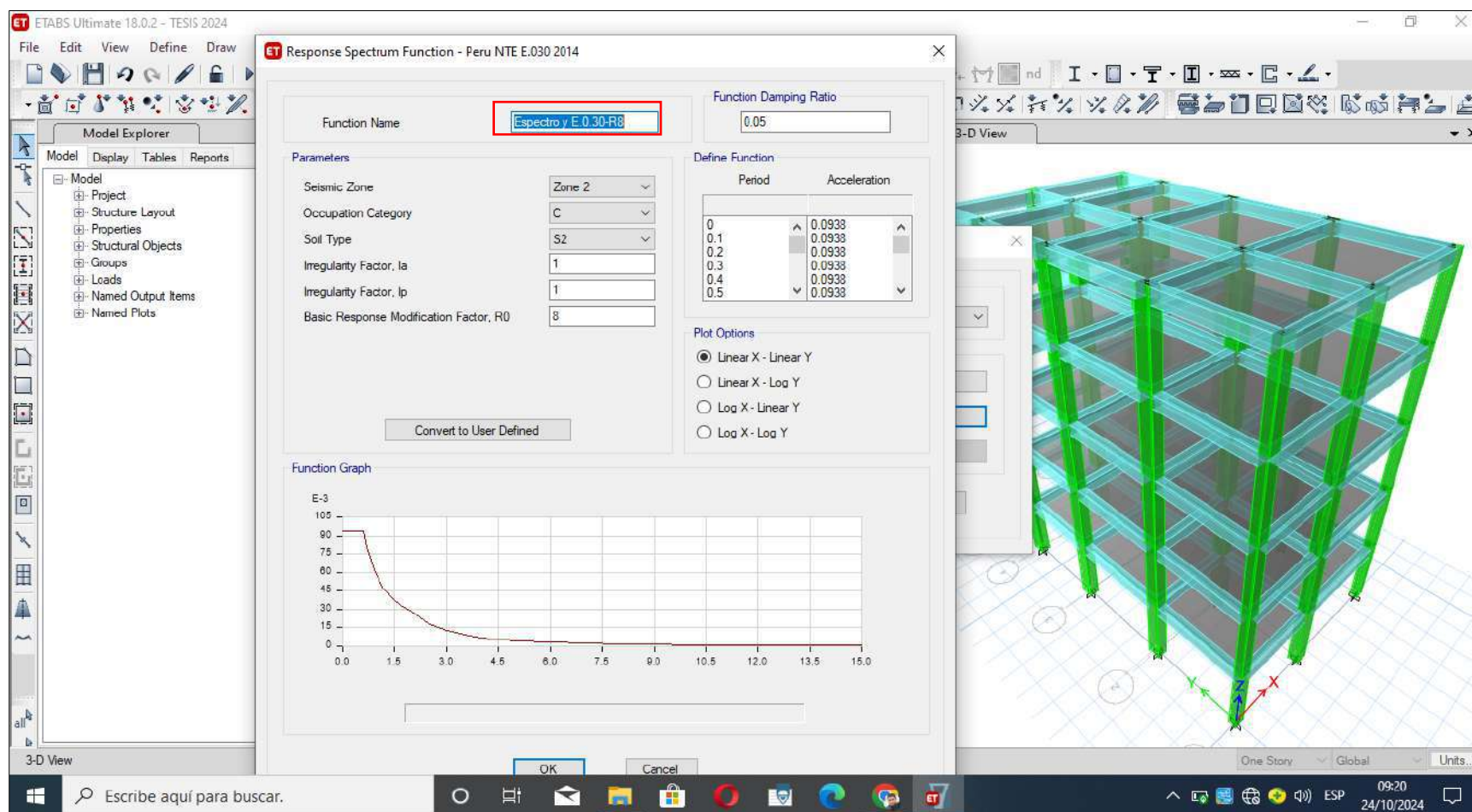
FUENTE: (AUTOCAD V, 2018)

Figura 64 — Software AutoCAD v.18 de elección libre



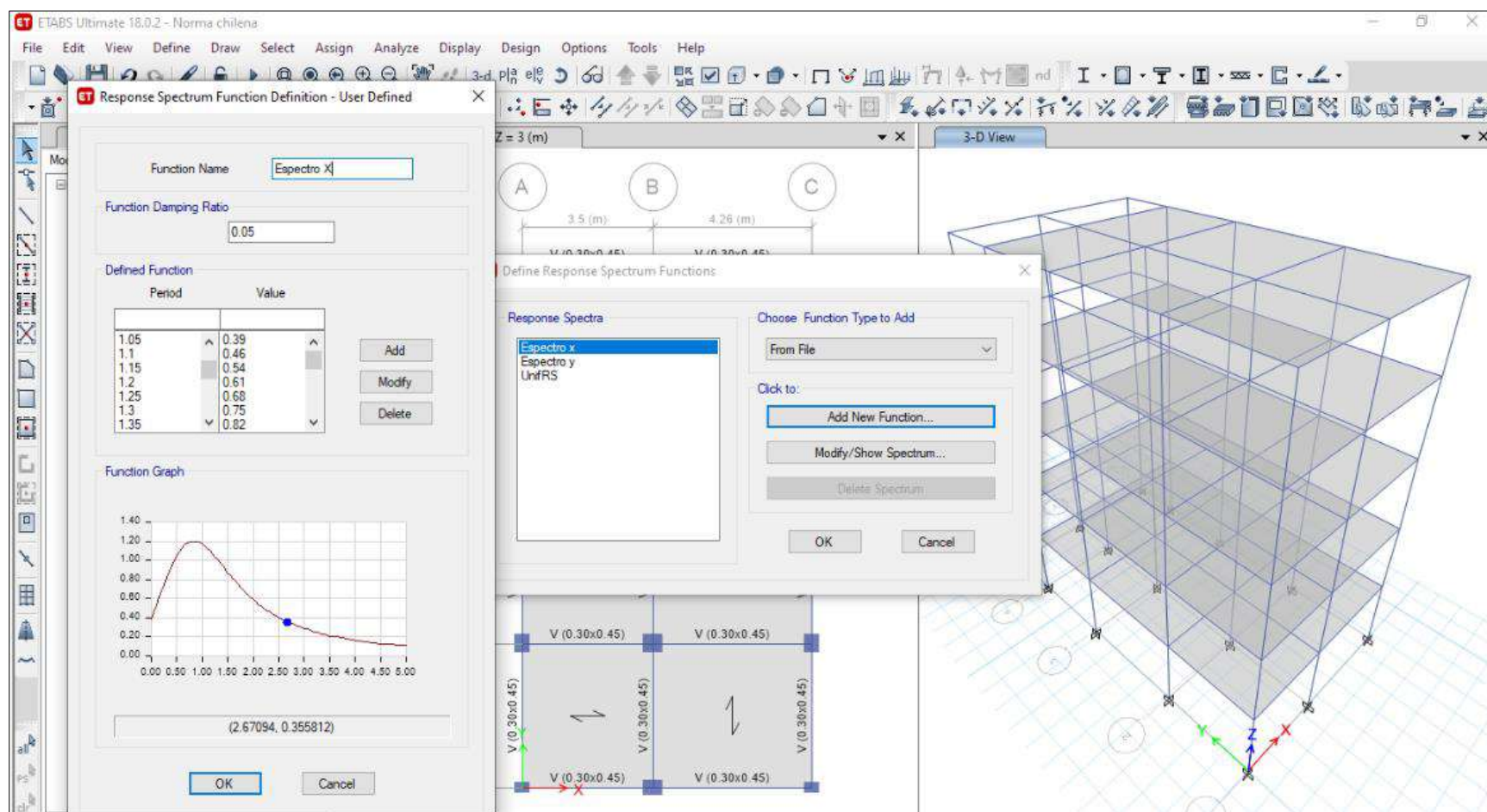
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 65 — Software Etabs v.18 de elección libre



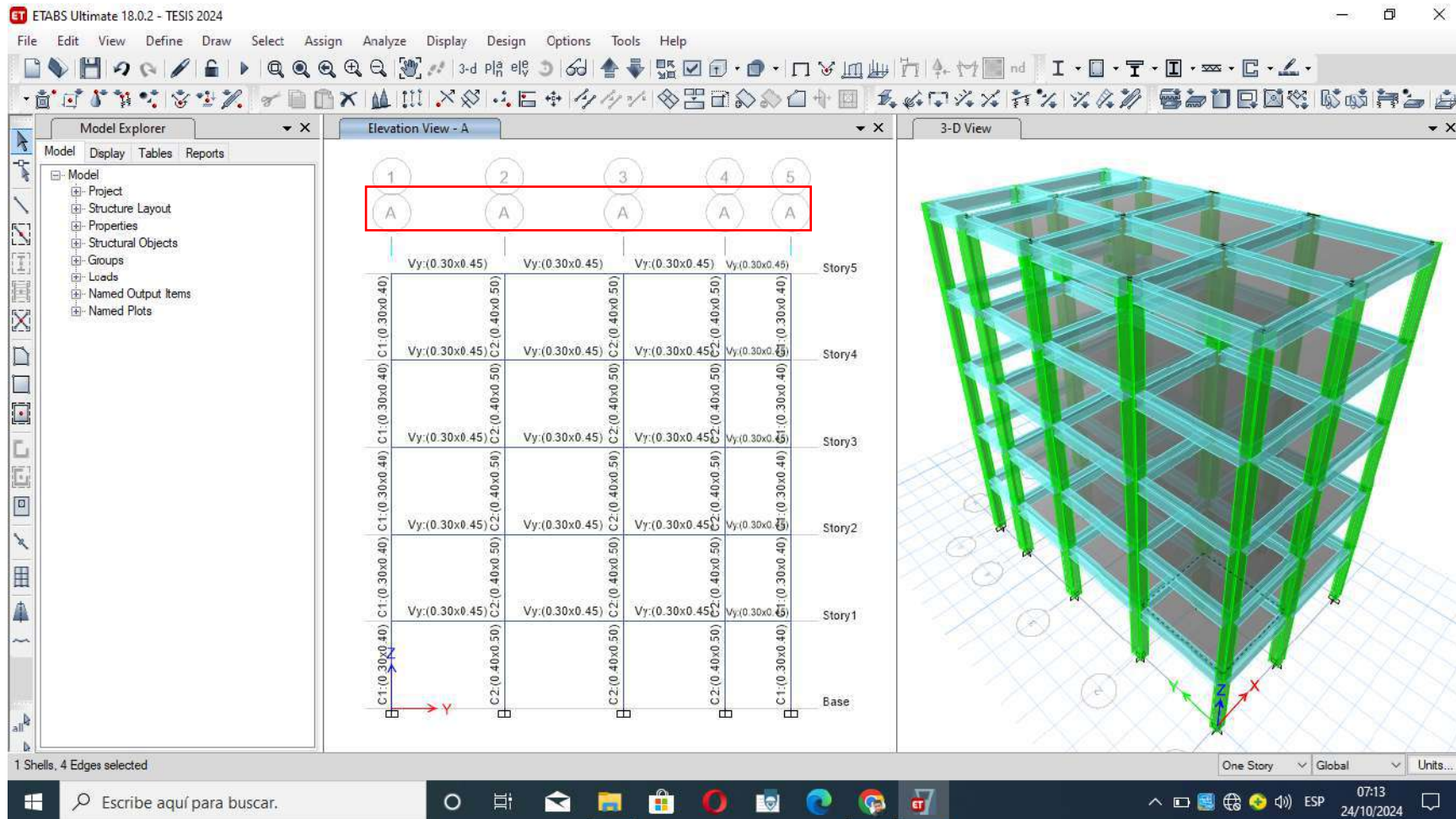
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 66 — Espectro de aceleración norma E.030-18 en Etabs v.18



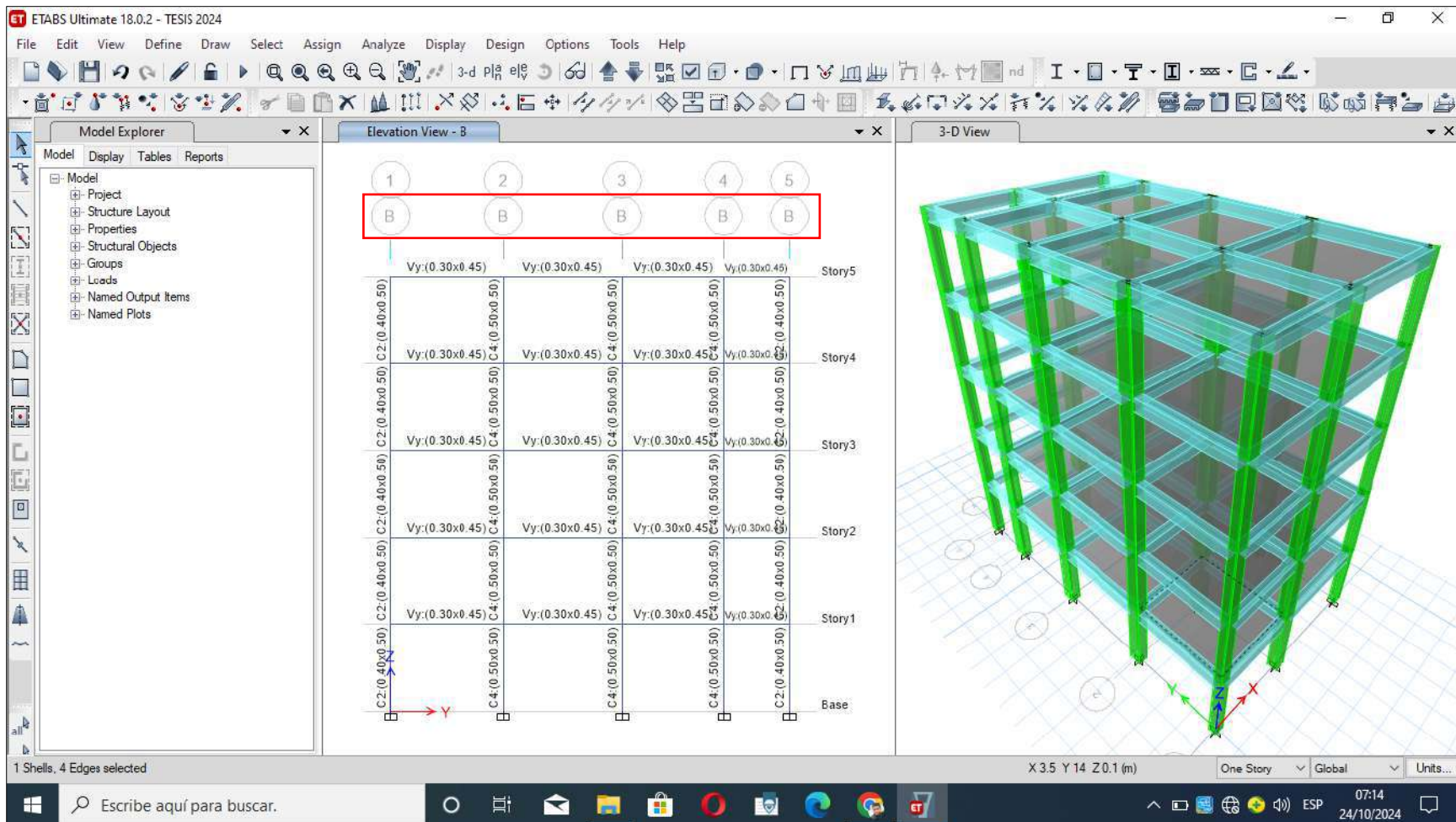
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 67 — Espectro de aceleración norma NCh433-12 en Etabs v.18



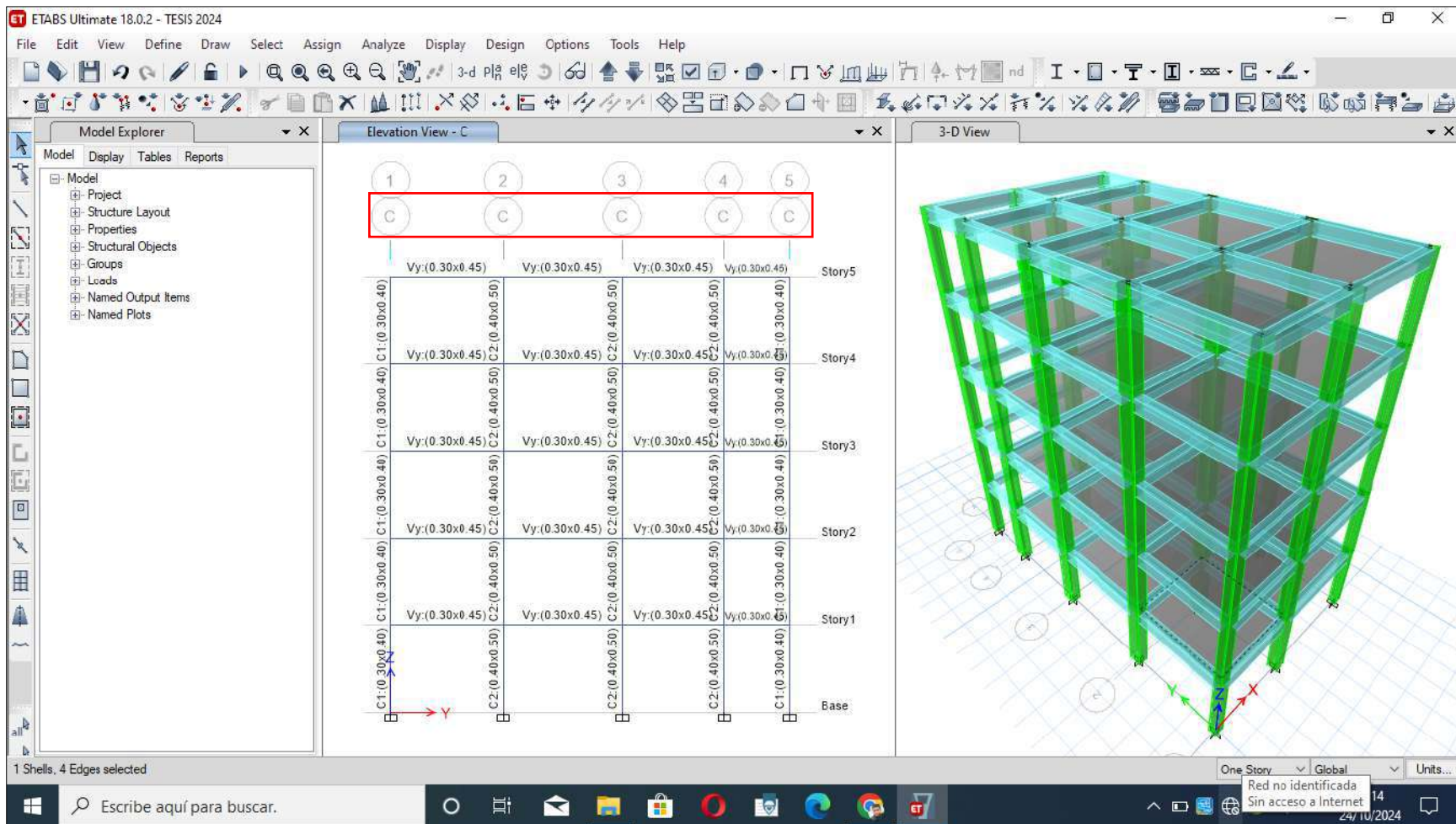
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 68 — Medida de columnas y vigas en el eje “A-A”



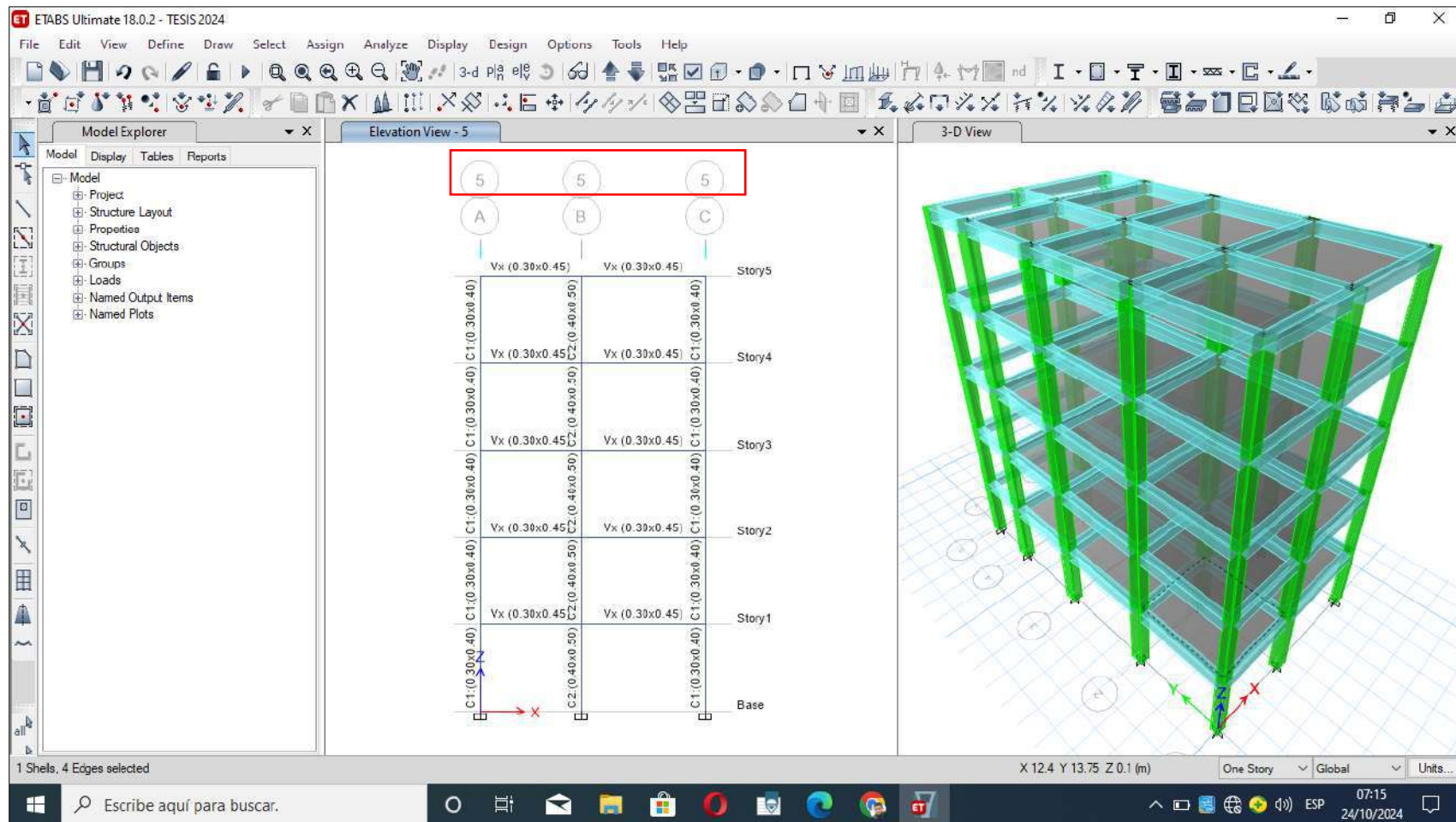
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 69 — Medida de columnas y vigas en el eje “B-B”



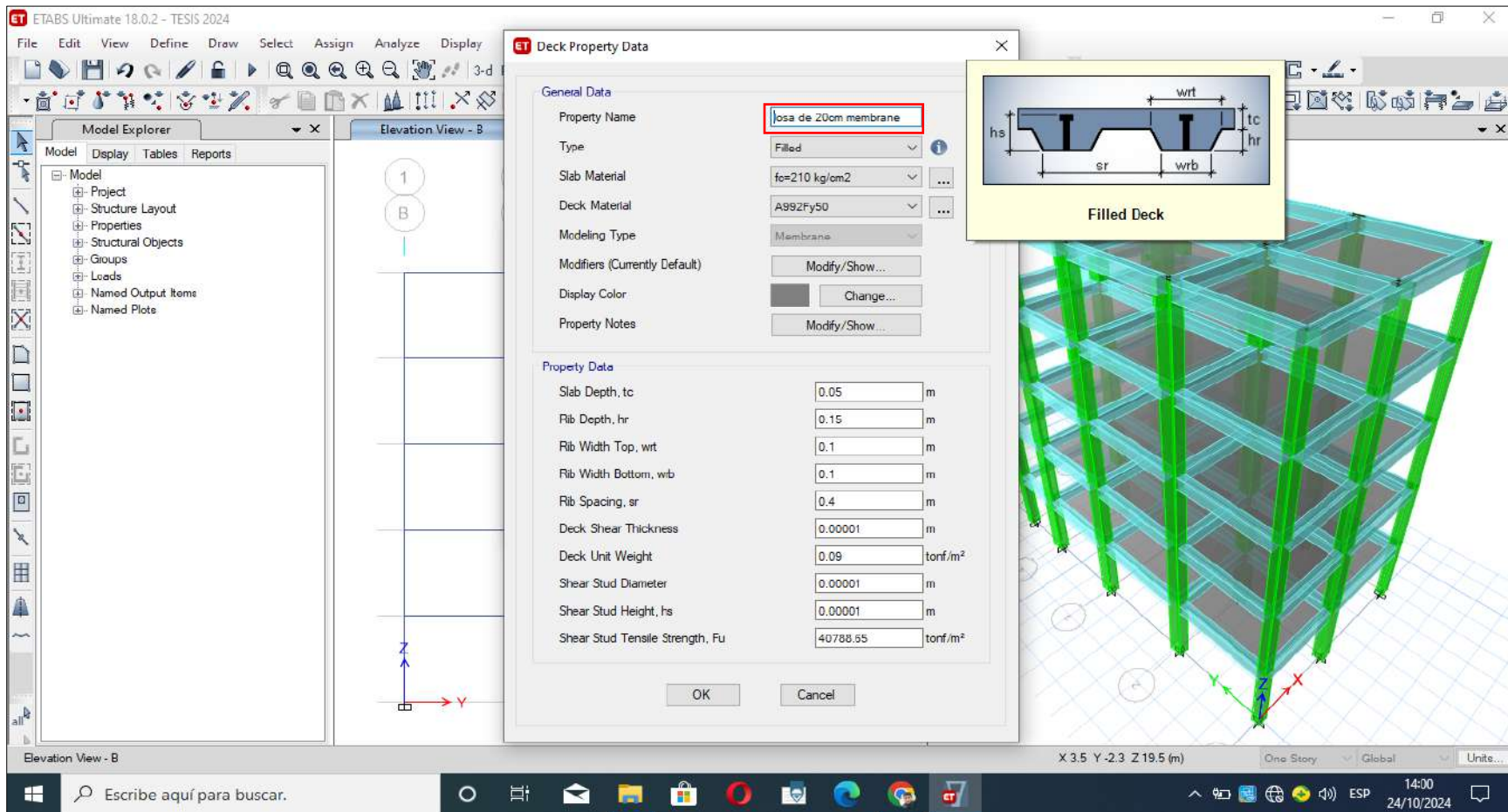
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 70 — Medida de columnas y vigas en el eje “C-C”



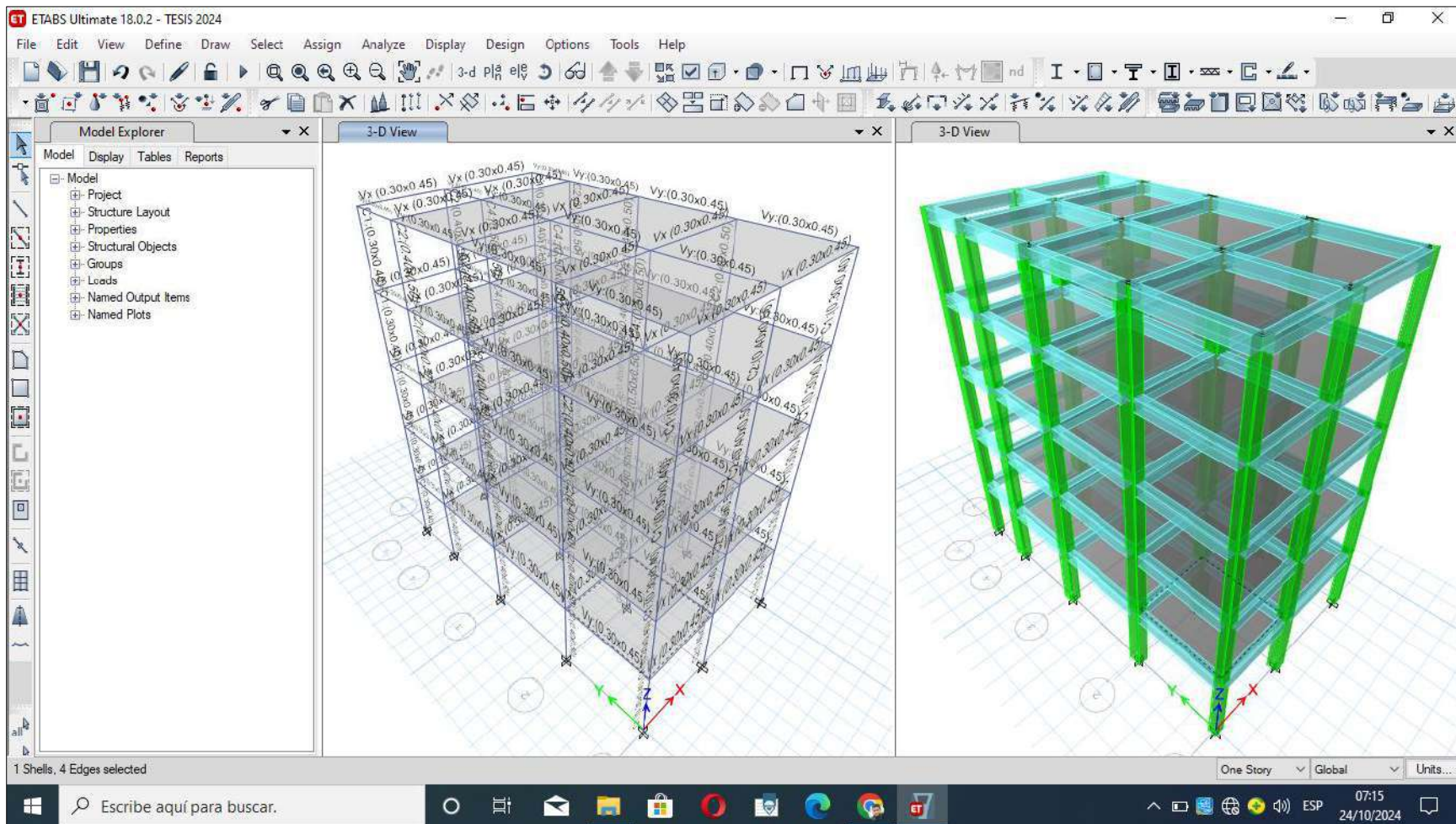
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 71 — Medida de columnas y vigas de sus medidas en eje 5-5



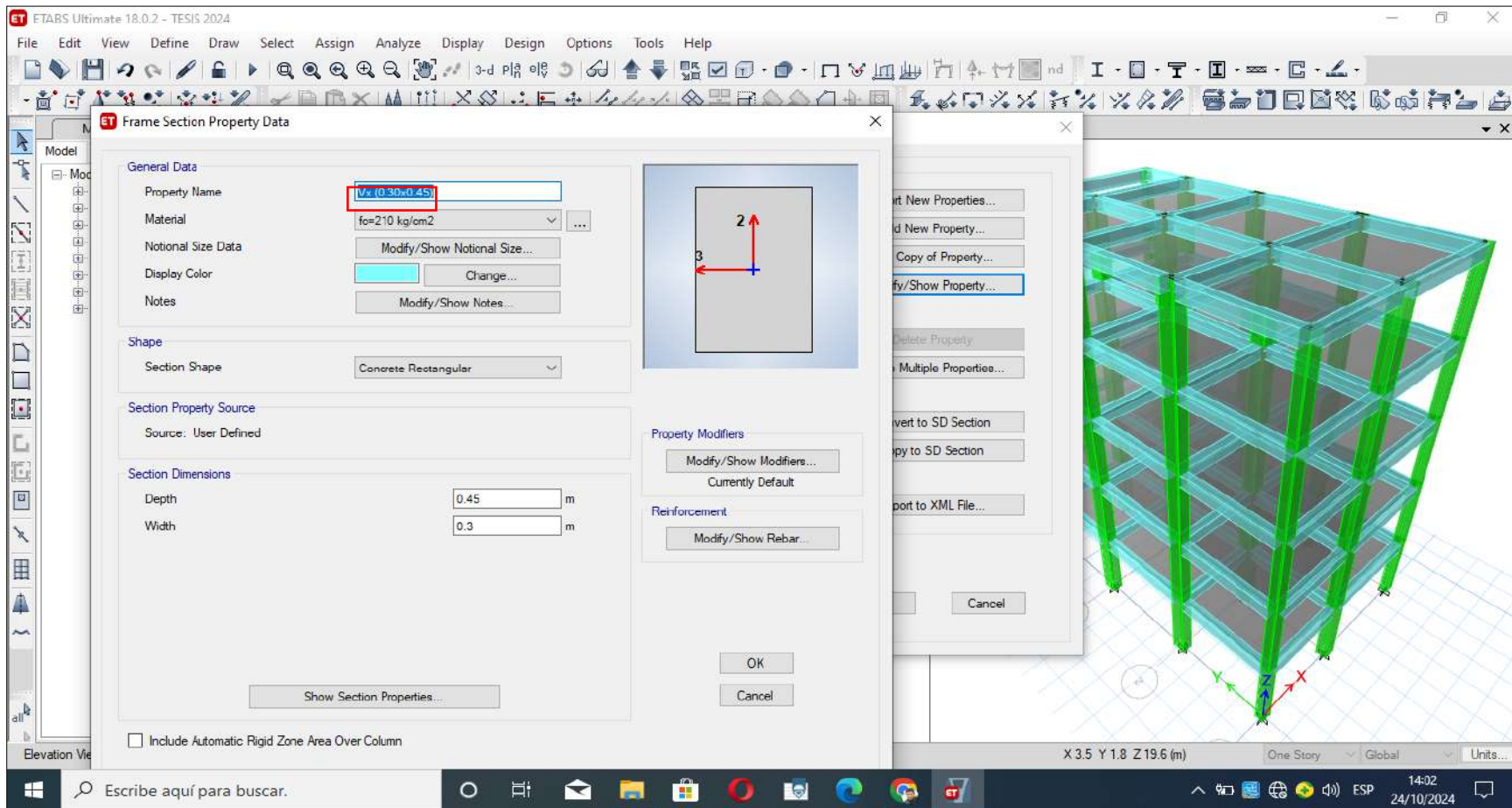
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 72 — Medida de la losa aligerada de 20 cm en una dirección



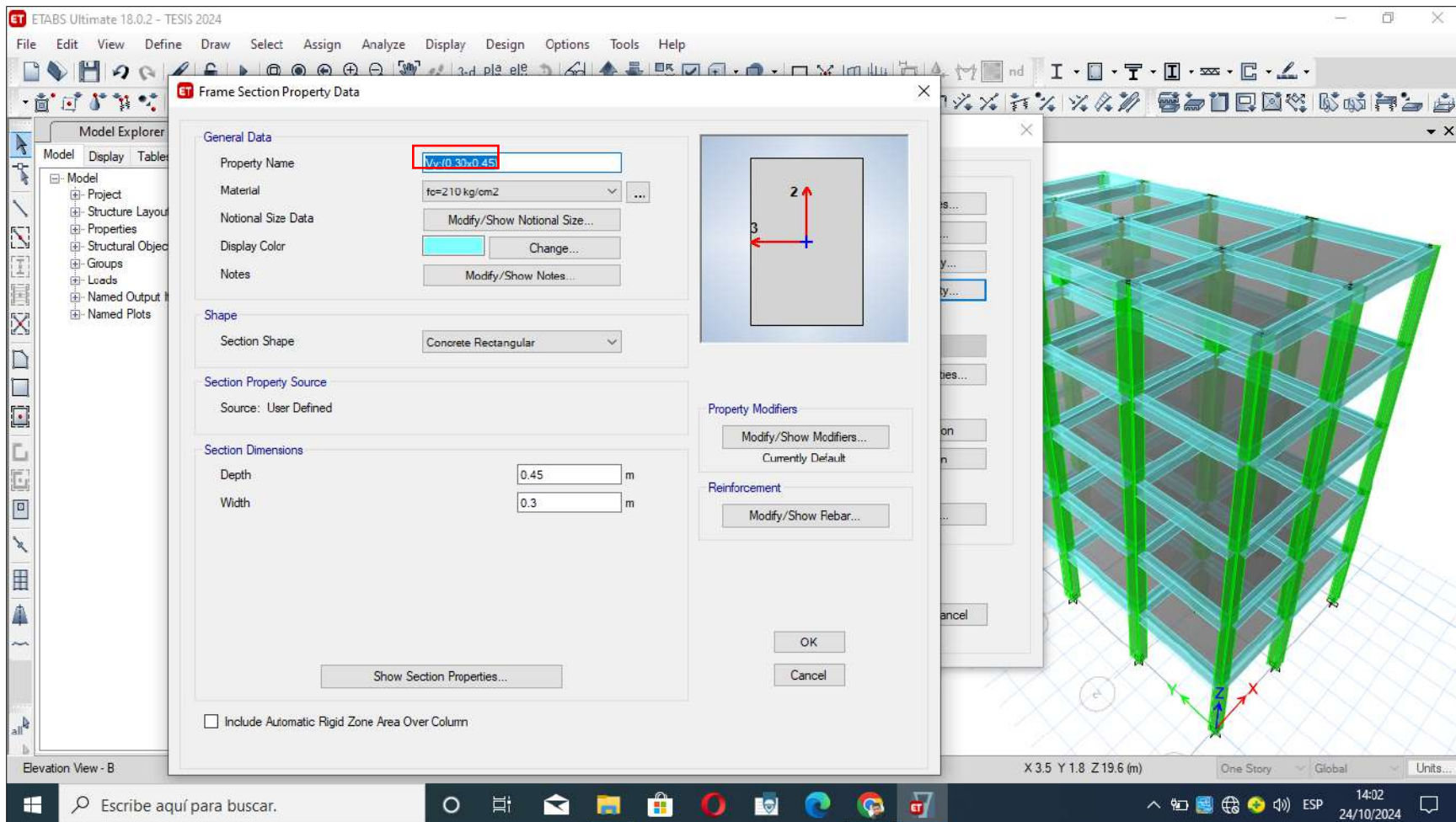
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 73 — Medida de toda la estructura vigas, columnas y losas



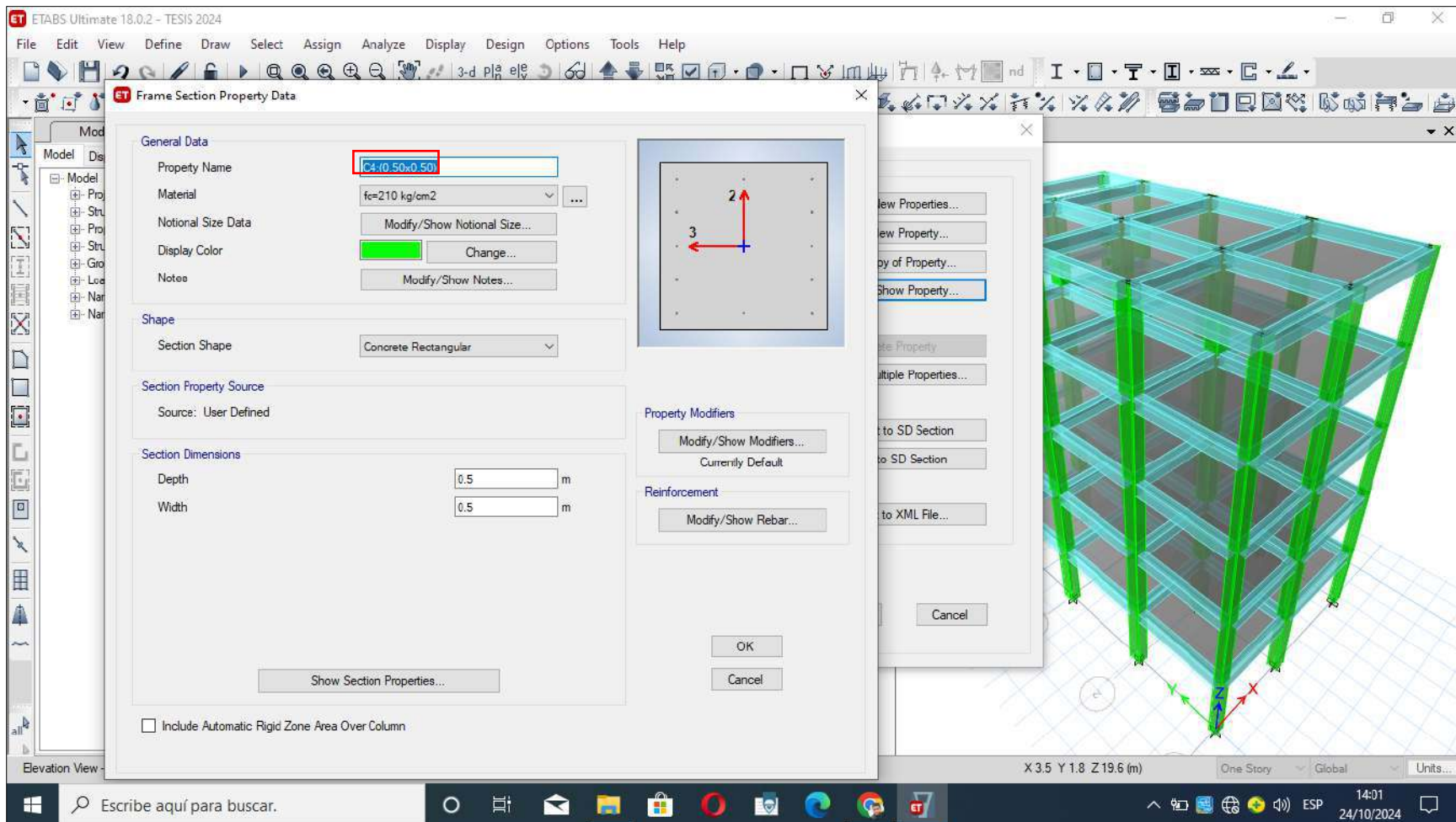
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 74 — Configuración de viga 30 cm x 45 cm en eje “X-X”



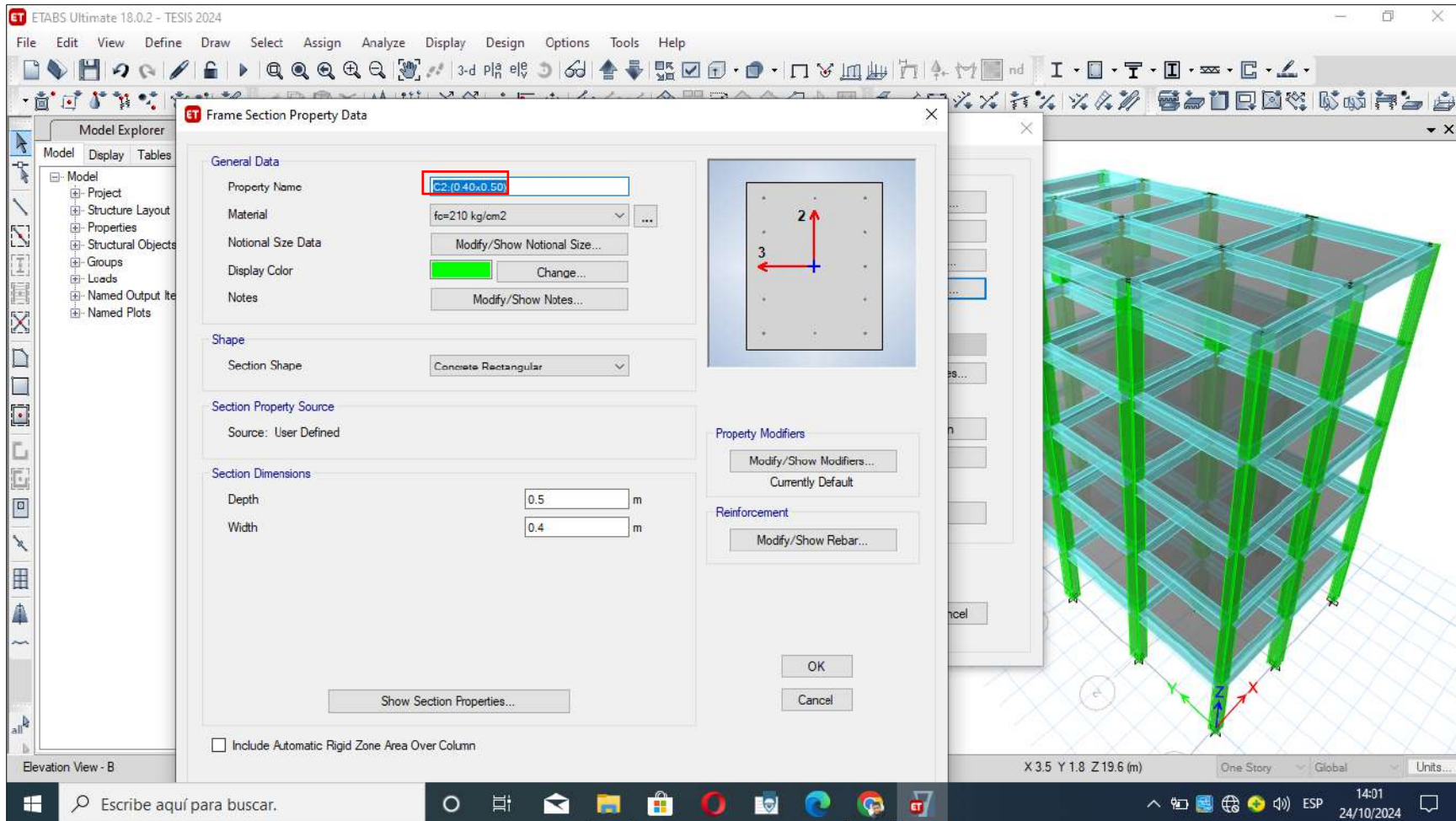
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 75 — Configuración de viga de 30 cm x 45 cm en eje “Y-Y”



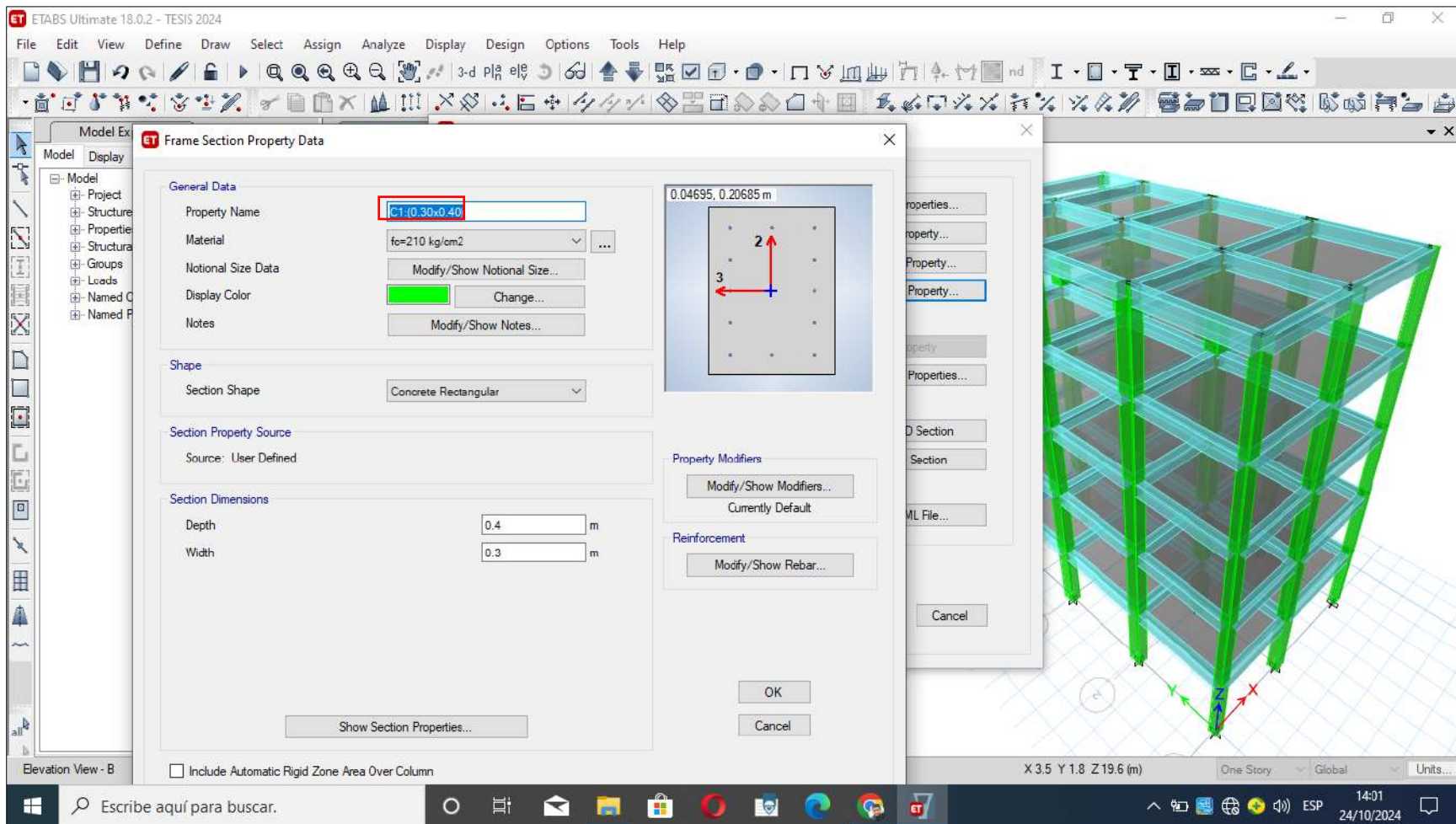
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 76 — Configuración de columna centrales 50 cm x 50 cm



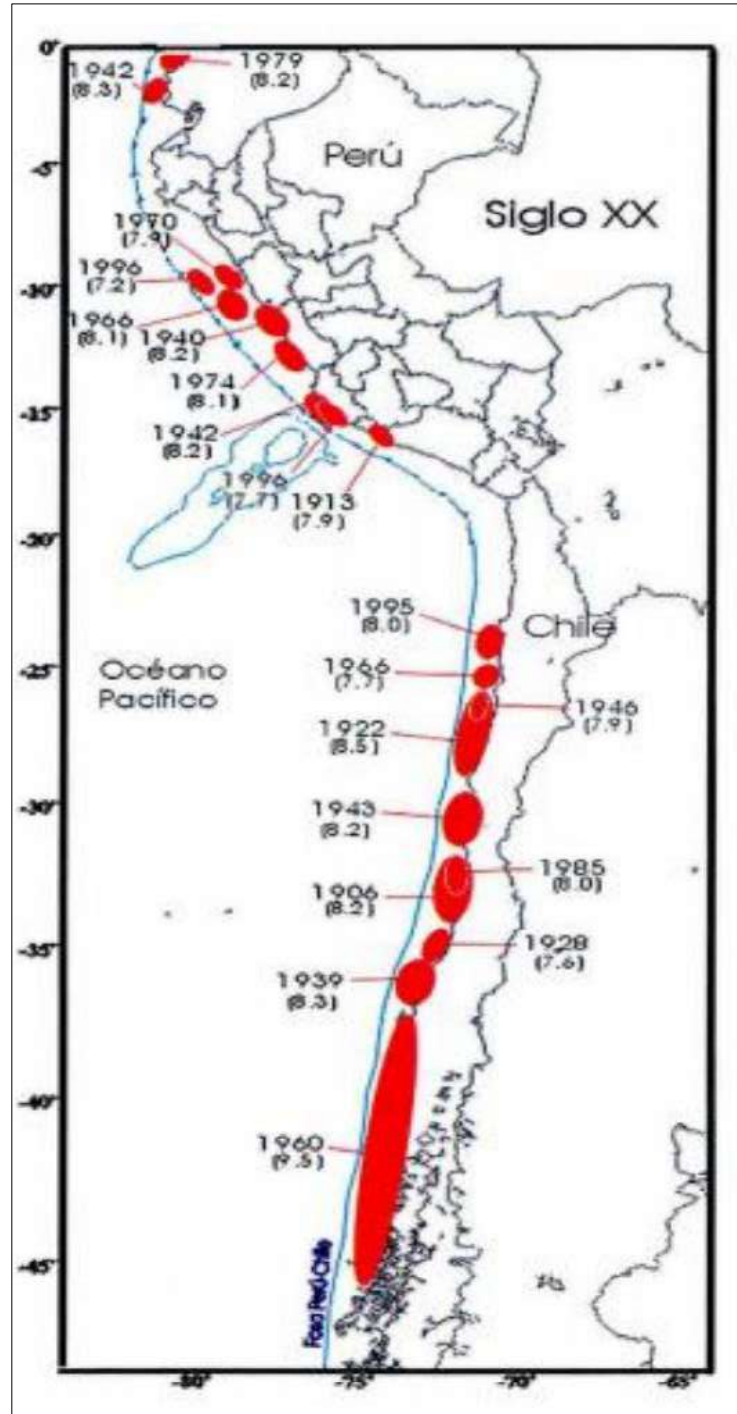
FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 77 — Configuración de columna excéntricas 40 cm x 50 cm



FUENTE: (ETABS V, 2018)

Figura 78 — Configuración de columna perimetrales 30 cm x 40 cm



FUENTE: (RETAMOZO Y OTROS 2018)

Figura 79 — Sismos registrados en Perú y Chile



Figura 80 — Imagen de la estructura desde su fachada frontal



Figura 81 — Fotografía que muestra dentro de la edificación



Figura 82 — Fotografía que muestra en la azotea de la edificación

NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
 FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
 JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID)
 TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31
 Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
 e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

STATION NAME : Parque de la Reserva
 STATION CODE : PRQ
 STATION LOCATION : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
 LATITUDE : -12.07
 LONGITUDE : -77.04
 ALTITUDE (m) : 130
 ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico
 SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : May 31, 1970
 ORIGIN TIME (Local) : 15:23:00
 LATITUDE : -9.36
 LONGITUDE : -78.87
 DEPTH (km) : 64.00
 MAGNITUDE : 7.9 Mb
 INFORMATION SOURCE : IGP

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 15:23:00
 NUMBER OF SAMPLES : 2255
 MAXIMUM ACCELERATION : -105.05 -97.81 74.03
 DATA UNITS : cm/s2

4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED

5. ACCELERATION DATA

T	EW	NS	UD
0.0000	-14.4586	7.7721	-20.8341
0.0200	12.4724	2.8671	-2.8171
0.0400	1.8334	-2.9069	1.7489
0.0600	-8.4166	-7.5169	2.3849
0.0800	-4.4926	-9.4909	1.5539
0.1000	-10.8076	-1.1429	1.2399
0.1200	0.3414	6.2021	-5.5361
0.1400	2.2824	-2.6879	-5.9981
0.1600	-11.6456	-10.0839	0.4269
0.1800	-2.2176	-8.7999	2.9949
0.2000	12.7924	-5.4689	9.9019
0.2200	9.4114	2.8821	8.2719
0.2400	2.7704	13.5541	10.4339
0.2600	7.1344	12.9461	16.9679
0.2800	13.6974	-2.4959	18.3259
0.3000	25.7084	-11.1249	16.4729
0.3200	31.6264	-6.2229	1.8669
0.3400	19.7684	-3.0839	-13.2041
0.3600	20.7744	-5.0879	-16.4081
0.3800	23.3324	-9.8779	-11.2911
0.4000	10.1354	-7.6849	9.0329
0.4200	-1.7056	0.3191	3.2539
0.4400	-17.1206	1.9311	-4.1321
0.4600	-37.2916	-11.2599	-3.1261
0.4800	-32.6356	-16.9429	-8.5021
0.5000	-22.5506	-0.1509	-4.3511

5.0000	11.9184	22.3591	-45.2031
5.0200	37.0234	36.9281	-34.5311
5.0400	9.2954	8.0161	-2.4231
5.0600	2.5554	-24.6579	13.6409
5.0800	28.7924	-14.6279	3.6159
5.1000	24.3174	1.8111	-4.8211
5.1200	-28.7556	7.2831	-3.8791
5.1400	-49.6576	7.0861	-5.5341
5.1600	-7.7106	10.4901	3.4899
5.1800	37.2464	26.2691	10.6559
5.2000	32.0514	47.0061	7.8969
5.2200	28.3344	55.2881	-11.8471
5.2400	33.0474	35.1411	-27.2621
5.2600	19.5594	7.3471	-18.4281
5.2800	15.2984	-11.4239	-14.9631
5.3000	19.8724	-24.6559	2.9959
5.3200	29.8564	-18.1989	31.2129
5.3400	20.0224	-5.6149	32.3779
5.3600	-26.7736	1.9791	22.3329
5.3800	-22.4096	10.0351	33.2619
5.4000	26.9444	21.2101	37.1299
5.4200	19.5714	46.0281	16.6309
5.4400	-29.2276	75.8411	-9.6661
5.4600	-55.6196	70.0081	-25.9861
5.4800	-25.5586	21.4821	-7.3111
5.5000	-4.6586	-0.9589	-1.1501
5.5200	-33.4466	15.6891	-13.7311
5.5400	-36.2816	-19.1349	12.1069
5.5600	9.8724	-89.0739	29.1839
5.5800	9.8534	-95.2949	31.0439
5.6000	-39.7816	-49.7649	28.6189
5.6200	-50.5226	-10.8499	9.7529
5.6400	-20.2566	-8.5699	7.1899
5.6600	14.0424	-25.0039	8.1029
5.6800	29.9694	-14.8239	-13.1571
5.7000	19.6584	16.5961	-36.6041
5.7200	-2.4926	18.4931	-39.5221
5.7400	-31.4716	-19.4529	-29.8431
5.7600	-37.7956	-58.6249	-8.7551
5.7800	2.4554	-43.0909	17.4779
5.8000	52.6544	5.6791	29.2119
5.8200	48.9034	12.5151	34.0689
5.8400	-3.6036	-15.1589	41.2829
5.8600	-13.4896	-8.5649	25.2699
5.8800	9.2244	4.5521	5.8309
5.9000	16.3764	7.5541	12.7359
5.9200	40.2184	22.9711	9.1189
5.9400	43.8204	24.3111	3.8289
5.9600	37.9664	-1.6579	28.6529
5.9800	23.9964	-26.1759	32.1009
			.
			.
			.
45.0200	0.7854	-0.8189	3.9439
45.0400	-2.4356	0.0631	45.5719
45.0600	11.9284	-15.6089	45.6119
45.0800	12.9904	-3.3309	45.6519

FUENTE: CENTRO SISMOLÓGICO NACIONAL (CSN)

Figura 83 — Sismo 31 de mayo de 1970 - Aceleración



NATIONAL UNIVERSITY ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING (CISMID)

❖ **Estación sísmica**

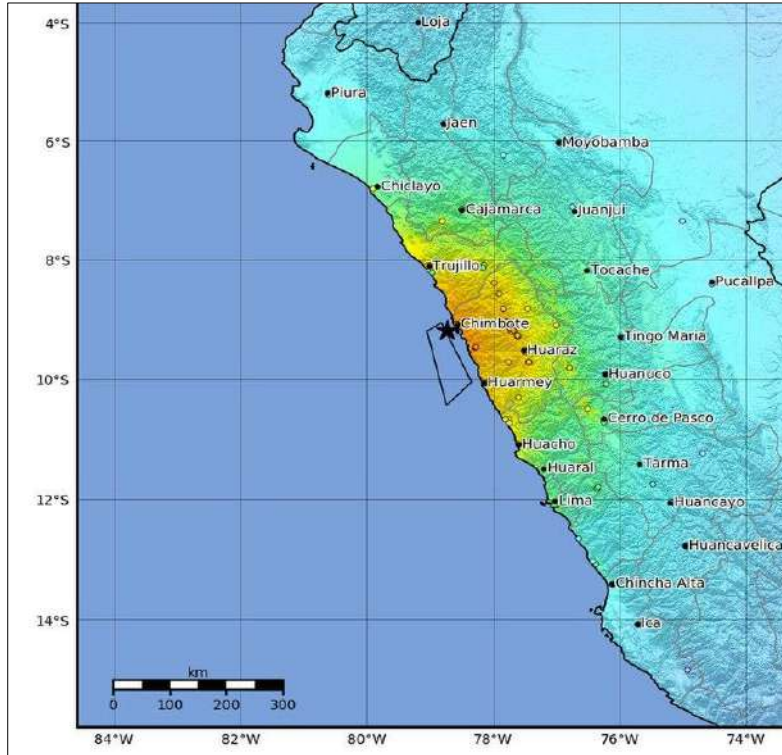
Nombre : Parque de la reserva, cercado de lima, lima
Longitud : -12.07
Latitud : -77.04
Altitud : 130

❖ **Sismo**

Fecha local : 31 de mayo 1970
Hora local : 15:23:00
Latitud : -9.36°
Longitud : -78.78°
Profundidad : 45 Km
Magnitud : 7.9 en la escala de magnitud de momento
Distancia epicentral: Aproximadamente 35 km al oeste-suroeste de Chimbote en el océano pacifico

❖ **Registro de aceleración**

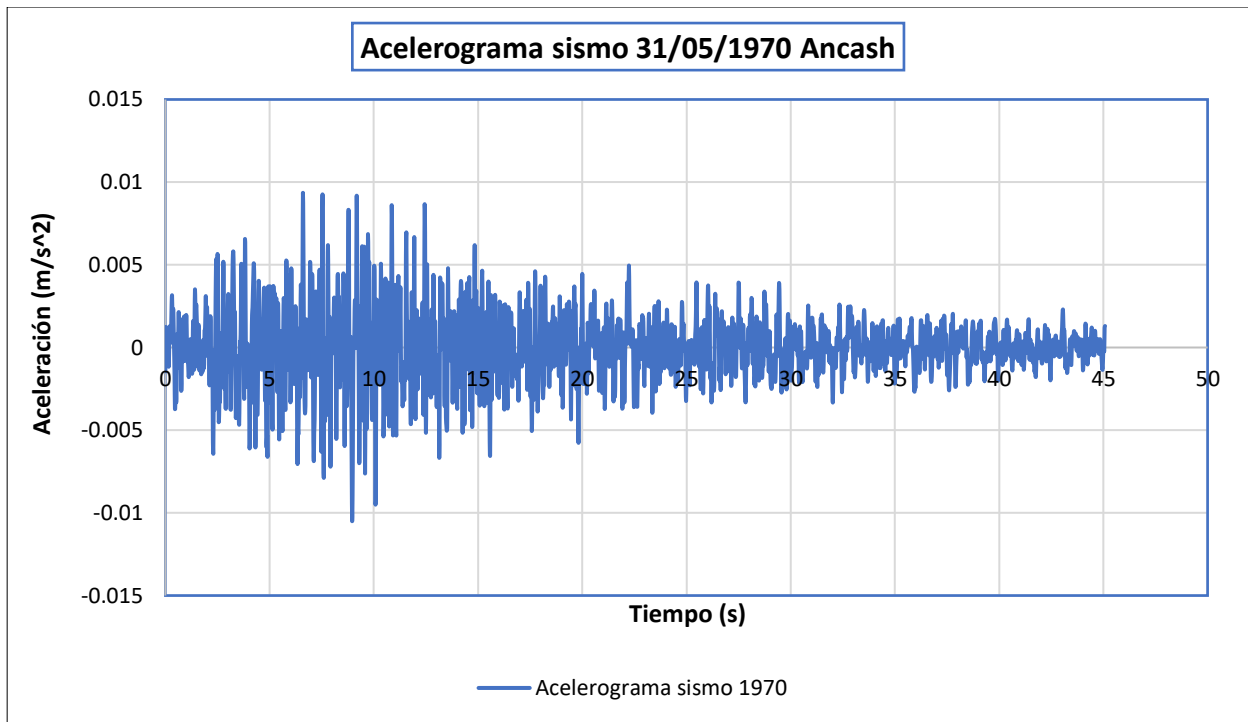
Tiempo de inicio : Áncash de 1970 fue 15:23:32 hora local (20:23:32 UTC).
Numero de muestras:2255
Muestreo : 100 muestras/segundo
Registros : Formato corregido por instrumento
Corrección por línea base: Si
Unidades : cm/s²
Registro por componente: Z: Vertical N: Norte-sur E: Este-Oeste
(Evaluado el más crítico)



FUENTE: SISMID

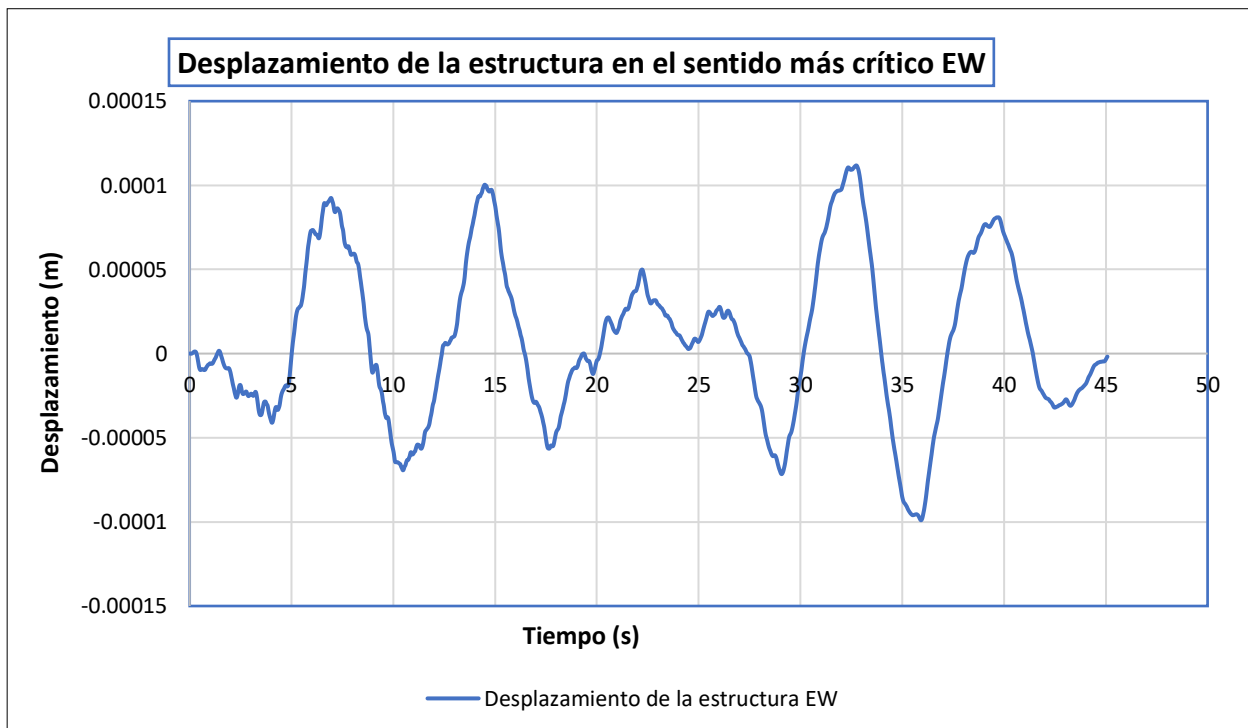
Figura 84 — Epicentro del sismo ocurrido el 1970/05/31





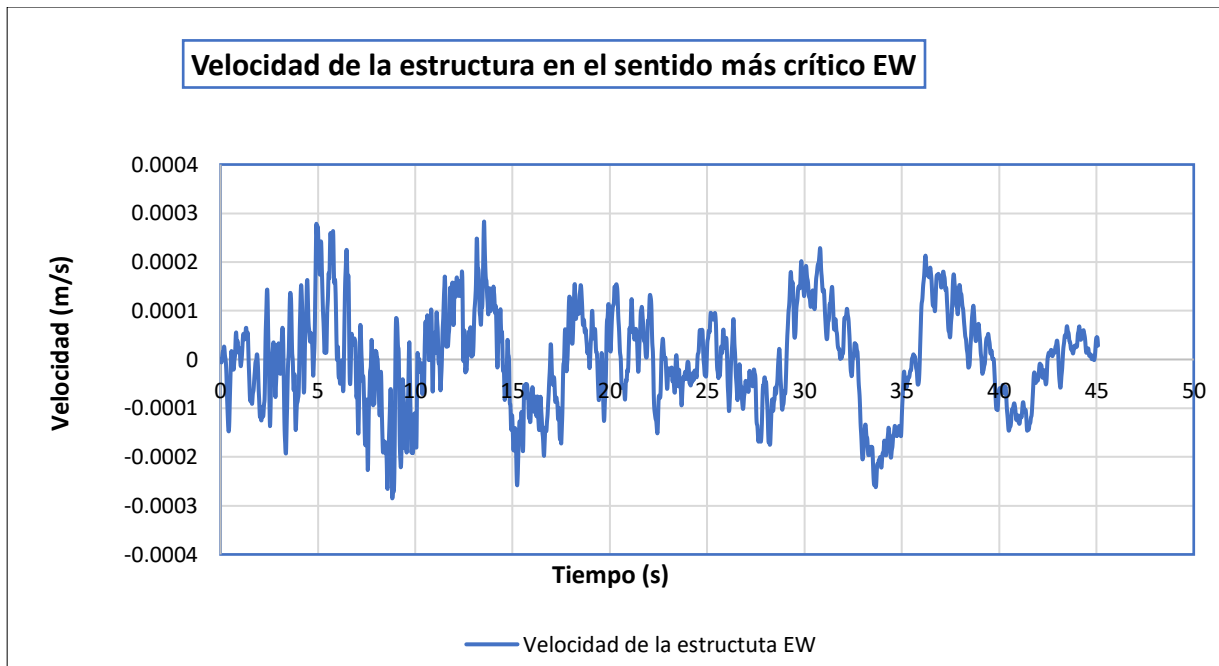
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 85 — Acelerograma EW del sismo 1970 Ancash



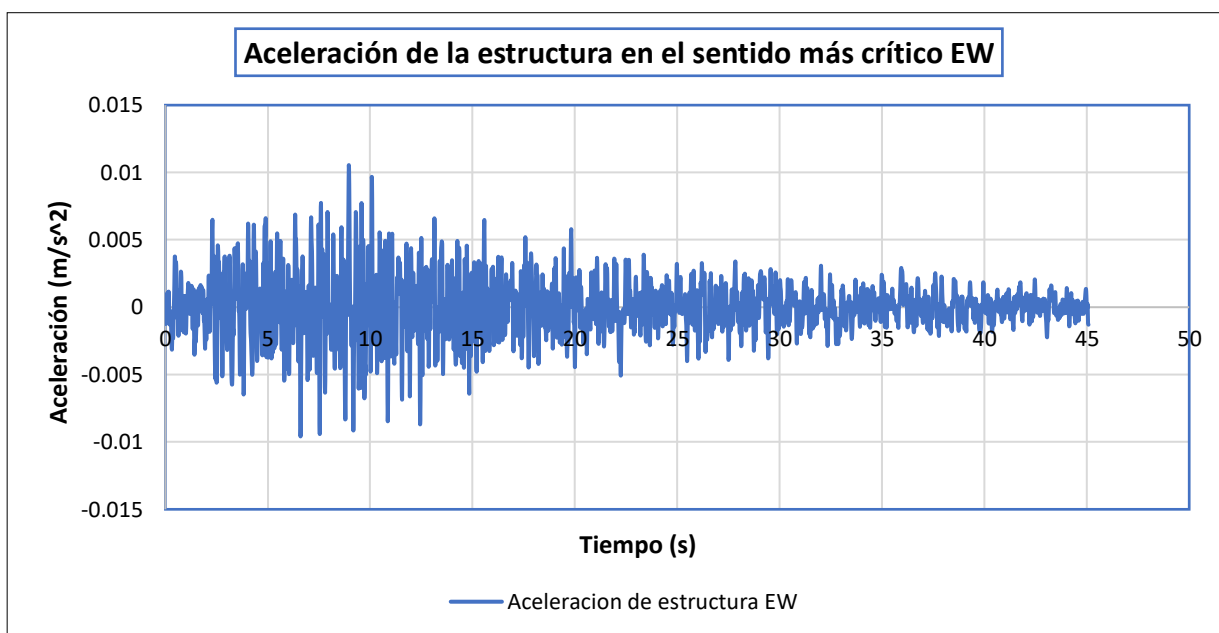
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 86 — Desplazamiento de la estructura en sentido más crítico EW



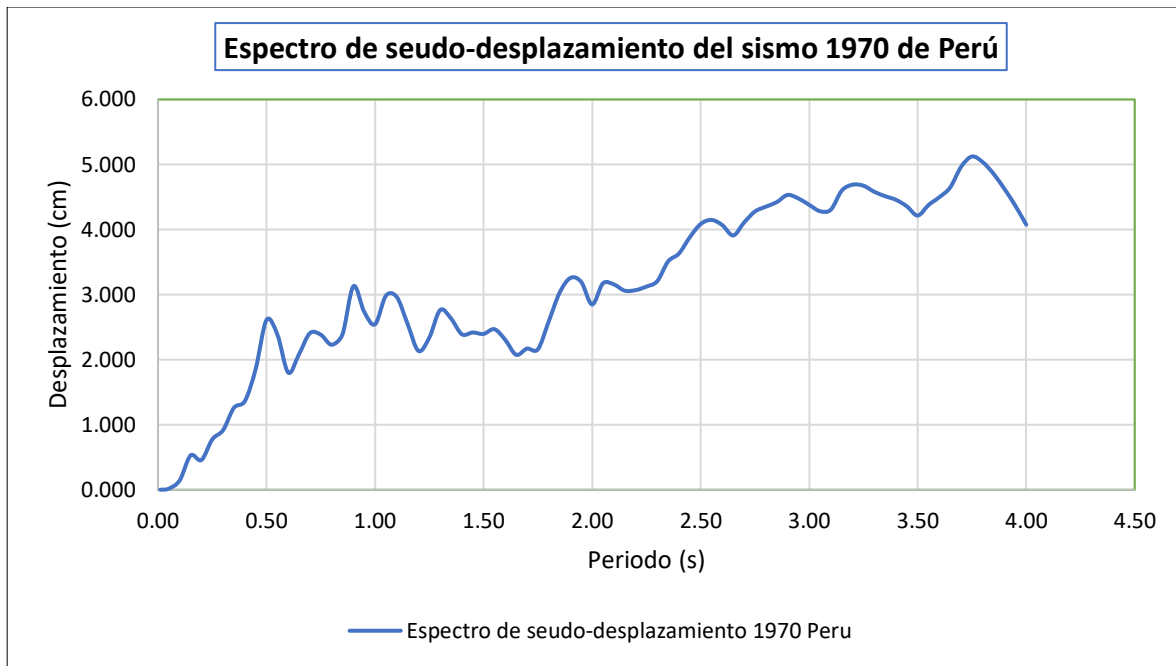
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 87 — Velocidad de la estructura en sentido más crítico EW



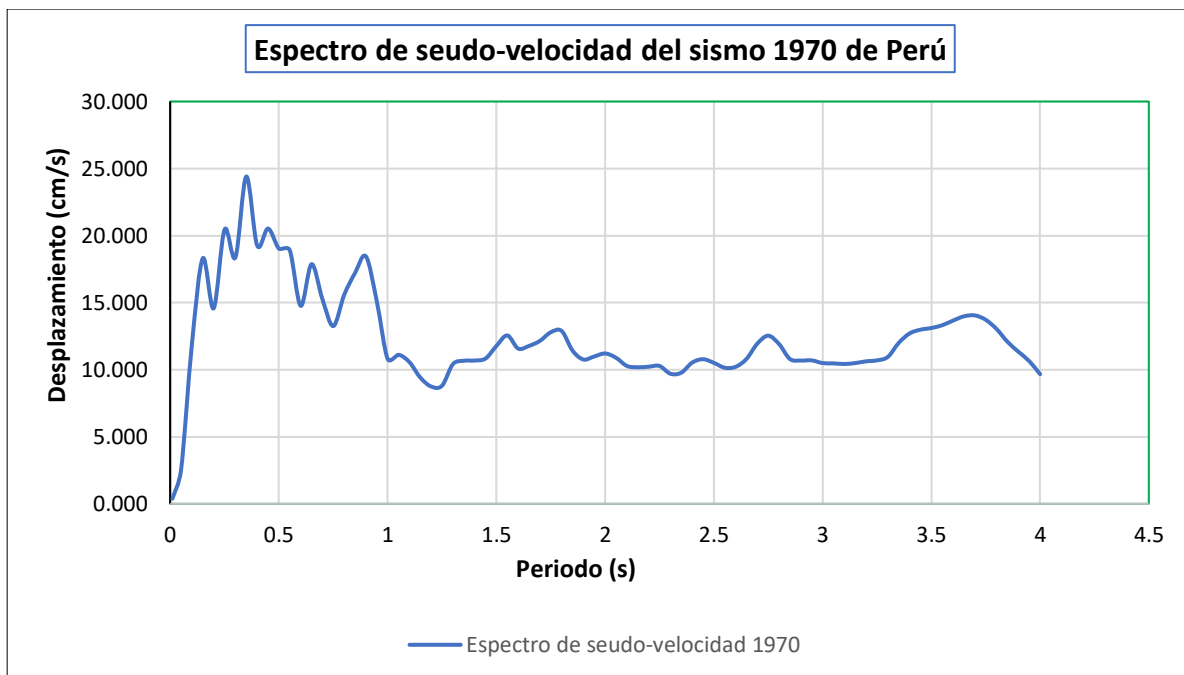
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 88 — Aceleración de la estructura en sentido más crítico EW



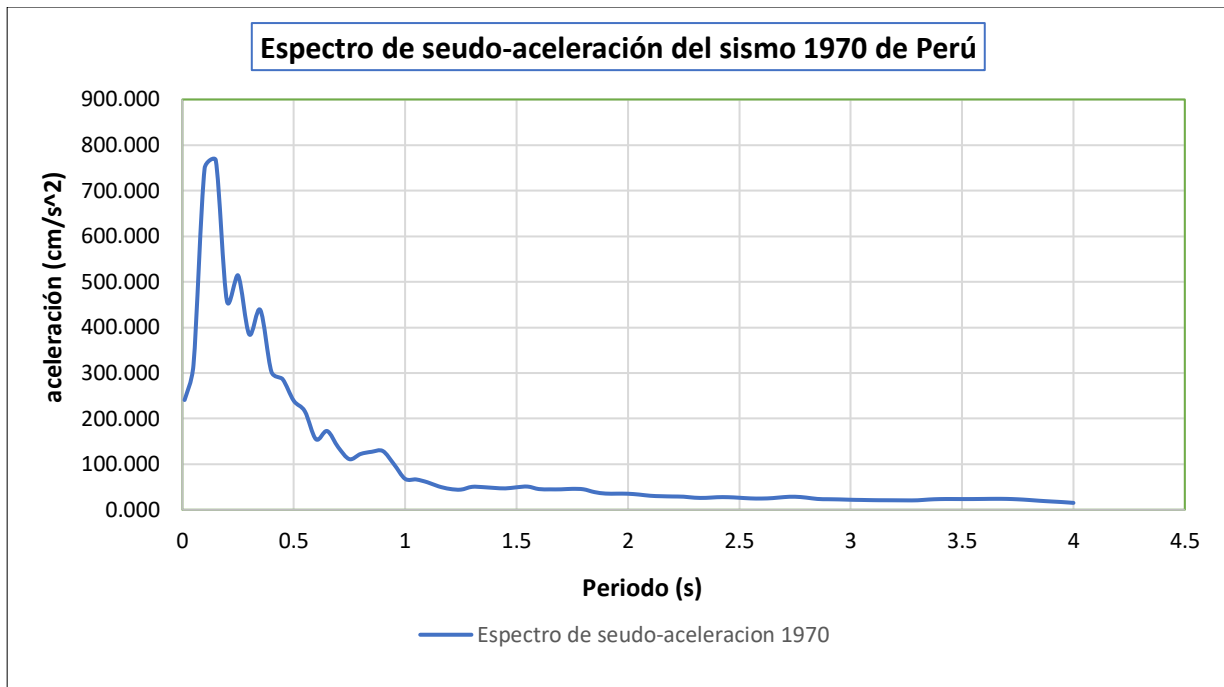
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 89 — Espectro de respuesta de desplazamiento del sismo 1970/05/31



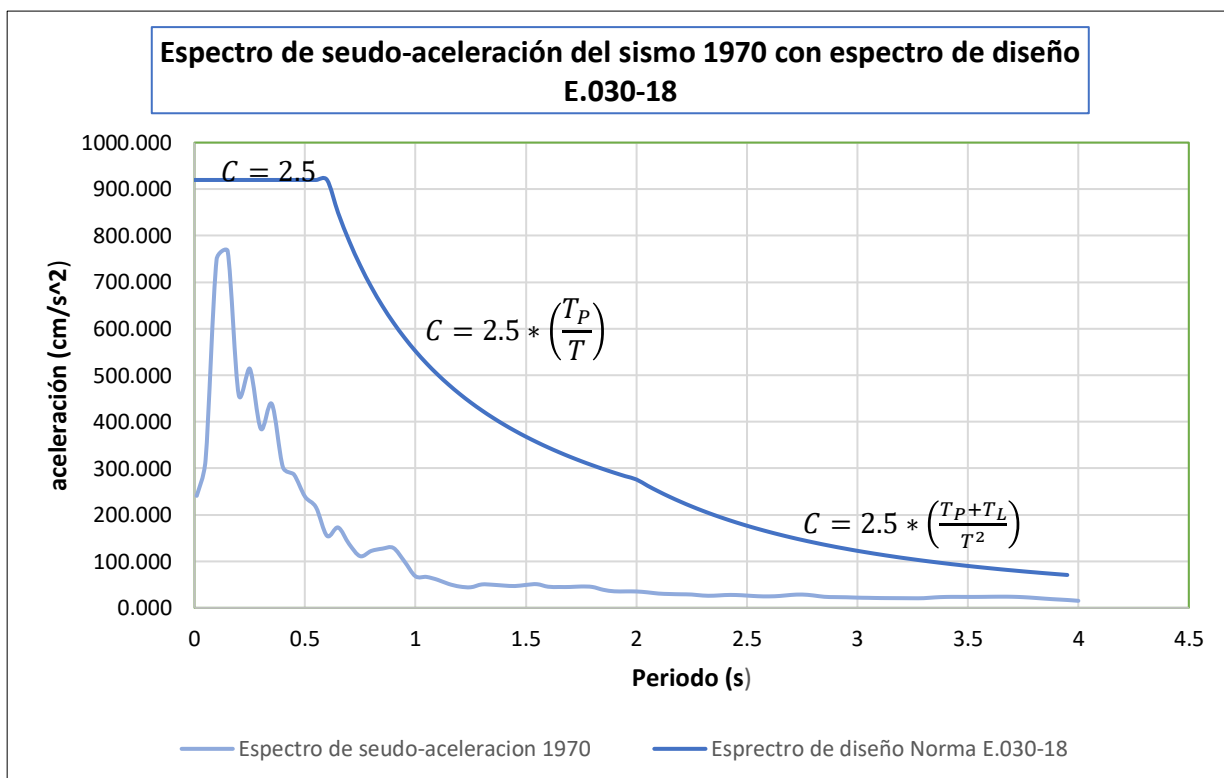
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 90 — Espectro de respuesta de seudo-velocidad del sismo 1970/05/31



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 91 — Espectro de respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1970/05/31



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 92 — Espectro de respuesta de pseudo-aceleración con espectro de diseño E.030-18



NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING
 UNIVERSIDAD DE CHILE, A TRAVÉS DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
 JAPAN-CHILE CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION
 CIUDAD DE VALDIVIA - CHILE 22 de mayo de 1960
 Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170
 contacto@csn.uchile.cl. <http://www.csn.uchile.cl>

1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION

STATION NAME : Dirección de Hidrografía y Navegación
 STATION CODE : CAL001
 STATION LOCATION : Direction of Hydrography and Navigation|
 LATITUDE : -12.065
 LONGITUDE : -77.155
 ALTITUDE (m) : 39
 ACCELEROMETER MODEL : Etna Kinematics
 SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 200

2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE

DATE : 22 de mayo de 1960
 ORIGIN TIME (Local) : 15:11
 LATITUDE : -38.29.
 LONGITUDE : -73.05.
 DEPTH (km) : 25-35 km
 MAGNITUDE : 9.5 Mw
 INFORMATION SOURCE : tsunami

3. INFORMATION ABOUT THE RECORD

RECORD TIME (Local) : 15:11
 NUMBER OF SAMPLES : 65100
 MAXIMUM ACCELERATION : 101.03 95.76 -31.63
 DATA UNITS : cm/s2

4. COMMENTS

BASELINE CORRECTED

5. ACCELERATION DATA

T	EW	NS	UD
0.0000	0.0436	0.0144	0.0056
0.0050	0.0203	-0.0015	-0.0154
0.0100	0.0119	-0.0071	-0.0126
0.0150	-0.0250	-0.0080	0.0140
0.0200	-0.0250	-0.0024	0.0308
0.0250	-0.0218	0.0041	-0.0033
0.0300	0.0179	0.0195	0.0079
0.0350	0.0446	0.0261	0.0290
0.0400	0.0324	0.0181	-0.0089
0.0450	0.0399	0.0191	-0.0070
0.0500	0.0137	0.0163	-0.0000
0.0550	-0.0442	0.0032	-0.0098
0.0600	-0.0680	-0.0216	0.0009
0.0650	-0.0334	-0.0309	0.0121
0.0700	0.0025	-0.0127	0.0075
0.0700	0.0025	-0.0127	0.0075
0.0750	0.0352	0.0008	0.0042
0.0800	0.0637	0.0266	0.0173
0.0850	0.0371	0.0569	0.0196
0.0900	-0.0096	0.0298	0.0196
0.0950	-0.0386	-0.0197	0.0159
0.1000	-0.0503	-0.0534	-0.0037
0.1050	-0.0292	-0.0683	-0.0079
0.1100	0.0324	-0.0454	-0.0089
0.1150	0.0880	0.0022	0.0098
0.1200	0.0707	0.0518	0.0145
0.1250	0.0319	0.0859	-0.0000
0.1300	-0.0059	0.0714	0.0252

325.2450	0.3252	-0.0604	0.3110
325.2500	0.2603	-0.0940	0.2709
325.2550	0.0333	0.0443	0.2200
325.2600	-0.1521	0.2841	0.2559
325.2650	-0.2123	0.4005	0.3101
325.2700	-0.1058	0.3509	0.2952
325.2750	0.1646	0.1331	0.3096
325.2800	0.3612	-0.0987	0.2816
325.2850	0.3654	-0.1744	0.1943
325.2900	0.0670	-0.0707	0.1018
325.2950	-0.2142	0.1313	0.2013
325.3000	-0.4827	0.2626	0.2349
325.3050	-0.5654	0.2168	0.1172
325.3100	-0.2791	-0.0365	0.0789
325.3150	-0.0026	-0.2632	0.1111
325.3200	0.1538	-0.3072	0.1546
325.3250	0.1324	-0.1950	0.1593
325.3300	-0.1278	-0.0108	0.1845
325.3350	-0.5467	0.1233	0.0957
325.3400	-0.5971	0.1799	0.0971
325.3450	-0.3865	0.1542	0.0640
325.3500	-0.2515	0.0448	-0.1200
325.3550	0.0712	-0.1305	-0.0663
325.3600	0.1847	-0.2492	0.1116
325.3650	-0.1908	-0.2039	0.1154
325.3700	-0.6116	-0.0239	0.0140
325.3750	-0.6966	0.1238	0.1733
325.3800	-0.6303	0.1892	0.2779
325.3850	-0.5327	0.2350	0.1565
325.3900	-0.2039	0.2088	0.0990
325.3950	0.1160	0.0850	0.0570
325.4000	0.1025	-0.0207	0.0434
325.4050	-0.2151	0.0359	0.0644
325.4100	-0.5327	0.1934	0.1719
325.4150	-0.6985	0.2878	0.1751
325.4200	-0.7106	0.2920	0.0588
325.4250	-0.5196	0.2444	0.0733
325.4300	-0.2936	0.1172	0.0855
325.4350	-0.1964	0.0107	0.0588
325.4400	-0.2754	0.0317	0.0864
325.4450	-0.4243	0.1481	0.1485
325.4500	-0.5523	0.2892	0.1466
325.4550	-0.6691	0.3191	0.0771
325.4600	-0.6172	0.2621	0.0299
325.4650	-0.4444	0.1640	-0.0051
325.4700	-0.3029	0.0653	-0.0579
325.4750	-0.2315	0.1341	-0.0631
325.4800	-0.3473	0.2654	-0.0523
325.4850	-0.5285	0.3762	-0.0677
325.4900	-0.5808	0.5141	-0.0000
325.4950	-0.5654	0.4743	0.0579

FUENTE: SISIMID

Figura 93 — Aceleración del sismo de 22 de mayo de 1960

UNIVERSIDAD DE CHILE
ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER

❖ **Estación sísmica**

Nombre : Dirección de hidrografía y navegación
Longitud : -12.065
Latitud : -77.155
Altitud : 39

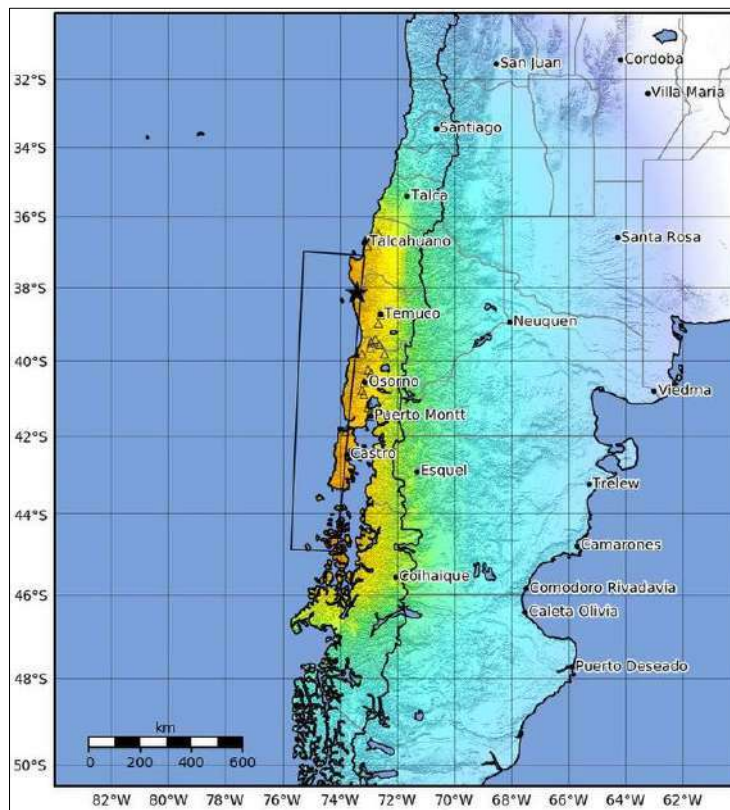
❖ **Sismo**

Fecha local : 22 de mayo de 1960 terremoto de Valdivia, una magnitud de 9.5 Mw
22 de mayo de 1960
Hora local : 15:11
Latitud : -38.29°
Longitud : -73.05°
Profundidad : 25-35 Km
Magnitud : 9.5 Mw

El epicentro del terremoto se ubicó en el Océano Pacífico, aproximadamente 35 km al oeste-suroeste de Valdivia

❖ **Registro de aceleración**

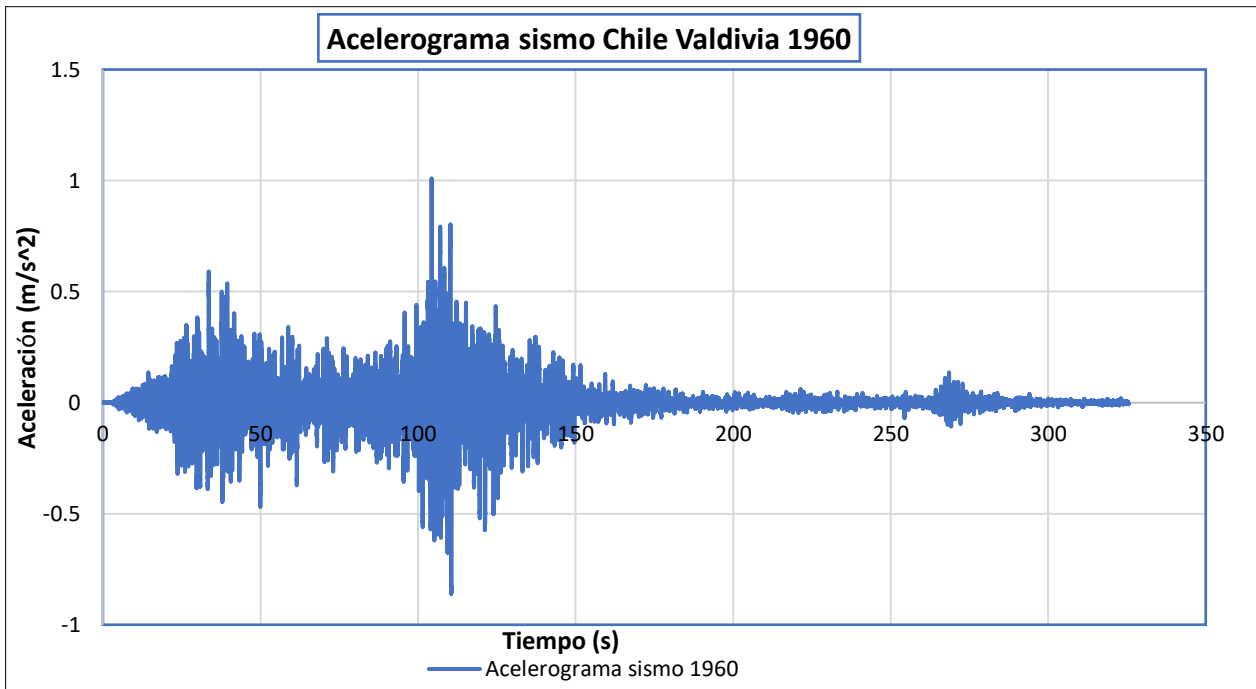
Muestreo : 100 muestras/segundo
Registros : Formato corregido por instrumento
Corrección por línea base: Si
Unidades : cm/s²
(Evaluado el más crítico)



FUENTE: UNIVERSIDAD DE CHILE

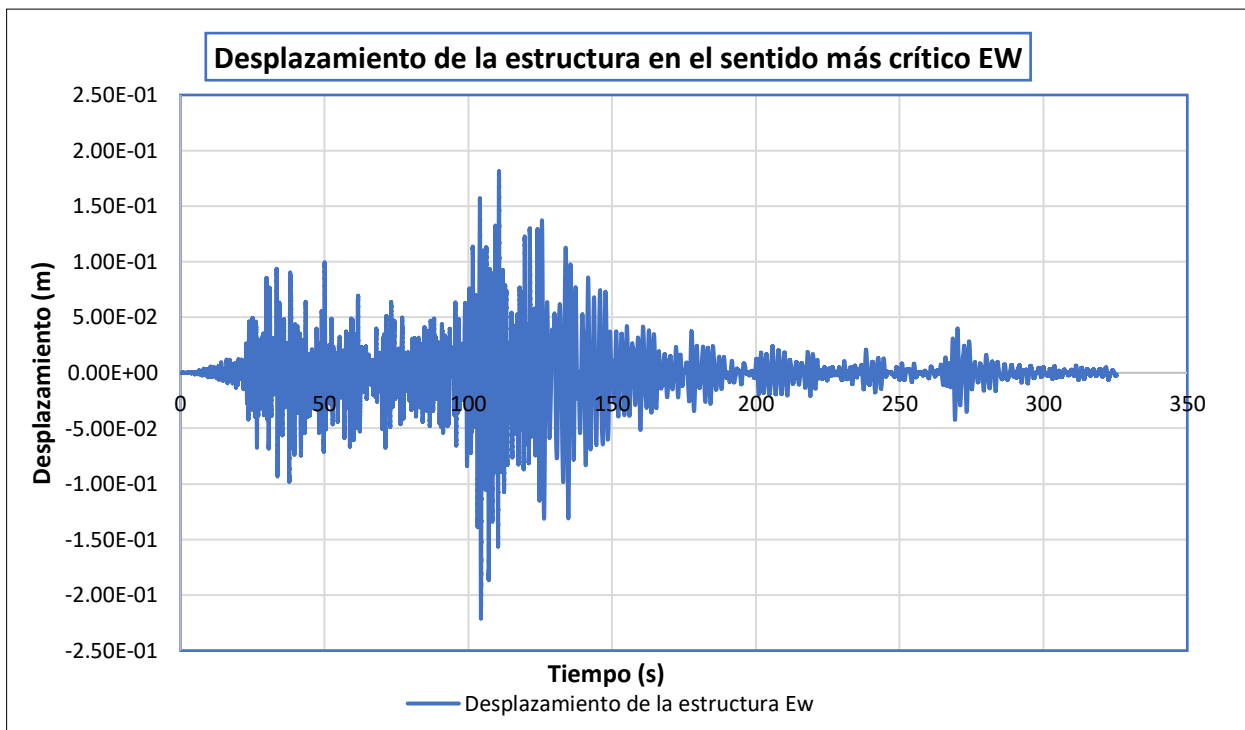
Figura 94 — Epicentro del sismo ocurrido el 1960/05/22 (Valdivia Chile)





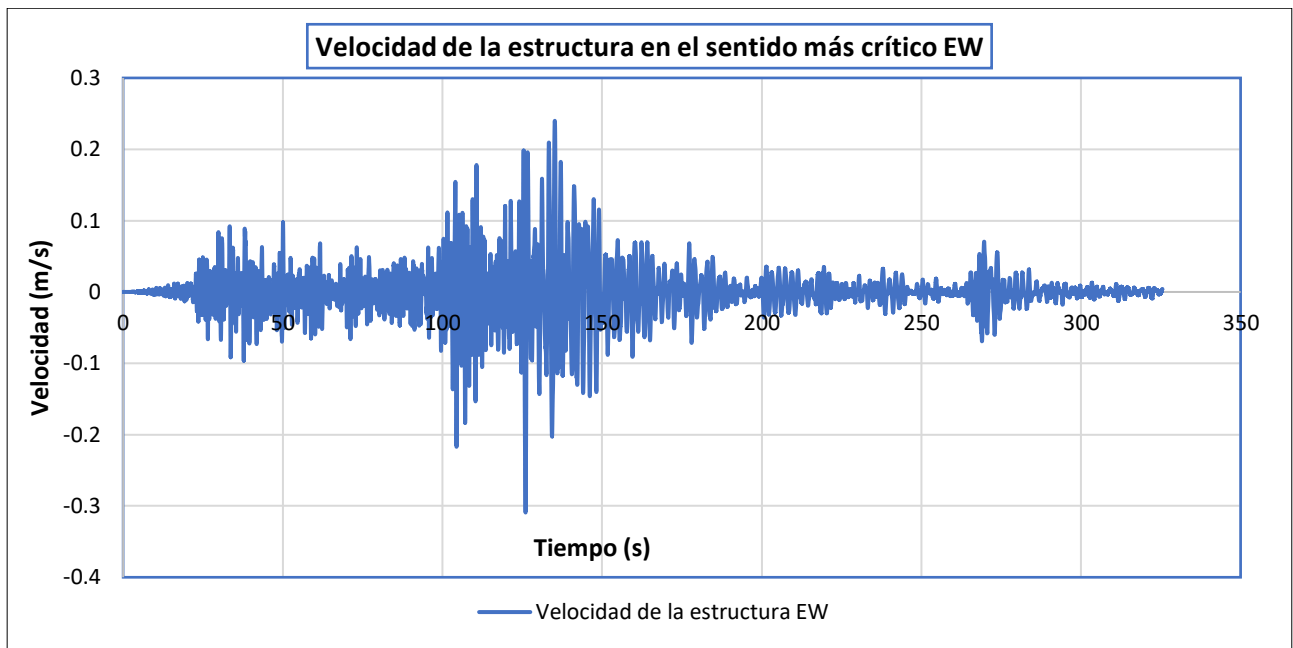
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 95 — Acelerograma EW del sismo 1960 Valdivia



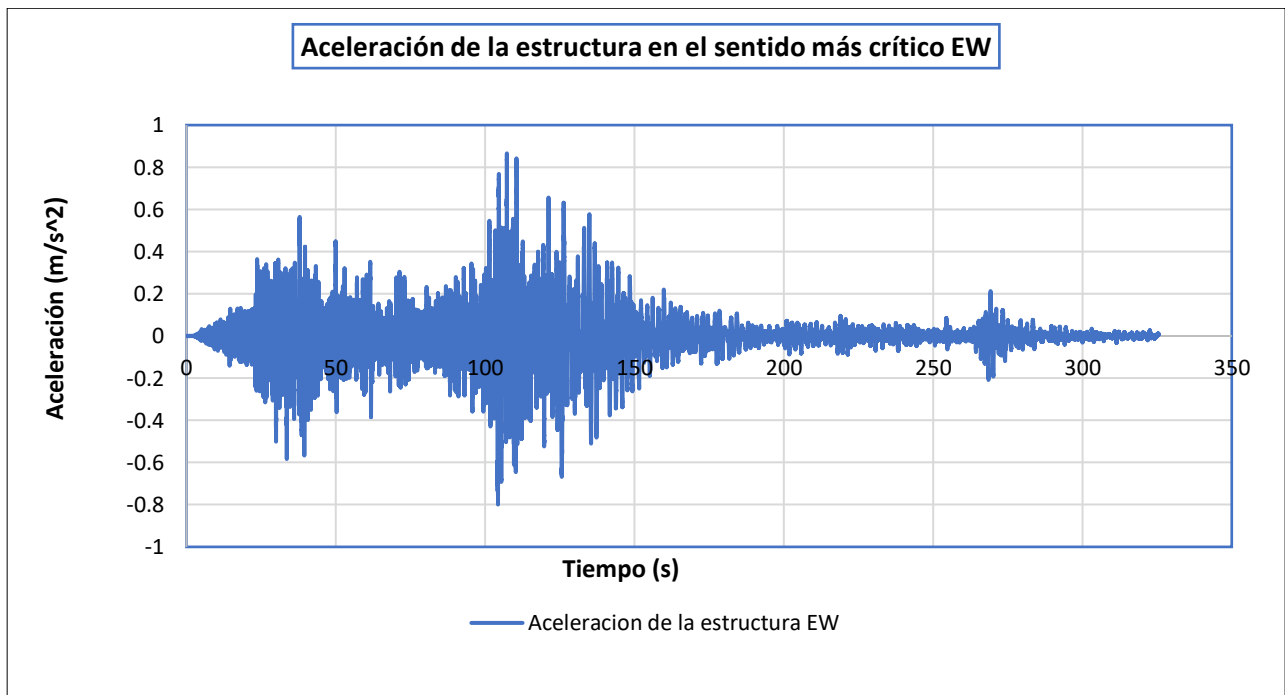
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 96 — Desplazamiento de la estructura en sentido más crítico EW



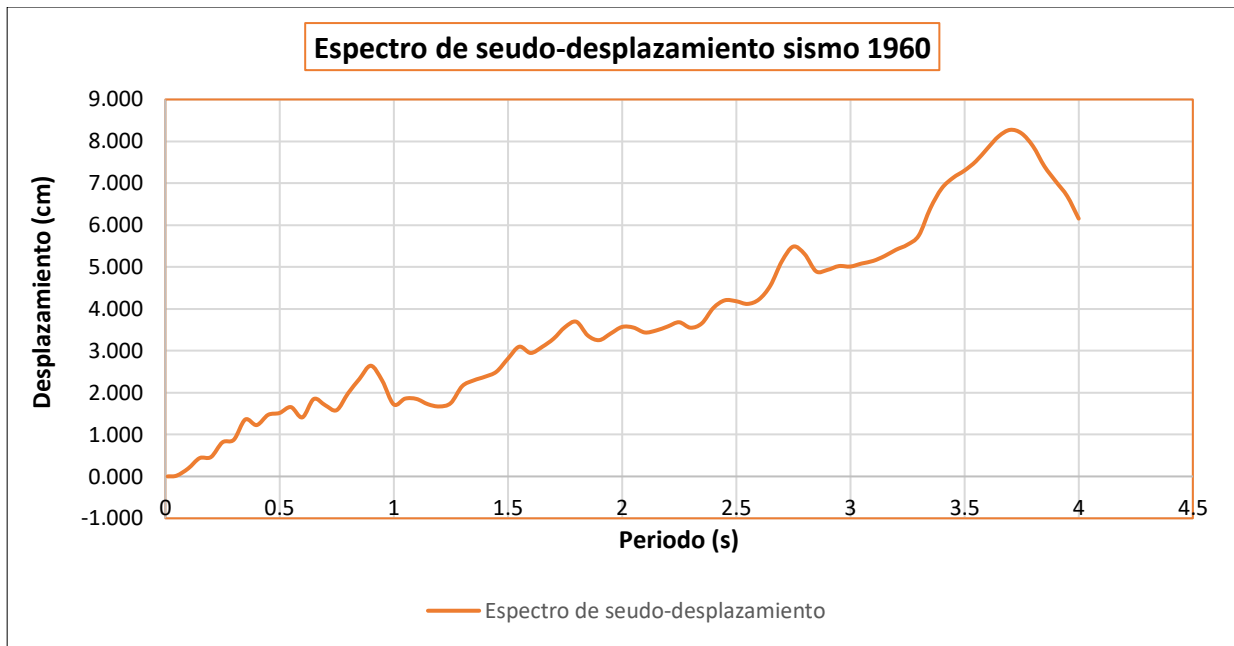
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 97 — Velocidad de la estructura en sentido más crítico EW



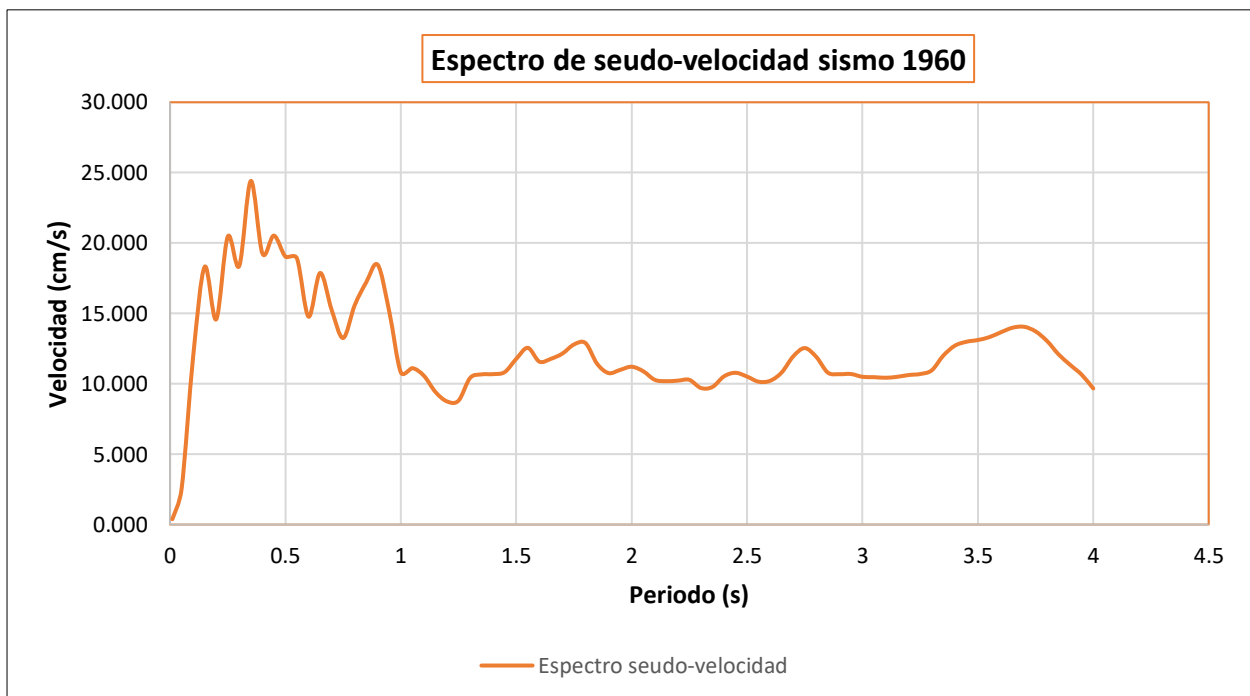
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 98 — Aceleración de la estructura en sentido más crítico EW



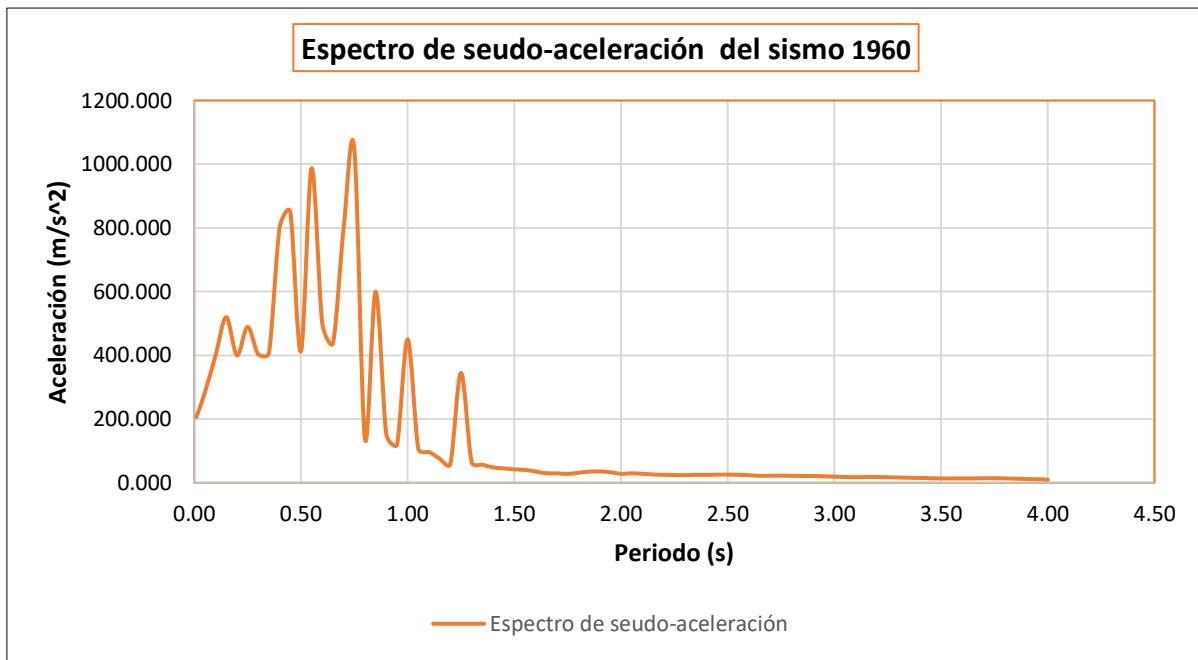
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 99 — Espectro de respuesta de seudo-desplazamiento del sismo 1960/05/22



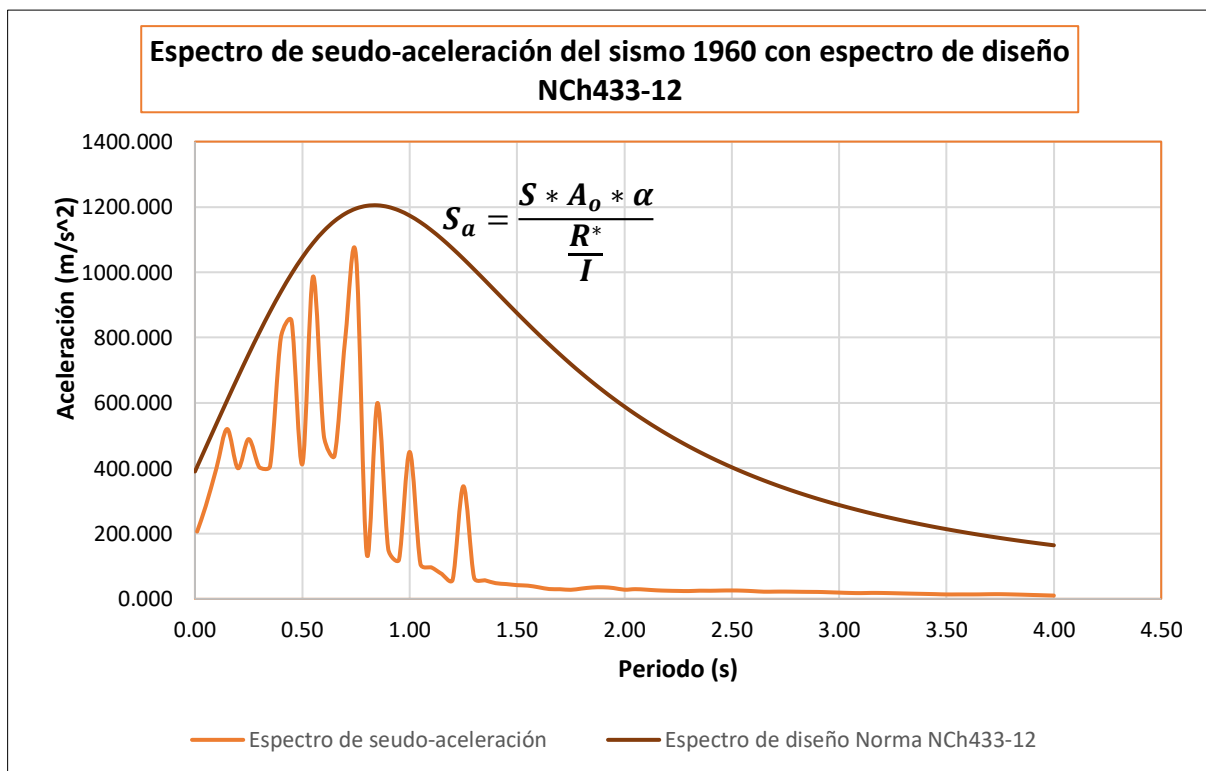
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 100 — Espectro de respuesta de seudo-velocidad del sismo 1960/05/22



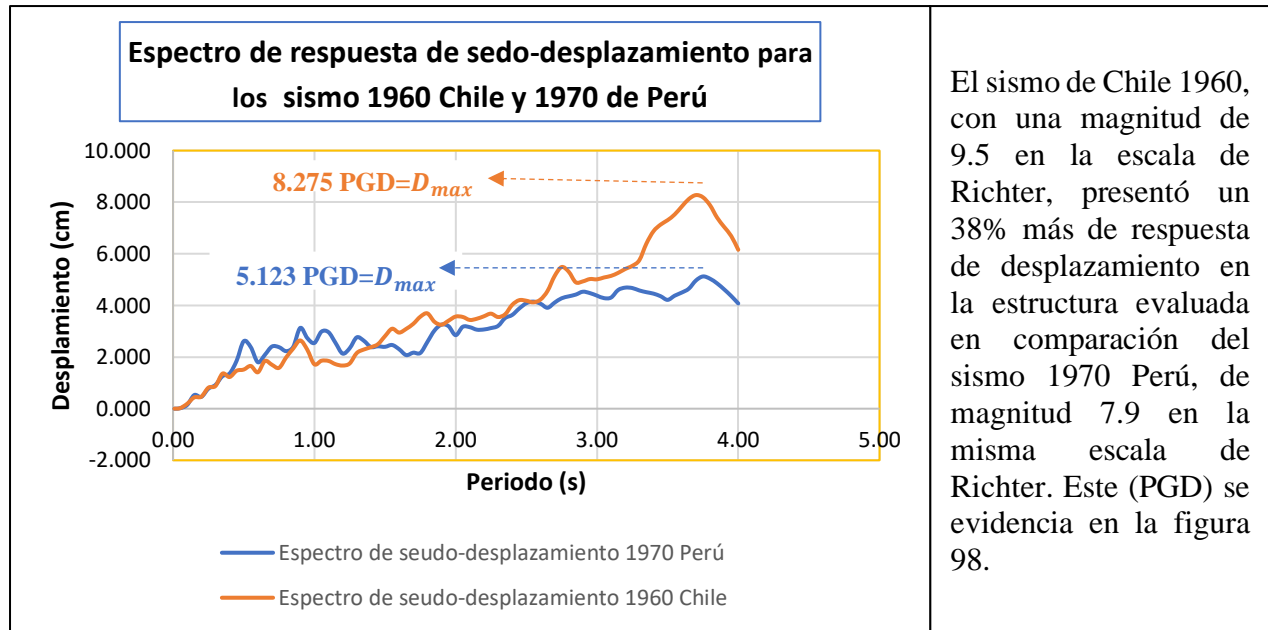
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 101 — Espectro de respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1960/05/22



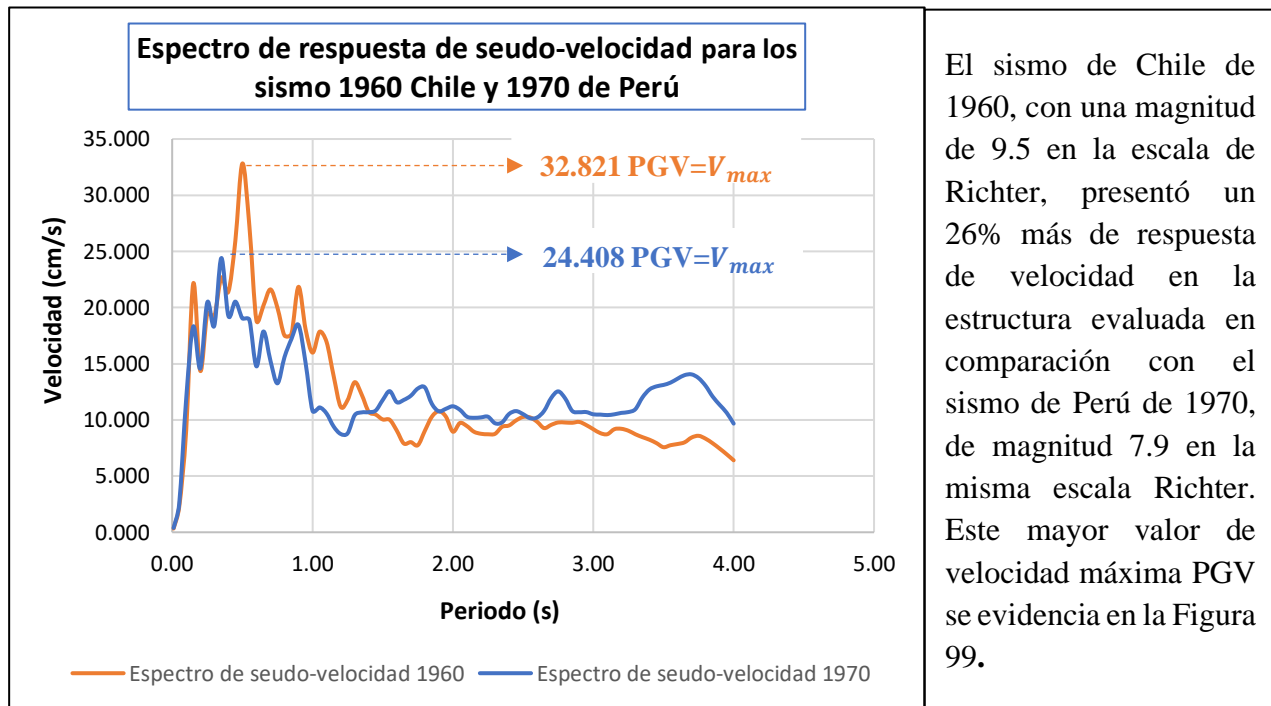
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 102 — Respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1960 con espectro de diseño



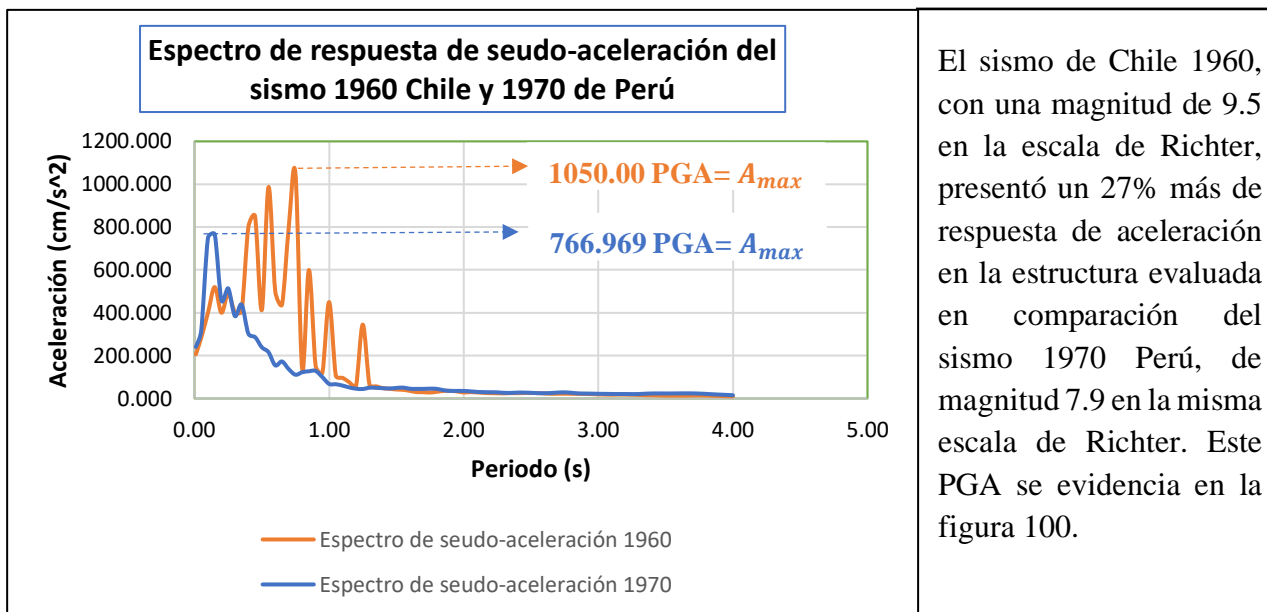
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 103 — Espectro de respuesta de seudo-desplazamiento del sismo 1960 Chile y 1970 de Perú



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

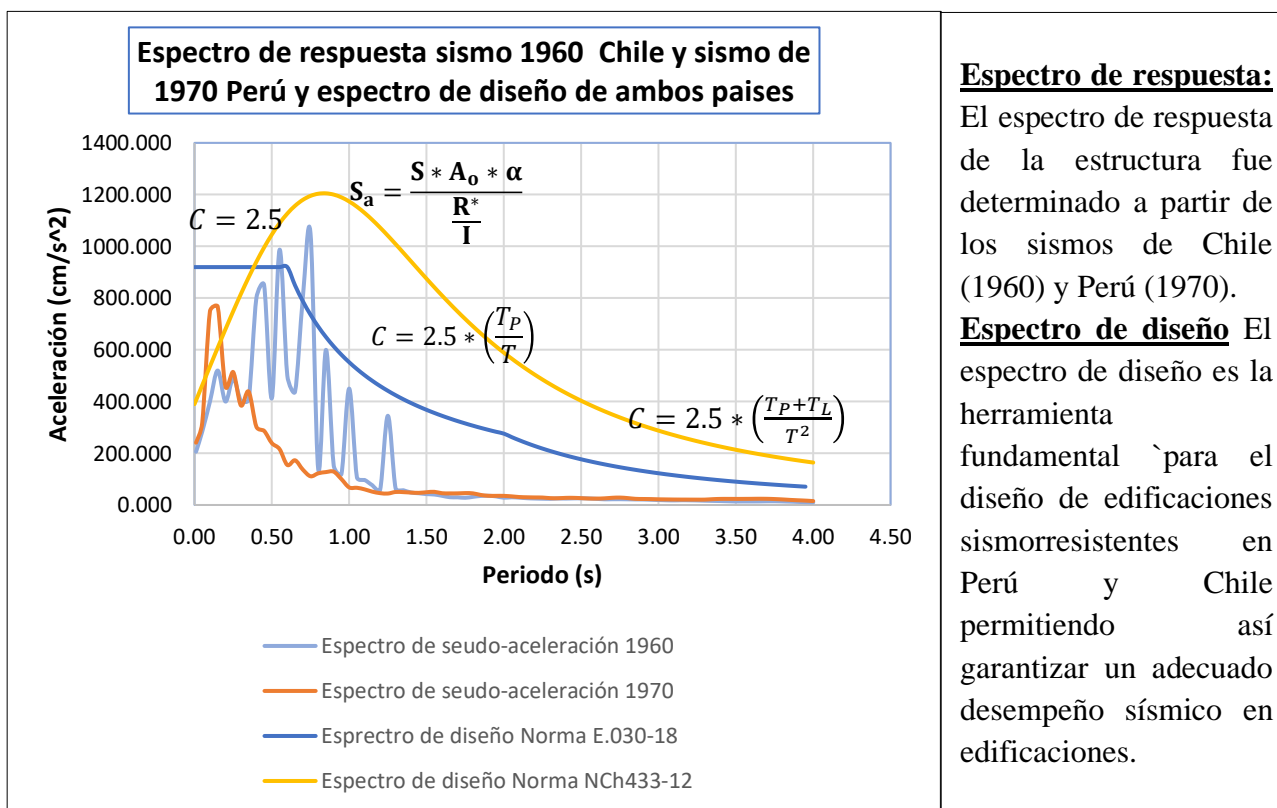
Figura 104 — Espectro de respuesta de seudo-velocidad del sismo 1960 Chile y 1970 de Perú



El sismo de Chile 1960, con una magnitud de 9.5 en la escala de Richter, presentó un 27% más de respuesta de aceleración en la estructura evaluada en comparación del sismo 1970 Perú, de magnitud 7.9 en la misma escala de Richter. Este PGA se evidencia en la figura 100.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 105 — Espectro de respuesta de pseudo-aceleración del sismo 1960 Chile y 1970 de Perú



Espectro de respuesta:

El espectro de respuesta de la estructura fue determinado a partir de los sismos de Chile (1960) y Perú (1970).

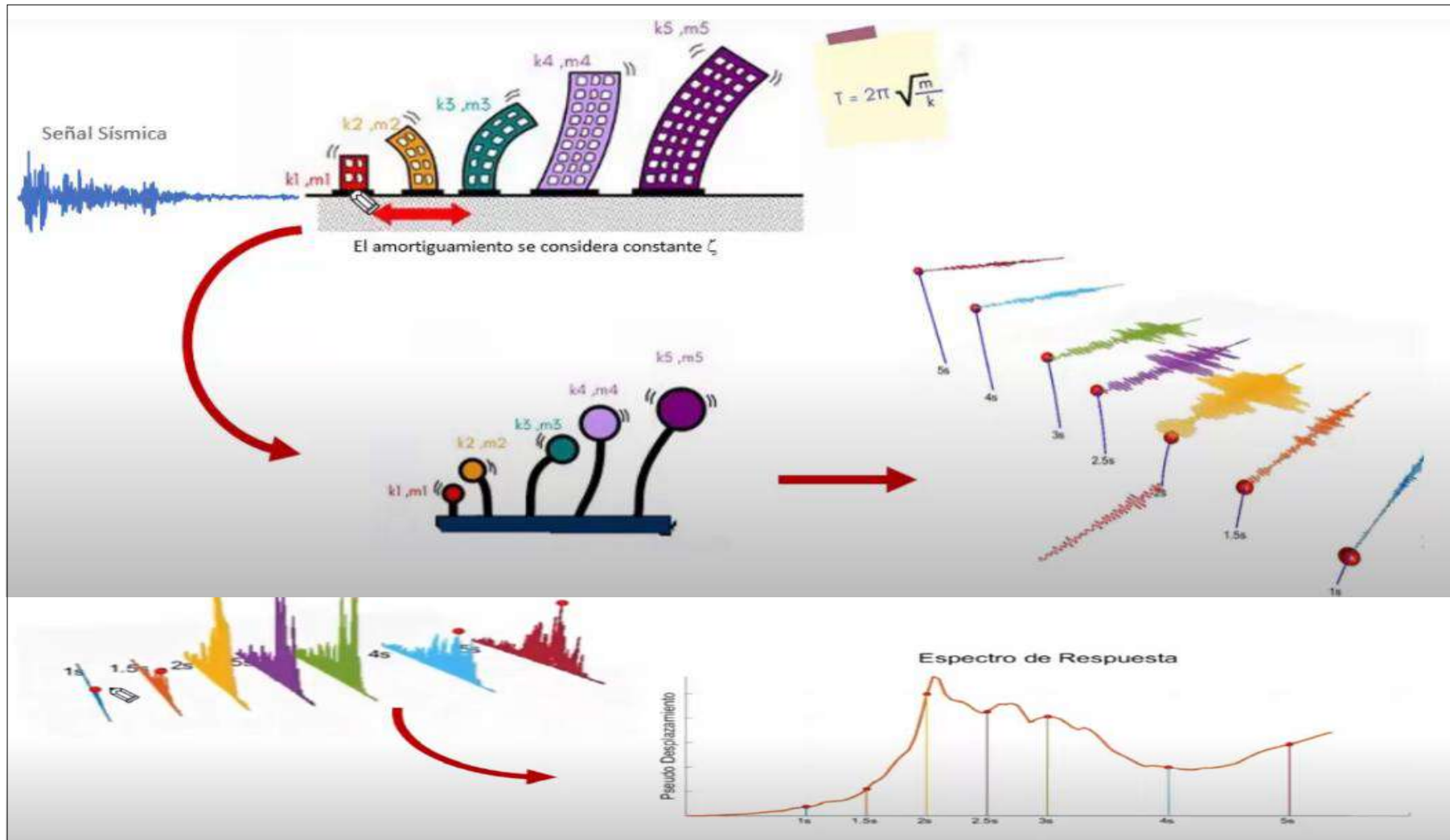
Espectro de diseño

El espectro de diseño es la herramienta fundamental para el diseño de edificaciones sismorresistentes en Perú y Chile permitiendo así garantizar un adecuado desempeño sísmico en edificaciones.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 106 — Espectro de respuesta del sismo 1960 Chile y 1970 de Perú





FUENTE: PROYEST INGENIERÍA YOUTUBE

Figura 107 — Reconstrucción de espectro de respuesta después de un sismo

Tabla 66 —Comparación de parámetros sísmicos E.030-18 y NCh433-12

ZONA SÍSMICA NORMA E.030-18 Y NCh433-12								
Parámetros sísmicos	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES				
	E.030-18	Factor de zona	Z	Zona		Z		
				1	0.10			
				2	0.25			
				3	0.35			
				4	0.45			
	NCh433-12	Factor de zona	A ₀	Zona Sísmica		A ₀		
				1	0.20 g			
				2	0.30 g			
				3	0.40 g			
FACTOR DE SUELO NORMA E.030-18 Y NCh433-12								
Parámetros sísmicos	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES				
	E.030-18	Factor de suelo	S	Suelo	Descripción	T _P	T _L	Zona 2
				S ₀	Roca dura	0.3	3.0	0.80
				S ₁	Suelos muy rígidos	0.4	2.5	1.00
				S ₂	Suelos intermedios	0.6	2.0	1.20
				S ₃	Suelos blandos	1.0	1.6	1.40

				S_4	Condiciones excepcionales		(*)	(*)	(*)
	NCh433-12	Factor de suelo	S	Suelo*	S	T_0 (s)	T' (s)	n	p
				A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
				B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
				C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
				D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
				E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
				F	*	*	*	*	*
COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA NORMA E.030-18 Y NCh433-12									
	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES					
Parámetros	E.030-18	Coeficiente de amplificación sísmica	C	$T < T_p$	$T_p < T < T_L$	$T_L < T$			
				$C = 2.5$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$	$T = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$			
	NCh433-12	Coeficiente sísmico		$C = \frac{2.75 SA_0}{gR} \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n$ $C_{max} = 0.35 \frac{SA_0}{g} \rightarrow R = 7$					
CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO (U) NORMA E.030-18 Y NCh433-12									
	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES					
Parámetro	E.030-18	Factor de uso o importancia	U	Categoría	Edificaciones				U
				A	Esenciales				1.5
				B	Importantes				1.3

	NCh433-12	Categoría de ocupación de edificio	I	C	Comunes	1.0
				D	Temporales	(*)
				Categoría	Construcciones	I
				I	Instalaciones agrícolas y menores de almacenaje	0.6
				II	Habitación privada	1.0
				III	Bibliotecas, Museos, Estadios, etc.	1.2
				IV	Hospitales, Estación Bomberos policiales, etc.	1.2
FACTORES DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS NORMAS E.030-18 Y NCh433-12						
	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES		
Parámetros sísmicos	E.030-18	Factor de reducción sísmica	$R = R_0 I_a I_p$	Concreto armado	R_0	
				Pórticos	8	
				Dual	7	
				Muros estructurales	6	
				Muros de ductilidad limitada	4	
				Albañilería confinada	3	
NCh433-12	Factor de respuesta	R, R_0	Hormigón armado	$R = 7, R_0 = 11$		
FUERZA CORTANTE EN LA BASE NORMAS E.030-18 Y NCh433-12						

Análisis	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES
	E.030-18	Fuerza cortante basal	$V = \frac{ZUCS}{R} P$	$\frac{C}{R} \geq 0.125$
	NCh433-12	Esfuerzo de corte basal	$Q_0 = CIP$	P: Peso de la estructura
PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN NORMA E.030-18 Y NCh433-12				
Análisis estático	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES
	E.030-18	Periodo fundamental de vibración	$T = \frac{h_n}{C_T}$	Pórticos $C_T = 35$
				Pórticos y cajas de asesor $C_T = 45$
				Dual muros de corte, MDL $C_T = 60$
NCh433-12	Periodo fundamental estimado	T^*	$T^* = 2\pi \sqrt{\frac{P}{g \cdot k}}$ <i>k: Rigidez</i>	
ACELERACIÓN ESPECTRAL NORMA E.030 Y NCH433-12				
Análisis dinámico	NORMAS	NOMBRE	FORMULA	VALORES
	E.030-18	Aceleración espectral		$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$
	NCh433-12	Aceleración espectral, factor de ampliación dinámico y factor de reducción dinámico	$S_a = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{R^* I}$	$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^3}$ $R^* = 1 + \frac{T^*}{0.10T_0 + \frac{T^*}{R_0}}$
Ratios			❖ Periodo de la edificación en sentido eje X-X $T_X = 0.476 s$	
	• Periodo fundamental de vibración	0.1s por nivel	❖ Periodo de la edificación en sentido eje Y-Y $T_Y = 0.411 s$	

- Metrado de carga para concreto $1000 \frac{kg}{m^2}$ o $1 \frac{tonf}{m^2}$

Peso de la edificación dado por Etabs $P = 438.97 \text{ tonf}$

$$\text{Area } A = 893.92m^2 \Rightarrow P = A * 1 \frac{tonf}{m^2} * N^{\circ} \text{ pisos}$$

$$P = 469.6 \text{ tonf}$$

$$\diamond 0.93 \frac{tonf}{m^2}$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA